



~~I B 544~~

L 1842

kl





718.

Die  
**Gründung der Gebäude.**

**Ein Lehrbuch**

über

Fangedämme, Spundwände, Rammen und Wasserschöpfmaschinen;  
über den Baugrund und seine Untersuchung;  
über die Fundirung auf gutem Baugrunde, auf Sandschüttungen,  
Béton, Fundamentpfeilern, Senkbrunnen, Senkfaßen,  
Kosten und auf Eisen.

Herausgegeben

von

*Carl*  
**Dr. C. A. Menzel,**  
Königl. Universitäts-Bauinspector.

**J. Promitz,**  
Königl. Landbaumeister.

*10732 20*  
Mit ca. 250 Holzschnitten.

**Halle.**

Verlag von G. Knapp.  
1873.

1933. A 1061

Leihgabe an die  
Bibliothek der  
Techn. Hochschule  
Breslau



Veränderung der Verfassung

der Provinz

№. 20767.



## Inhaltsverzeichnis.

	Seite.
§ 1. Der Baugrund . . . . .	1
§ 2. Die Untersuchung des Baugrundes . . . . .	16
§ 3. Die Reinigung, Umschließung, und Trockenlegung der Baugrube . . . . .	30
§ 4. Die Fangedämme . . . . .	32
§ 5. Die Spundwände . . . . .	43
§ 6. Die Rammen . . . . .	55
a. Die Handrammen . . . . .	55
b. Die Zugrammen und Läufergrammen . . . . .	58
c. Die Kunstrammen . . . . .	74
d. Die Dampfgrammen . . . . .	85
§ 7. Die Wasserschöpfmaschinen . . . . .	98
a. Die Handeimer . . . . .	99
b. Die Wurfschaufel . . . . .	100
c. Die Pumpen . . . . .	101
d. Die Scheibenkünste, Kettenpumpen und Paternoster- werke . . . . .	105
e. Die Schaufelwerke . . . . .	108
f. Die Kastenwerke oder Norien. . . . .	112
g. Die Schöpfwerke oder Schneckenräder . . . . .	116
h. Die archimedische Wasserschnecke . . . . .	119
§ 8. Die Fundirung auf gutem Baugrunde . . . . .	125
§ 9. Die Sandschüttungen . . . . .	134

	Seite.
§ 10. Die Betonschüttungen . . . . .	147
§ 11. Die Fundamentpfeiler, Sentbrunnen und Sentkasten . . .	164
§ 12. Die Koste . . . . .	191
a. Der Schwellrost . . . . .	192
b. Der Pfahlrost . . . . .	202
§ 13. Die Fundirung auf eisernen Pfählen und Röhren . . .	215

§ 1.

Der Baugrund.

Wenn ein Bauwerk ausgeführt werden soll, ist im Allgemeinen die Lage desselben vorweg bestimmt, d. h. diejenige Stelle gegeben, welche zur Aufnahme des Gebäudes bestimmt ist, und diese Stelle nennen wir den Grund und Boden des Gebäudes. Jedes Gebäude übt, je nach seiner Größe und Belastung, einen geringern oder größern Druck auf das darunter befindliche Erdreich, und diesem Druck muß der Grund und Boden Widerstand leisten. Vollkommen fest, d. h. uncompressirbar, können wir, und zwar auch nur unter Umständen, nur den gewachsenen Felsboden nennen; alle übrigen Erdarten werden durch die Last eines Gebäudes zusammengedrückt, wodurch im Bau eine Höhen-Veränderung stattfindet, die wir das *Setzen* nennen. Wir müssen hier vorweg ein zweifaches *Setzen* des Gebäudes unterscheiden: da die einzelnen Bausteine durch ein teigartiges, mehr oder minder dünnflüssiges Bindemittel, den Mörtel, verbunden werden, und der letztere erst sehr allmählig fest wird, bedarf es keines besondern Beweises, daß die untern Schichten jedes Gebäudes durch die Last der darüber aufgeführten in gewissem Grade zusammengedrückt werden, daß sich jedes Gebäude in sich ein Wenig *setzt*. Dieses *Setzen* hat mit dem zuerst Erwähnten, bei welchem sich das Gebäude innerhalb des Erdbodens, und mit demselben *senkt*, nichts gemein. Findet dieses *Senken* auf allen Punkten des Gebäudes gleichmäßig Statt, so schadet es, bis auf eine gewisse Grenze, nicht. Es muß jedoch, bevor wir eine Stelle des Erdbodens zur Aufnahme eines Gebäudes bestimmen, eine genaue Untersuchung über deren Beschaffenheit vorangehen, um daraus zu erkennen, ob ein *Setzen* oder *Senken* voraussichtlich in so geringem Grade stattfinden wird, daß dasselbe überhaupt keine Berücksichtigung verdient, oder ob der Grund und Boden ein gleichmäßiges *Setzen* des Gebäudes erwarten läßt, ob dasselbe die oben erwähnte Grenze nicht überschreitet, ob etwa Vorkehrungen getroffen werden können oder müssen, um ein geringes

und gleichmäßiges Setzen zu erreichen, und welcher Art dieselben sein müssen. Je nachdem diese Vorkehrungen gar nicht nothwendig, einfach oder schwierig sind, nennen wir den Baugrund einen guten, mittelmäßigen oder schlechten.

Jeder Untergrund nämlich (mit Ausnahme von Felsgrund) wird durch die Last des darauf ruhenden Gebäudes mehr oder weniger zusammengedrückt, je nachdem der Untergrund weicher oder härter ist. Dieses Zusammendrücken des Untergrundes nennt man das Senken des Gebäudes. Ist der Grund nun sehr weich, so kann eine so starke Senkung des Gebäudes stattfinden, daß sie der Benutzung desselben nachtheilig wird, selbst wenn wir annehmen, daß sie auf allen Punkten ganz gleichmäßig erfolgte. In den meisten Fällen aber würde die Senkung nicht ganz gleichmäßig erfolgen, theils weil sehr weicher Untergrund doch an verschiedenen Stellen verschieden dicht ist, theils weil die Mauern eines Gebäudes nicht an allen Stellen gleich stark oder gleich hoch sind, folglich ein ungleicher Druck, mithin ein ungleiches Setzen stattfinden muß, woraus ein Zerreißen der Mauern, ein Schiefstehen derselben, oder auch endlicher Einsturz die unmittelbare Folge sein müßte, selbst wenn alles dies auch erst nach Jahren erfolgen sollte.

Hieraus folgt, daß man vollkommen überzeugt von der Tüchtigkeit eines Baugrundes sein muß, um ein Gebäude mit Sicherheit darauf setzen zu können. Leichte Bauwerke, wie solche von Holz oder Mauerfachwerk, drücken den Untergrund natürlich weniger zusammen, als ganz massive, es können demnach dergleichen leichtere Gebäude zuweilen ohne Gefahr auf solchem Grunde erbaut werden, welcher kein massives Bauwerk zu tragen im Stande wäre.

Es können zwei Fälle eintreten, entweder die Wahl der Baustelle ist frei, oder man ist gezwungen auf einer bestimmten Stelle zu bauen. Ist die Wahl frei, so wird man unter allen Umständen am wohlfeilsten und festesten bauen, wenn man den sichersten Baugrund wählt.

Ist der Platz für das Gebäude bestimmt und der Untergrund schlecht, so giebt es zwar viele Mittel denselben tauglich zu machen, sie sind aber alle kostbar, und es kann sich deshalb sehr leicht ereignen, daß die Kosten für die Fundamente bei weitem den aus dem Ganzen

zu ziehenden Nutzen übersteigen. Es ist daher ebenfalls nothwendig, hierbei so vorsichtig als möglich zu Werke zu gehen, denn schon viele Bauherren haben ihre Häuser deshalb nicht fertig bauen können, weil die Ueberwindung des schlechten Grundes ihre Kasse gänzlich erschöpft hatte.

Namentlich bei Landbauten (wo man in der Regel bei der Wahl der Baustelle freiere Hand hat als in Städten) ist es doppelt nothwendig, auf die Wahl einer guten Baustelle bedacht zu sein, da die Wirthschaftsgebäude immer verhältnißmäßig große Flächen einnehmen, und deshalb bei schlechtem Baugrunde ungeheure Kosten für ihre Gründung erwachsen können.

Leider haben wir über die Zusammendrückbarkeit der verschiedenen Erdschichten noch keine bestimmten Gesetze, und wir müssen uns in dieser Hinsicht auf allgemeine, jedoch ziemlich sichere Erfahrungssätze beschränken. Nach natürlichen Gesetzen steht fest: daß ein schwerer Körper um so weniger in einen weichen Boden einsinke, je breiter die Fläche ist, worauf er ruht. Man muß also den Mauern eine so breite Unterlage verschaffen, daß sie sich so wenig wie möglich in den Grund eindrücken, woraus die nach unten immer mehr zunehmende Verbreiterung der Fundamentmauern von selbst folgt.

Der festeste Baugrund ist der Fels. Seine natürliche Beschaffenheit läßt kein Zusammendrücken zu, und es bedarf nichts weiter, als daß man seine Oberfläche möglichst durch Mauerwerk ebnet, um das Gebäude darauf aufzuführen. Sollte die Felschicht, worauf man bauen will, aber eine schiefe Ebene bilden, so muß man dieselbe in mehrere wagerechte (horizontale) Schichten durch Abhauen oder Absprengen umwandeln, weil eine auf schiefer Ebene aufgeführte Mauer immer das Bestreben behalten würde, abzugleiten. So sicher der Fels als Baugrund an sich ist, so trügerisch und verderblich kann er in einzelnen Fällen sein. Es trifft sich nämlich zuweilen, daß innere Höhlungen mit nur schwacher Felsdecke sich in einem Berge befinden, und daß diese schwache Felsdecke unter der Last eines Gemäuers zusammenbrechen müßte. Um nun von der Dichtigkeit der Felslage überzeugt zu sein, stößt man mit einem sogenannten Visitireisen auf den Fels. Ist der Klang voll und hell, so ist der Grund fest, ist der Klang dumpf, so ist

der Grund ausgehöhlt und man muß durch Sprengung untersuchen, wie stark die tragbare Schicht ist; findet man sie zu dünn, so muß man Pfeiler in der Höhlung aufzuführen, diese mit Bogen verbinden und so die darüber zu stehenden Mauern unterstützen. Kommen Risse und Spalten im Felsen vor, so muß man sie mit Mauerwerk füllen, oder mit Bögen überspannen.

Grobkörniger, mit feiner Erde vermischter Sand, so wie auch feinkörniger Sand sind ein guter Baugrund; eben so Lehm, Thon, mehr oder weniger mit Sand gemischt, wenn sie nur trocken liegen. Lehm und Thon aber mit Sand gemischt und vom Wasser durchzogen, sind unsicherer Baugrund, besonders gilt dies von dem nassen, bläulichen (mit Thon gemischten) Sande. Sehr nasser Sand ist ein schlechter Baugrund, am schlechtesten sogenannter Trieb- oder Wellensand; Letten, Mergel, Brucherde, Torf und Wiesenerde sind ebenfalls schlechte Gründe, noch mehr aber der schwimmende Morast, weil er in seiner Zusammendrückbarkeit beinahe dem Wasser gleichsteht.

Bevor wir jedoch auf jene Vorkehrungen und auf die Untersuchung des Baugrundes eingehen, sollen einige Bemerkungen über die Beschaffenheit der Erdoberfläche vorangeschickt werden. Die äußere Erdkruste besteht, soweit wir bisher zu untersuchen vermochten, aus sehr verschiedenen Gestein- und Erdschichten. Diese Schichten, wenigstens die äußern derselben, bilden nicht etwa concentrische, regelmäßig über einander liegende Ringe, sondern sie sind durch Umbildungsprocesse der Erde, wie sich dieselben zum Theil noch heute wiederholen, namentlich durch vulkanische Ausbrüche, vielfach gehoben, durchbrochen und über einander geworfen, und die Erdoberfläche hat daher eine sehr unregelmäßige Gestalt angenommen, in welcher sich erhebliche Höhen-Unterschiede bemerklich machen. Wir bezeichnen dieselben als „Berge“ und „Thäler;“ sie sind zwar bei späteren Umbildungen der Erdoberfläche dadurch theilweise ausgeglichen, daß alle Gesteine der Verwitterung unterworfen sind, daß sich einzelne Theile von den Höhen losgelöst haben und in die Thäler herabgeführt sind, daß sich in letzteren Ablagerungen verschiedener Art, die Ablagerungen des aufgeschwemmten und angeschwemmten Landes gebildet haben, jedoch ist die Ausgleichung, die freilich, wenn auch sehr allmählig, noch

mit jedem Jahre fortschreitet, immer nur eine theilweise. Die zum Theil hoch emporgehobenen, zum Theil durch Vulcane ausgeworfenen Gesteine ragen nach wie vor in verschiedenen Höhen über dem aufgeschwemmten Lande hervor, und bilden die Berge, Gebirge; und in dem aufgeschwemmten Lande selbst treten außerdem noch mannigfaltige Höhen-Unterschiede auf. Es wechseln auch hier Hügel und Thäler mit einander ab, und die Thal-Ebenen sind nicht etwa durch parallel über einander liegende Schichten gebildet, sondern im Gegentheile ist hier die Neigung der Erdschichten eine sehr abwechselnde, sie streichen unter sehr verschiedenen Winkeln gegen den Horizont. Man hat ja häufig genug in den tief eingeschnittenen Sand- und Lehmgruben Gelegenheit, zu beobachten, wie vielfach die über einander liegenden Erdschichten nicht nur in ihrer Beschaffenheit abwechseln, sondern wie schroff dieselben häufig gegen einander geneigt sind, wie vielfach die Winkel wechseln, unter welchen sie gegen den Horizont geneigt sind.

Um nun noch die Wasser-Verhältnisse unserer Erdoberfläche kurz zu berühren, sei hierüber folgendes erwähnt: Die auf die Erde herabfallenden Wassertheile, die Niederschläge, haben sich an den tiefsten Stellen gesammelt; und bilden hier Meere, Seen, Flüsse, Bäche, Moore, Sümpfe u., welche zum Theil einen constanten, meistens aber, je nach dem Verhältniß zwischen Verdunstung und Niederschlag, einen wechselnden Wasserstand zeigen, so daß die Oberfläche des Wasserspiegels, das Niveau, in den nassen Jahreszeiten höher liegt, als in den trockenen. Wir bezeichnen die Grenze, innerhalb welcher der Wasserstand wechselt, als: höchsten, mittleren und niedrigsten Wasserstand. Der Höhen-Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Wasserstande ist keineswegs in jedem Jahre derselbe, sondern, je nach der durchschnittlichen Nässe oder Trockenheit, in einem Jahre geringer als im andern. Bei den größeren Wasserläufen werden die Höhen, bis zu welchen das Wasser in jedem Jahre steigt oder herabsinkt, genau vermerkt, man kennt daher die bisher dagewesenen größten und geringsten Wasserhöhen, und bezeichnet dieselben als den bekannten höchsten resp. niedrigsten Wasserstand. Für Wasserbauten jeder Art ist es von Wichtigkeit, diese Wasserstände zu kennen.

Von den Wasserläufen aus vertheilt sich das Wasser in das umliegende Terrain, und bildet hier das, was wir Grundwasser nennen. Letzteres hat im Allgemeinen gleiches Niveau mit dem nächsten Wasserlaufe, und dieses Niveau fällt und steigt, je nachdem der Wasserstand in dem zunächst liegenden See oder Flusse wächst oder abnimmt, wenn gleich sich in einzelnen Fällen gewisse Abweichungen zwischen dem Niveau des Grundwassers und des Wasserlaufs bemerklich machen. Bei Aufgrabungen in einem zu dem Wassergebiet eines Flusses oder Sees gehörenden Terrain kommt man zunächst durch Schichten, welche mehr oder weniger wasserfrei sind, erreicht aber bei einer gewissen Tiefe den Wasserspiegel des Grundwassers. Durch Ausheben oder Auspumpen ist dieses Wasser nur für kurze Zeit aus der Grube zu entfernen; die Wasserdurchlässigkeit der Erdschichten, welche die Grube von dem Wasserlauf trennen, stellt eine Communication zwischen beiden her, und ebenso wie in communicirenden Röhren das Wasser gleich hoch steht, so gilt das Gesetz auch für den in Rede stehenden Fall; es stellt sich daher in der Grube der ursprüngliche Wasserstand sehr bald wieder her.

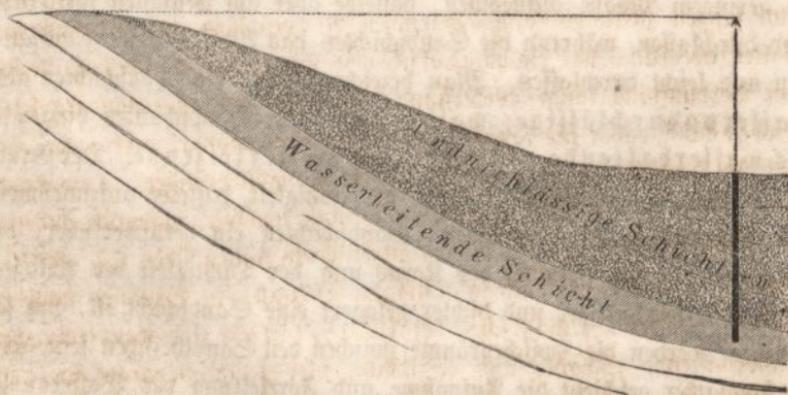
Von dem Grundwasser zu unterscheiden ist das sogenannte Quellwasser, über welches hier noch einige Worte hinzugefügt werden sollen: Die Erdkruste besteht, wie erwähnt, aus über einander gelagerten Erdschichten, und zwar aus Erdschichten von sehr verschiedener Dicke und Beschaffenheit, aus Erdschichten, die nur ausnahmsweise horizontal oder annähernd horizontal liegen, in deren Lage vielmehr ein vielfacher und oft schroffer Wechsel stattfindet, so daß nicht nur der Winkel, sondern auch die Richtung, nach welcher die Schichten gegen den Horizont streichen, häufig wechselt. In bergigem oder gebirgigem Terrain ist dieser Wechsel zwar auffallender und schroffer, indessen findet er hier wie dort statt. Wenn nun auch die Beschaffenheit der Schichten eine sehr verschiedenartige ist, d. h. wenn auch die Bestandtheile dieser Schichten einem Wechsel unterworfen sind, so wiederholen sich hierbei doch im Allgemeinen 2 Bestandtheile, nemlich Sand und Thon, welche sich in den mannigfaltigsten Variationen vorfinden, und unter eben so vielfältigen Mischungs-Verhältnissen in einander übergehen. Es wechselt in den Schichten der reine feinkörnige mit dem grobkörnigen

Sand und Kies, und findet durch ein Gemisch von Sand- und Thontheilen der Uebergang zu den reinen Thon- und Lette-Schichten statt.

Von den auf die Oberfläche fallenden Wassertheilen, von dem atmosphärischen Niederschlag, fließt nun nicht alles nach den Wasserläufen ab, sondern dringt vielmehr ein großer Theil des Niederschlags in den Erdboden ein. Das Aufschlagewasser wird aber von dem Erdboden nicht nur aufgesogen, sondern in demselben auch nach tiefer liegenden Stellen geführt; jedoch in Beziehung auf die Eigenschaft, das Wasser aufzunehmen und fortzuleiten zeigt sich in den Erdschichten ein sehr ungleiches Verhalten. Während nemlich in den Thonschichten die einzelnen Theilchen so dicht an einander gelagert sind, daß sich darin keine Zwischenräume vorfinden, lagern sich die Sandschichten so aneinander, daß zwischen den einzelnen Körnchen Zwischenräume verbleiben. Die Folge davon ist, daß die Thonschichten das Wasser nur allmählig und in geringem Maaße aufnehmen, dasselbe aber am wenigsten fortleiten und durchlassen, während die Sandschichten das Wasser begierig auffangen und leicht durchlassen. Man bezeichnet daher die Thonschichten als wasserundurchlässige, wasserarme, die Sandschichten hingegen als wasserhaltende, wasserreiche, wasserleitende. Der Grad des Wasser-Reichthums, der Grad der Fähigkeit, dasselbe aufzunehmen und fortzuleiten, ist auch in den Sandschichten ein veränderlicher; er hängt ab von der Feinheit des Kornes und der Dichtigkeit der Ablagerung. Je feinkörniger und dichter gelagert eine Sandschicht ist, um so geringer werden die Zwischenräume zwischen den Sandtheilchen sein, um so langsamer geschieht die Aufnahme und Fortleitung des Wassers; je grobkörniger hingegen die Schicht, und je lockerer die Ablagerung ist, um so schneller werden die Niederschläge von derselben aufgesogen und weiter geführt, und das Maximum dieser Fähigkeit zeigen die Rieseschichten. Die Mannigfaltigkeit der Abstufungen wird noch dadurch vermehrt, daß die Sandschichten an Leitungsfähigkeit verlieren, je mehr dieselben mit Thontheilchen vermischt sind. — Ohne auf die vielfältigen Folgerungen über die Wasserverhältnisse unseres Erdkörpers, welche sich aus dem Gesagten ergeben, näher einzugehen, sei hier nur auf zweierlei hingewiesen.

Zunächst ergibt sich aus dem Angeführten ohne Weiteres die Entstehung der Quellen im Innern der Erde, und die Natur der artesischen Brunnen. Treten nemlich an irgend einer Stelle des Erdbodens Sand- oder Kiesschichten zu Tage, und streichen unter einem gewissen Winkel abwärts, so führen sie das Aufschlagewasser nach der Tiefe; sind nun über den Sandschichten undurchlässige Thonschichten gelagert, und es wird im Bereiche dieser Thonschichten ein Schacht (gleichviel, ob zur Anlage eines Brunnens oder eines andern Zweckes) gesenkt, so wird man zu dem Quellwasser erst in einer gewissen Tiefe gelangen. Liegt der Punkt der Erdoberfläche, an welchem die Senkung des Schachtes erfolgt, selbst schon tiefer als derjenige Punkt, an welchem die wasserleitenden Schichten zu Tage treten, so wird, wiederum nach dem Gesetze der communicirenden Röhren, das in der Tiefe erreichte Quellwasser in

Fig. 1.



dem Schachte aufsteigen, und zwar annähernd bis zur Horizontale desjenigen Punktes, in welchem das Einsaugen der atmosphärischen Niederschläge erfolgt, in welchem die Kiesschichten zu Tage treten. Wird endlich in letzterem Falle statt des Schachtes ein Bohrloch bis zu der Tiefe, in welcher die wasserleitenden Schichten erreicht werden, in die Erde getrieben, und in dieses Bohrloch eine Röhre eingesetzt, so wird in derselben das Wasser bis zu der vorhin erwähnten Höhe aufsteigen, und es wird damit ein artesischer Brunnen hergestellt. Fig. 1 wird die ohnehin einfache Herleitung noch mehr veranschaulichen.

Handelt es sich zweitens darum, an irgend einer Stelle der Erdoberfläche einen gewöhnlichen Sentbrunnen herzustellen, so sind hierbei im Wesentlichen 2 Fälle zu unterscheiden, die sich aus der Beschaffenheit der obern Erdschichten ergeben. Bestehen dieselben aus Sand oder Kies, so wird der Brunnen eine erhebliche Tiefe nicht erfordern; es sind alsdann nur die äußersten Schichten zu durchdringen, da deren Wasserhaltigkeit mindestens eine wechselnde und durch die Witterungsverhältnisse bedingte ist. Von sämmtlichem Aufschlagewasser fließt nemlich ein Theil nach den am tiefsten liegenden Stellen ab, und sammelt sich hier, ein zweiter Theil dringt in den Erdboden ein, und wird dort angesammelt, ein dritter sehr erheblicher Theil aber wird verdunstet. Die Verdunstung erfolgt jedoch nicht bloß an der äußersten Oberfläche, sondern auch noch unter derselben, und verhalten sich ihr gegenüber die Sand- und Thonschichten abweichend von einander. Die letzteren nemlich saugen zwar die atmosphärischen Niederschläge nur langsam auf, halten aber auch die einmal aufgesogene Feuchtigkeit lange fest, leisten der Verdunstung lange Widerstand. Lehmniger oder sogenannter fetter Boden kann daher für längere Zeit einen Regenmangel vertragen, ohne daß in demselben eine wirkliche Austrocknung stattfindet. Der Sandboden hingegen ist der Wasser-Verdunstung leichter zugänglich, indessen wird dieselbe auch bei diesem nur in seltenen Fällen über  $\frac{2}{3}$  – 1<sup>m</sup> tief eindringen. Soll demnach in sandigem Terrain ein Brunnen angelegt werden, so erreicht man schon bei 1 – 1 $\frac{1}{4}$ <sup>m</sup> Tiefe eine ununterbrochen wasserhaltende Schicht, und es kommt hier lediglich darauf an, ein Bassin auszuheben, in welchem sich das Wasser sammelt, und dasselbe rings umher mit Holzwänden oder durch Mauerwerk, durch einen Brunnenkessel einzuschließen, damit das umgebende Terrain vor dem Nachsturz, und das Bassin selbst vor dem Verschütten gesichert wird.

Soll aber ein Brunnen in einem Terrain angelegt werden, welches die wasserhaltenden Schichten nicht auf der äußern Oberfläche zeigt, sondern wo dieselben von wasserundurchlässigen Schichten bedeckt sind, so wird die Arbeit schwieriger. Folgen hierbei den Lehm- oder Thonschichten unmittelbar diejenigen, welche zum Auffangen und Ansammeln

des in ihnen enthaltenen Wassers geeignet sind, welche gutes reines Brunnenwasser liefern, so kann die Anlage des Brunnens durch Aufgraben erfolgen. Es wird dann zunächst eine Grube, von, im Grundriß gewöhnlich quadratischer Form ausgehoben, welche bis auf die Sand- oder Kiebschichten herabreicht, und deren Seitenwände entweder vertical stehn, oder mit Dossirung angelegt werden. Im ersteren Falle werden die Wände, um sie vor Einsturz zu sichern, durch Stiele, Riegel und Spreitzen gegen einander abgesteift, im letzteren Falle erhält die Grube eine trichterförmige Gestalt, d. h. oberhalb eine weite Oeffnung, welche sich nach der Tiefe zu allmählig verengt. Die Böschung, die Neigung der Seitenwände, ist von der Beschaffenheit der zu durchdringenden Erdschichten abhängig; sie muß um so größer sein, je lockrer der Boden ist, und muß daher die obere Weite der Grube nach der voraussichtlichen Tiefe im Voraus berechnet werden. Die Einfassung des Brunnenkessels selbst wird dann entweder ebenfalls von Holz — und werden hierbei am besten einzelne von Halbholz verbundene oder aus Bohlen zusammengesetzte quadratische Geschnitte über einander gelegt, und fest hinterstopft — oder von Mauerwerk, und zwar entweder von Bruchsteinen oder von Mauerziegeln. Daß massive Brunnenkessel wasserundurchlässig sein sollen, ist im Allgemeinen nicht erforderlich; man führt dieselben daher sehr häufig, namentlich dann, wenn sie nicht eine erhebliche Tiefe erhalten, von Bruchsteinen oder gesprengten Feldsteinen aus, deren Fugen mit Moos ausgestopft sind. Sehr alte Brunnen findet man selbst bis zu sehr bedeutenden Tiefen aus Bruchsteinen aufgemauert, doch werden sie dann immerhin theuer. Gemauerte Brunnen erhalten stets eine cylindrische Form; bei solchen kommt es daher, wenn in den einzelnen Schichten des Mauerwerks ein guter Verband sein soll, darauf an, sie mit centralen Fugen zu mauern, so daß die einzelnen Steine eine keilförmige Gestalt haben; am einfachsten, leichtesten und billigsten bleibt es deshalb auch, Ziegel zu verwenden, welche schon bei der Fabrication eine keilförmige Gestalt erhielten, und die unter dem Namen Brunnenziegel allgemein bekannt sind. Die unterste Schicht legt man gewöhnlich auf einen hölzernen Brunnenkranz, einen aus Bohlen zusammengesetzten hölzernen Ring, dessen äußerer

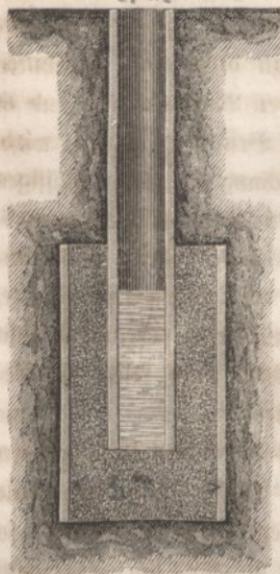
und innerer Durchmesser den entsprechenden Durchmessern des Brunnenkessels gleich ist. Dieser Brunnenkranz ist deshalb nöthig, um, bei einer etwa eintretenden Unterspülung, zu verhüten, daß sich einzelne Steine loslösen. Schwierigkeiten bietet bei der Anlage massiver Brunnenkessel unter den in Rede stehenden Verhältnissen nur die Ausführung der untersten Schichten. Es genügt nemlich bei der Ausgrabung nicht, mit derselben nur eben bis zu den Kiesschichten herabzugehen, sondern man muß, um ein Bassin zur Ansammlung des Quellwassers zu erhalten, mit demselben noch in die wasserhaltenden Schichten hinein gehen. Der Wasser-Andrang zur Baugrube ist jedoch, sobald die Kiesschicht erreicht ist, häufig sehr groß, und bedarf es daher eines angestregten Wassers schöpfens und behender Arbeiter, um die unter dem Wasserspiegel liegenden Schichten ausführen zu können.

Sehr häufig tritt jedoch der Fall ein, daß sich unter den wasserundurchlässigen Schichten zunächst Wasseradern zeigen, deren Wasser für die Benutzung als Brunnenwasser nicht geeignet ist. In Niederungen gelangt man bei einer gewissen Tiefe zu dem schon erwähnten Grundwasser, zu dem Niveau des nächstliegenden Wasserlaufes, und ist dasselbe häufig nicht der Art, wie es in den Brunnen verlangt wird. In andern Fällen gelangt man nach Durchbrechung der undurchlässigen Schichten zunächst auf Sand- oder Kiesschichten, die verschiedene Beimengungen, welche das Wasser für wirthschaftliche Bedürfnisse unbrauchbar machen, namentlich Eisenoxyd, schwefelsaure oder salpetersaure Salze, mit sich führen. In allen derartigen Fällen müssen die Brunnen nicht nur bis unter jene Schichten herabgeführt, sondern auch, soweit sie dieselben durchschneiden, wasserundurchlässig gemauert werden. Durch eine Ausgrabung bis zu der Tiefe, in welcher sich die reinen Wasseradern vorfinden, wird hierbei nichts erreicht, da der Wasser-Andrang in die Baugrube, sobald man zu den wasserführenden Schichten gelangt, so groß ist, daß derselbe nur mit großer Mühe, und nur vorübergehend, beseitigt werden kann. Alsdann bedient man sich der Senkbrunnen. Ueber die Art und Weise, wie dieselben auszuführen sind, wird an einer spätern Stelle, nemlich bei den Fundirungen, gesprochen werden, und wird daher vorläufig auf dieses Capitel verwiesen. Nur sei hier noch

eines Umstandes erwähnt, der sich auf die Beschaffenheit des Brunnenwassers im Allgemeinen bezieht.

Es wird nemlich, besonders in großen Städten, häufig, und mit Recht, über die schlechte und ungesunde Beschaffenheit des Brunnenwassers geklagt. Der Grund für diese Beschaffenheit ist in fast allen Fällen darin zu suchen, daß die großen Städte vielfach von Cloaken durchzogen sind, von welchen sich vegetabilische Bestandtheile, in Fäulniß übergegangne organische Stoffe denjenigen Erdschichten mittheilen, aus welchen das Brunnenwasser entnommen wird. Durch eine möglichst tiefe Herabsenkung der Brunnen ist dem Uebelstande nur in seltenen Fällen abzuhelfen, auf eine leichte Weise und für alle Fälle aber dadurch, daß man die Brunnen mit einem Filtrir-Apparat versieht, und zwar, indem man, nach Fig. 2 zunächst einen gemauerten Filtrirkessel von größerm

Fig. 2.



Durchmesser senkt, diesen mit reinem, scharfem Kies angefüllt, und innerhalb jenes Kessels erst den eigentlichen Brunnenkessel senkt. Für einen Brunnenkessel von 1<sup>m</sup> innerm Durchmesser, wie er für gewöhnliche Brunnen meistens gewählt wird, genügt ein Filtrirkessel von 3<sup>m</sup> lichtem Durchmesser, und müßte letzterer von dem tiefsten Punkte bis etwa zu dem Beginn der wasserführenden Schichten heraufreichen. Der innere Kessel muß jedenfalls wasserundurchlässig sein, der äußere am besten ebenfalls, damit das Wasser nur von unten her eindringen kann, dadurch gezwungen wird, seinen Weg durch den eingefüllten Kies zu nehmen, und hier den Reinigungsproceß durchzumachen. Das

Verfahren ist eine Anwendung von den in „Hagen's Wasserbau“ mitgetheilten Cisternen, welche man in Venedig baut, um aus dem durch die Gassen abgeführten Regen- und Spüllicht-Wasser reines Trinkwasser zu gewinnen.

Um für ein Gebäude einen verhältnißmäßig festen Baugrund zu erhalten, hängt alles von der Dicke (Mächtigkeit) derjenigen Erdschicht ab, welche das Gebäude unmittelbar zu tragen hat. Bekanntlich herrscht in der Aufeinanderfolge der Ablagerungen und Erdschichten die größte Mannigfaltigkeit, in manchen Gegenden mehr, in manchen weniger, und nicht immer ist es folgerichtig, unter einer festen Erdschicht, bestehend z. B. aus einem festen mit Sand gemischten Lehm, tiefer in die Erde gehend, eine gleich haltbare, als Baugrund sich eignende Unterlage zu vermuthen. Das umgekehrte Verhältniß, daß nämlich eine lockere, wandelbare und als Baugrund nicht geeignete Ablagerung als Unterlage eines festen und trefflichen Baugrundes gefunden wird, ist oft genug beobachtet worden. Sehr lehrreiche Beobachtungen lassen sich in dieser Hinsicht bei umfanglicheren Durchstichen und Abgrabungen machen, wie sie z. B. bei Eisenbahnbauten sehr häufig vorkommen. Die oberste Erdschicht ist allemal weich. Es ist auf dem Lande die sogenannte tragbare Erde (Mutterboden), welche in der Regel eine Dicke von 0,5<sup>m</sup> hat; diese Schicht muß unter allen Umständen erst fortgeschafft werden, denn sie würde sich sehr stark zusammendrücken, wenn man ein massives Gebäude darauf setzen wollte. Auch hat sie noch den großen Nachtheil, daß wenn man sie nicht fortgräbt, sich aus dieser Erdschicht, wegen ihrer vielen Düngeertheile (humus), welche sie enthält, gewöhnlich der verwüstende Holzschwamm erzeugt. Also schon aus diesem Grunde muß auf dem Lande die oberste Erdschicht (der Abraum) entfernt werden. In den Städten findet sich gewöhnlich aufgefüllter Schutt, welcher auch entfernt werden muß, da er sich ebenfalls zu sehr zusammendrückt.

Ist der Untergrund im Allgemeinen günstig, so findet man unter dem erwähnten Abraume eine feste Erdschicht. Alsdann muß man deren Dicke (Mächtigkeit) untersuchen, um beurtheilen zu können, ob sie im Stande ist, ein darauf gestelltes Gebäude zu tragen. Wie eine solche Untersuchung geschieht, werden wir weiter unten zeigen.

Man nimmt als Erfahrungssatz an, daß eine feste Sandschicht von 2<sup>m</sup> oder eine Lehm- oder Thonschicht von 3—3<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>m</sup> Mächtigkeit im Stande ist, ein massives Gebäude von 2—3 Stockwerken zu tragen,

wenn unter dieser festen Erdschicht auch nur weichere andere Schichten folgen.

Hieraus folgt wieder, daß je tiefer man die Fundamente in eine solche Erdschicht hinein legt, das heißt, je mehr man die Mächtigkeit der Erdschicht schwächt, um so dünner wird sie und um so weniger tauglich ein schweres Gebäude zu tragen.

Deshalb muß man bei einer gegebenen Dicke einer tragbaren Erdschicht dieselbe so wenig schwächen als möglich. Das heißt, man muß die Fundamentmauern so wenig tief als möglich in die tragende Erdschicht versenken.

Ist man genöthigt Kelleranlagen zu machen, so bleibt freilich nichts weiter übrig, als so viel von der tragbaren Erdschicht fortzugraben, als eben zur Tiefe des Kellers erforderlich ist; jedoch wird man sehr gut thun, bei nicht mächtigen Erdschichten den Keller so wenig einzusenken, als es irgend thunlich ist; den Keller also so hoch aus der Erde herauszubauen, wie es nur immer angehen will.

Ist keine Kelleranlage nothwendig, so braucht man auch nie tiefer als 1 bis höchstens  $1\frac{1}{4}^m$  in die feste Erde mit den Fundamenten hineinzugehen, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Das Erdreich erleidet bei sehr starkem Frost oder bei eben solcher Hitze, Nässe oder Trockenheit, eine Veränderung seiner Oberfläche bis zu einer Tiefe von etwa  $1^m$ , höchstens  $1\frac{1}{4}^m$ . Gehen nun die Fundamentmauern nicht bis zu dieser Tiefe hinunter, so erstreckt sich die Veränderung des Erdreiches auch unter ihnen hinweg. Große Hitze, Frost und Trockenheit ziehen das Erdreich zusammen, so daß tiefe Risse in demselben entstehen. Geschmolzener Schnee, anhaltender Regen erweichen das Erdreich so, daß es sich leichter zusammendrückt, als wenn es im trockenen Zustande sich befindet. Gehen nun diese Veränderungen bis unter die Sohle der Fundamentmauern, so ist begreiflich, daß dadurch leicht Senkungen und Einsturz der Gebäude erfolgen kann. Bei den 1, höchstens  $1\frac{1}{4}^m$ , welche man in die Erde gehen muß, ist aber die Höhe des Abraumes schon mit inbegriffen. Wollte man wegen Schwäche der tragbaren Erdschicht nur  $0,6^m$  in die Erde gehen, so müßte man um das Gebäude herum eine Aufschüttung von mindestens

0,6<sup>m</sup> Höhe machen, damit die Fundamente vor Frost, Hitze und Nässe hinlänglich sicher sind.

2. Es ist eine gänzlich falsche Ansicht, wenn man meint, daß das Haus um so fester stehe, je tiefer die Fundamente liegen; es kann, wie wir gesehen haben, bei einer dünnen, tragbaren Erdschicht, unter welcher sich eine weiche befindet, dadurch gerade der Ruin des Hauses befördert werden. Die Baumeister des Mittelalters wußten dies sehr gut. So stehen z. B. in Greifswald drei Kirchen, wovon die größte etwa 25<sup>m</sup> im Lichten der Gewölbe hoch ist, ihr massiver Thurm hat 90<sup>m</sup> Höhe; nichtsdestoweniger sind die Fundamente der Thürme und Kirchen nur 1<sup>m</sup> tief. Der Untergrund ist eine sehr mächtige Lehm-schicht und in den 5—600 Jahren, welche diese Gebäude stehen, haben die niedrigen Fundamente durchaus keinen nachtheiligen Einfluß auf die Gebäude geäußert; man wird nach dem Vorhergehenden auch leicht einsehen, daß es gänzlich überflüssig und nur kostenvermehrend gewesen wäre, wenn man die Fundamente noch tiefer hätte machen wollen.

3. Tiefe Fundamente können aber auch nothwendig werden, und zwar in folgendem Falle. Gesezt man hätte, nachdem man den Abraum durchgestochen, eine weiche Erdschicht gefunden, welche zur Gründung nicht tauglich wäre; unter dieser weichen Erdschicht aber befände sich in einer bestimmten Tiefe eine feste und mächtige Erdlage: so würde man unbedingt am besten thun, den Abraum sowohl, als die weiche Erdlage zu durchstechen und auf der darunter befindlichen festen Erdlage die Fundamentmauern aufzusetzen. In dieser Art wurden die Fundamente des nördlichen Kreuzarmes am Dome zu Köln 50 Fuß tief gegründet. Es könnte hierbei auch vorkommen, daß die Schichten nicht wagerecht wechseln, sondern daß die Fundamente auf einer Stelle tiefer, als auf einer andern gelegt werden müßten. Kämen diese Abweichungen nicht in bedeutenden Abmessungen vor, sondern gleichsam nur wie Löcher in dem festeren Boden, so kann man sich damit helfen, daß diese weicheren Stellen mit starken Gurtbogen im Halbkreis überwölbt werden, auf die man alsdann die übrigen Mauern setzt. Zuweilen kann ein Baugrund durch Ableitung der ihn durchziehenden Gewässer verbessert werden (Drainiren). Der unzuverlässigste Grund,

wenn er auch Jahrhunderte lang gelegen hat, ist aufgefüllter Boden und Schutt, man muß ihn immer durchgraben.

4. Einer besondern Erwägung bei der Gründung der Gebäude bedarf das sogenannte Grundwasser. Ueberall, aber besonders in flachen Gegenden, am Meere, an Strömen, Flüssen, Seen u. durchdringt das darin befindliche Wasser auch das durchlässige Erdreich, und zwar immer bis beinahe zu derselben Höhe des Wasserstandes, wie es im Meere, im Strome u. steht. Auch fällt und steigt das Grundwasser mit dem Wasser im Meere, Strome u. Eine ähnliche Erscheinung findet sich in hochgelegenen Gegenden, welche von Quallengängen u. durchzogen sind. Es ist für Bauanlagen sehr wichtig, den gewöhnlichsten höchsten und niedrigsten Wasserstand des Grundwassers zu kennen. So weit nämlich das Grundwasser steigt, wird der Boden naß, folglich weicher, daher zur Gründung von Gebäuden unbrauchbar, wenn man nicht besondere Anordnungen gebraucht, deren wir weiter unten erwähnen werden.

Wenn es nun aber auch möglich ist Fundamente anzulegen, welche zum Theil oder immer in das Grundwasser hineinreichen, so ist es doch namentlich bei Unterkellerung von Wohngebäuden sehr unangenehm, wenn das Wasser bis in die Keller steigt, da alsdann das Heraus schaffen immer sehr mühselig und kostbar ist, überdies alle Vorräthe in den Kellern verderben, und das ganze Haus davon feucht und ungesund wird, weshalb es unter allen Umständen besser ist, mit den Fußböden der Keller noch über den höchsten Wasserstand des Grundwassers zu bleiben. Denn obwohl man durch umgekehrte, in Cementmörtel hergestellte Gewölbe das Grundwasser abhalten kann, so ist dies Verfahren doch kostspielig, nicht sehr verläßlich und wird daher nur unter besondern Umständen angewandt.

## § 2.

### Die Untersuchung des Baugrundes.

Bevor die Ausführung eines Gebäudes begonnen werden kann, müssen über die Beschaffenheit der gewählten oder zu wählenden Baustelle genaue Untersuchungen angestellt werden, und da die Beschaffen-

heit der über einander gelagerten Erdschichten oft in schneller Folge wechselt, so ist nicht nur aus der Beschaffenheit der obern Erdschichten auf guten oder schlechten Boden zu schließen, sondern es ist deren Dicke, Mächtigkeit, sowie die Beschaffenheit und Mächtigkeit der darunter befindlichen Schichten ganz besonders in Betracht zu ziehen. Es kommt häufig vor, daß auf eine Schicht guten Baugrundes schlechtere und selbst ganz untaugliche Schichten folgen, sowie umgekehrt; man darf deshalb nie versäumen, die Untersuchungen über Grund und Boden auf größere Tiefen auszudehnen. Da andererseits auch die Schichten meistentheils unter mehr oder weniger spitzen Winkeln gegen den Horizont streichen, findet sehr häufig eine Abwechselung der verschiedenen Erdarten in einer und derselben Tiefe Statt; es ist also nicht nur die Mächtigkeit einer Schicht, sondern auch deren Flächen-Ausdehnung für das Resultat über guten oder schlechten Boden maassgebend, und muß man daher die Untersuchung stets an mehreren Punkten des Bauplatzes, namentlich aber an solchen Punkten vornehmen, die durch besondere Umstände vor andern ausgezeichnet sind, also etwa an Punkten, die besonders stark belastet werden. Bei Gebäuden, die von allen, oder von mehreren Seiten frei stehen, wird man beispielsweise auf eine sichere Fundamentirung der Ecken zu sehen haben, und daher gut thun, sich über den Untergrund derselben die genaueste Ueberzeugung zu verschaffen.

Wie mächtig eine Erdlage sein muß, um ein Gebäude darauf errichten zu können, läßt sich schwer in Zahlen angeben, indessen hat die Erfahrung gelehrt, daß z. B. ein gewachsener Boden, aus fest abgelagertem grobkörnigem Sand bestehend, schon bei einer Mächtigkeit von  $2,1^m$  —  $2,8^m$ , oder aus einem Gemisch von Thon und Sand, resp. aus reinem Thon bestehend, bei einer Mächtigkeit von  $3,2^m$ , einen guten Baugrund giebt, der bei angemessener Flächen-Ausdehnung selbst dann unsre dreistöckigen Wohngebäude zu tragen vermag, wenn er über lockern und weniger tragfähigen Schichten liegt.

Den besten Baugrund bietet unter Umständen der gewachsene Fels, deshalb, weil er eben gar nicht comprimierbar ist; indessen auch nur unter Umständen; ein sehr schlechter Baugrund ist z. B. der sogenannte faule

Fels, das ist ein Gestein, welches der Verwitterung nahe ist, oder zum Theil schon verwittert ist. Ebenso kann ein stark zerklüfteter Fels nicht immer als ein fester Baugrund bezeichnet werden; am wenigsten dann, wenn er unter einem spitzen Winkel gegen den Horizont streicht, denn sobald die Belastung desselben eine gewisse Grenze überschreitet, kann eine Abrutschung leicht eintreten.

Ein sehr guter Baugrund ist der Sand, und zwar deshalb, weil er die Eigenschaft hat, einen auf ihn ausgeübten Druck nach keiner Seite hin fortzupflanzen, er demnach innerhalb gewisser Grenzen als uncompressirbar zu bezeichnen ist. Der Sand bleibt, selbst wenn er von Wasser durchzogen ist, was in höherem oder geringerem Grade stets der Fall sein wird, ein guter Baugrund. Grobkörniger Sand ist zwar am besten, indessen ist auch feinkörniger Sand, bis zu einer gewissen Grenze hin, ein guter Baugrund, und ist selbst der Triebsand unter den meisten Verhältnissen noch ein ziemlich guter Baugrund. Als guter Baugrund ist ferner auch trockner Lehm und Thon anzuführen: sowohl rein als in Vermischung mit Sand.

Ein mittelmäßiger Baugrund ist der schon erwähnte Triebsand, ebenso Lehm und Thon, wenn sie reichlich mit Sand vermischt, und von Wasseradern durchzogen sind, Garten-, Acker- und Dammerde, ferner Torf-, Wiesen- und Mergelerde.

Zu den schlechten Baugründen endlich gehört schlammiger Sand, Schlamm, Moorerde, namentlich der sogenannte schwimmende Morast, und sodann der aufgefüllte Boden.

Die Untersuchung des Baugrundes kann auf 4 verschiedene Weisen geschehen: 1. durch Aufgraben, 2. durch Visitiren mittelst eines Visitireisens, 3. durch Bohrungen, 4. durch Einschlagen von Probepfählen.

1. Das Aufgraben. Auf der bezeichneten Baustelle werden mehrere Löcher an verschiedenen Stellen gegraben, um die Beschaffenheit des Bodens zu erkennen. Diese Methode ist von allen die beste und sicherste, (selbst dann, wenn man dabei auf Grundwasser stieße, welches man ausschöpfen müßte, um in noch größerer Tiefe den Boden zu untersuchen): weil man die Lage und Bestandtheile, so wie die Mächtigkeit der etwa abwechselnden Erdschichten gänz-

lich vor Augen hat. Bei aufgeschwemmtem Lande, besonders am Meere und in der Nähe großer Ströme und vieler Flüsse, gelangt man jedesmal, wenn man die oberen, weicheren Erdschichten durchstoßen hat, auf scharfen Grund, welcher das Bett des Meeres, der Ströme u. bildet, allemal eine sehr mächtige Schicht ist, und ohne weiteres als hinlänglich fester Baugrund, auch der größten Gebäude betrachtet werden kann.

Bei höher aufgeschwemmten Boden wechseln die Erdschichten oft in verschiedenen Lagen, so daß feste über weichen, und unter diesen wieder feste folgen. Sind nun die oberen Schichten zwar fest, jedoch zusammengenommen so dünn, daß sie zur Tragung unfähig sind, und folgte darunter eine weiche Schicht und unter dieser eine tragbare harte, so müßte man alle oberen Schichten bis auf diese untere tragbare durchstechen und erst auf der tragbaren die Fundamente gründen.

Ist unter dem Abraum eine Erdschicht von etwa 2<sup>m</sup> Mächtigkeit vorhanden, und unter ihr folgen weichere Schichten, so ist diese feste Schicht im Stande ein 2stöckiges massives Gebäude zu tragen, wenn die Fundamente gehörig verbreitert werden, und die feste Schicht nirgends durch Einsenken der Fundamentmauern geschwächt wird.

Dasselbe würde gelten, wenn zwei dünne Schichten fester Erdart vorhanden wären, die zusammen etwa 2<sup>m</sup> Mächtigkeit hätten, und unter ihnen eine weiche Schicht folgte.

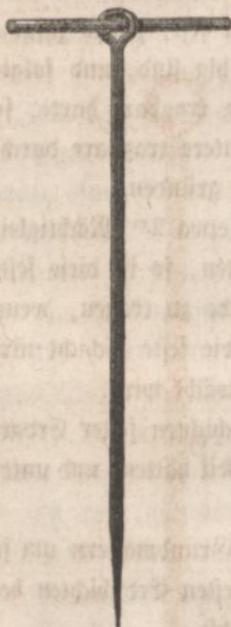
Daß man in diesen und ähnlichen Fällen die Grundmauern um so mehr verbreitern müßte, je weicher die unter den festen Erdschichten befindliche Erdschicht wäre, versteht sich wohl von selbst.

Das Aufgraben ist zwar das einfachste und sicherste Mittel der Untersuchung, da hierbei die Erdschichten unmittelbar bloß gelegt werden, indessen, die Arbeit wird gar zu theuer und umständlich, wenn sie auf größere Tiefen ausgedehnt werden soll; denn die Grube muß ohnehin eine gewisse Grundfläche haben, damit sich 1 bis 2 Arbeiter darin bewegen können, und eine noch größere Ausdehnung verlangt sie, wenn darin Gerüste aufgestellt werden müssen, damit der ausgeschachtete Boden von dem einen auf das nächsthöherliegende, und so zu Tage gefördert werden kann. Hierbei ist angenommen, daß die Seitenwände

der Grube vertical abgestochen werden, doch muß dann, um ein Nachstürzen des Bodens zu verhindern, eine sorgfältige Absteifung der Wände erfolgen. Derselbe Zweck wird zwar erreicht, wenn die Seitenwände mit Doffirung angelegt werden, doch erhält dann die Grube oberhalb eine so bedeutende Flächen-Ausdehnung, daß die Arbeit fast noch theurer wird.

2. Das Visitiren mittelst des Visitireisens ist zwar ebenfalls nur auf geringe Tiefen ausdehnbar, dennoch ist das Visitireisen

Fig. 3.



ein so wichtiges Instrument, das es auf keiner Baustelle fehlen dürfte. Dasselbe besteht nach Fig. 3 aus einer 1,8—2,8<sup>m</sup> langen, 2 $\frac{1}{2}$ —5<sup>mm</sup> starken schmiedeeisernen Stange, welche an dem untern Ende mit einer langen Spitze, und oben einem ösenförmigen Handgriff versehen ist. Die Dese dient dazu, um das Eisen entweder mit der Hand zu regieren, oder auch, zur bessern Handhabung, einen Bolzen durchzustechen. Das Eisen wird mit möglichster Kraft in den Boden gestoßen, und bei einiger Erfahrung und Uebung läßt sich aus der Art und Weise, wie es eindringt, auf die Beschaffenheit des Bodens schließen. Namentlich läßt sich daraus, ob das Eisen gleich beim ersten Stoße tief oder nur wenig tief eindringt, auf die geringere oder größere Festigkeit der Ablagerung schließen. Außerdem fühlt man auch bei wiederholtem Stoßen sehr

bald heraus, ob die Spitze in Sand- oder Thonlagen u. eindringt, und bleiben endlich, beim Herausziehen des Eisens, an der Stütze Erdtheile hängen, welche zur Beurtheilung hinreichenden Anhalt geben. Namentlich ist das Visitiren wichtig, um sich, nach Aushebung der Fundamentgruben, von der Beschaffenheit des Untergrundes Ueberzeugung zu verschaffen, und danach festzustellen, ob die Tiefe, bis zu welcher die Fundamente ausgehoben sind, hinreichend ist, oder nicht. Das Visitiren ist selbst für den Fall brauchbar, wenn der zu untersuchende Grund unter Wasser steht, und wendet man für diesen Fall auch wohl ein

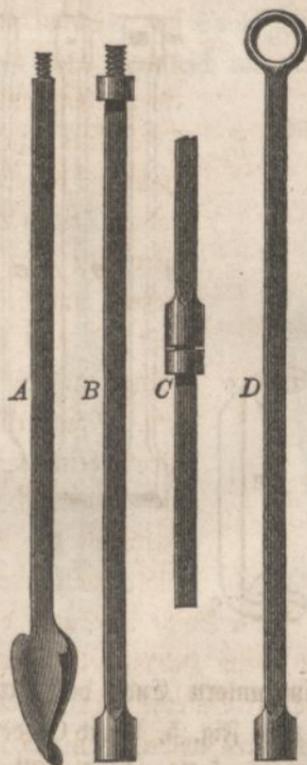
Eisen an, das in gewisser Entfernung mit kleinen Taschen versehen ist (Fig. 4), das sind Oeffnungen, welche durch die ganze Dicke des Eisens hindurchreichen, und die sich mit den Erdtheilen der durchstochenen Schichten anfüllen.

3. Die Untersuchungen mittelst Bohrungen müssen stets da angestellt werden, wo es auf eine genauere Feststellung über die Beschaffenheit der Erdschichten ankommt, und wo die Untersuchung auf eine größere Tiefe ausgedehnt werden muß. Zum Durchschneiden des Rasens und der Wurzeln, die sich in den obern Schichten meistens vor-

Fig. 4.



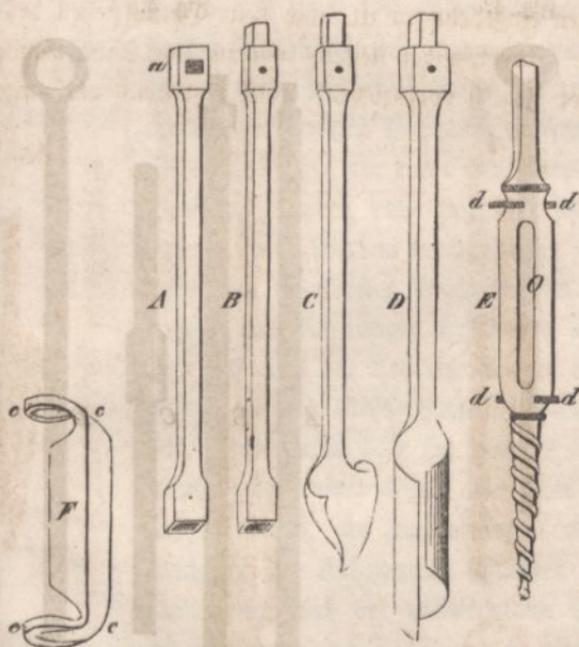
Fig. 5.



finden, dient der Schneidebohrer Fig. 5A, und erst für die tieferen Schichten wendet man den eigentlichen Erdborher an. Er muß für größere Tiefen aus mehreren Stücken zusammengesetzt werden, nemlich aus dem Kopfstück, den Mittelstücken und dem Bohrer. Das Kopfstück

besteht aus einer runden oder viereckigen Eisenstange von 4<sup>m</sup> Stärke; es dient dazu, die Drehung des Bohrers zu bewerkstelligen und hat nach Fig. 5 D oberhalb eine runde Dese, oder nach 6 A in dem Kopf a eine viereckige Dese, durch welche eine Stange gesteckt wird. Die Mittelstücke besteh aus Eisenstangen von derselben Stärke wie das Kopfstück; die Verbindung der Mittelstücke unter sich, mit dem Kopfstück und dem Bohrer, geschieht entweder durch ein Schraubenschloß (ein Schraubengewinde am obern Ende jedes Stückes, welches in eine Mut-

Fig. 6.



terschraube am untern Ende des darüber befindlichen Stückes genau hinein paßt) nach Fig. 5, B und C oder durch einen rechteckigen Zapfen, welcher in eine ebenfalls rechteckige Mutter des darüber stehenden Stückes paßt, und mit diesem mittelst eines durchgesteckten kleinen Schraubenbolzens zusammengehalten wird (Fig. 6 E u. F). Die Mittelstücke in Verbindung mit dem Kopfstück nennt man auch Gestänge.

Der eigentliche Bohrer sitzt ebenfalls an einer Eisenstange von der

erwähnten Stärke, und ist, je nach der Beschaffenheit des Bodens, in welchem die Bohr-Arbeit vorzunehmen ist, verschieden gestaltet. Fig. 7 A u. B zeigt den sogenannten Thonbohrer, wie er für Thon-schichten benutzt wird; es ist ein Cylinder von etwa 16<sup>mm</sup> Durchmesser, an einer Seite mit einem breiten Schlitz versehen, aus Eisenblech von etwa 2—2½<sup>mm</sup> Stärke gefertigt, und an den Schneiden gut geschärft und verstäht. Einen ähnlichen Thonbohrer stellt Fig. 8 dar, von dem ersteren nur durch einen schaufelartigen Ansatz verschieden, mit welchem er an dem unteren Ende versehen ist. Für sehr steifen, festen Thon ge-nügen diese Bohrer, da ein solcher, nachdem er einmal zwischen die Wandungen eingebracht ist, auch beim Herausziehen des Bohrers haf-ten bleibt. Für weniger steifen, lockeren, mit Sand gemischten Thon ist der Bohrer Fig. 9 vorzuziehen, welcher zugleich am unteren Ende mit

Fig. 7.



Fig. 8.



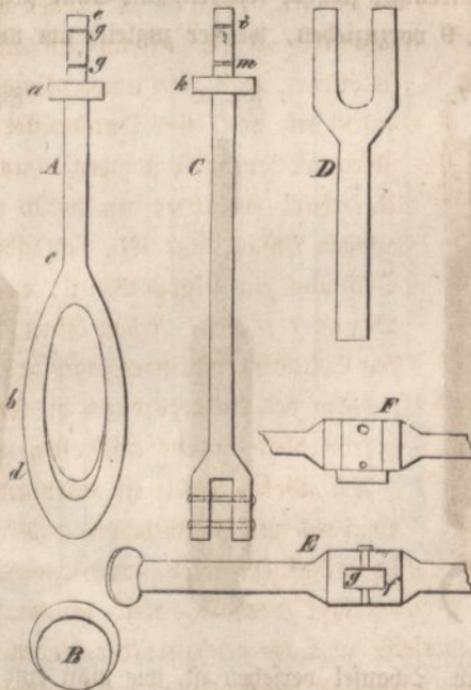
Fig. 9.



einer gewundenen Schaufel versehen ist, wie man eine solche auch dem zuerst erwähnten Thonborer zuweilen giebt, da sie das Eindringen des Bohrers erleichtert: Da der Bohrer Fig. 9 sich unterhalb verengt, kann beim Herausheben desselben aus dem Bohrloche der in den conischen Theil eingedrungene Boden nicht leicht herausfallen. In anderen Fällen, namentlich wenn die zu untersuchenden Schichten aus feinkör-

nigem oder dünnflüssigem Sande bestehen, oder von schlammiger Beschaffenheit sind, bedient man sich des Taschenbohrers Fig. 6 E und F; eines ebenfalls hohlen Cylinders, von 15—18<sup>zm</sup> Durchmesser und 30<sup>zm</sup> Länge, der aber von allen Seiten geschlossen ist, und nur auf einer Seite einen länglichen Schlitz hat. Dieser letztere wird durch einen beweglichen Deckel geschlossen, welcher mittelst Ringen den Cylinder oben und unten umfaßt, so daß, wenn der Bohrer nach einer Seite gedreht wird, der Deckel die Oeffnung frei läßt, während, sobald der Bohrer nach entgegengesetzter Richtung gedreht wird, der Deckel sich über die Oeffnung hinweg schiebt. Zur Führung des Deckels, und damit

Fig. 10.



derselbe sich nicht weiter schiebt, als daß er gerade den Schlitz schließt, dienen die Arme *d d*; oberhalb und unterhalb ist der Bohrer noch mit einer spitz zugehenden Schraubenspindel versehen, ebenfalls um ein leichteres Eindringen in den Boden zu bewirken.

Fig. 10 A bis F zeigen einen löffelförmig gestalteten Erdbohrer,

und zwar A den Bohrer selbst, dessen unterer löffelförmiger Theil 20—26<sup>mm</sup> lang und nach B von kreisförmigem Querschnitt ist, so daß der innere Durchmesser an der weitesten Stelle 8—10<sup>mm</sup> beträgt. C ist ein Theil des Gestänges und zeigt die Verbindung der einzelnen Theile mit einander, D ist eine Gabel, wie sie beim Aufwuchten nicht nur dieses, sondern auch anderer Arten von Bohrern benutzt wird, E u. F zeigen die Verbindung des Kopfstücks mit der Dreh-Vorrichtung, wie dieselbe ebenfalls auch bei anderen Bohrern zur Anwendung kommt.

Fig. 11.



Den eigentlichen Sandbohrer oder Sandlöffel, welcher bei Untersuchung von Sand- und Kiesschichten am häufigsten benutzt wird, zeigen Fig. 11 A u. B in der Ansicht und im Längenschnitt; er ist ein von allen Seiten geschlossener, oben und unten offener Cylinder von Eisenblech, von 16<sup>mm</sup> Durchmesser und sehr verschiedener Länge, die zwischen 30 und 80<sup>mm</sup> variiert. Unterhalb erhält er gewöhnlich einen schaufelartigen Ansatz, und sitzt dicht über der unteren Oeffnung ein Klapp-Ventil, welches sich beim Beginn der Bohr-Arbeit öffnet, den Boden in den Cylinder eindringen läßt, dagegen beim Aufwuchten des Bohrers durch die Schwere des eingedrungenen Bodens geschlossen wird.

Die Bohr-Arbeit ist unter allen Umständen, gleichviel mit welchem der angeführten Bohrer sie ausgeführt wird, eine schwierige und langwierige; deshalb, weil jedesmal, sobald der Bohrer gefüllt ist, derselbe zu Tage geschafft, der Boden herausgenommen und der Bohrer demnächst herabgelassen werden muß. Die Arbeit wird noch dadurch besonders erschwert, daß jedesmal beim Heraufwuchten des Bohrers die einzelnen Stücke des Gestänges auseinander genommen und bei dem Herablassen des Bohrers wieder zusammengesetzt werden müssen. Die Schwierigkeiten wachsen daher mit der zunehmenden Tiefe, und ist es oft eine wesentliche Erleichterung, wenn zunächst eine

Aufgrabung erfolgt, so tief, wie dieselbe ohne besondere Umstände zu bewirken ist, und erst zu der Untersuchung in größerer Tiefe der Erdbohrer benutzt wird.

Bei Untersuchungen, welche voraussichtlich auf eine große Tiefe ausgedehnt werden müssen, wenn dieselben z. B. für die Anlage eines artesischen Brunnens ausgeführt werden, genügt nicht die bloße Anwendung eines Bohrers, sondern sind dazu noch weitere Hülfsmittel erforderlich. Das Bohrloch würde nemlich, sobald man es nicht lediglich mit festem Thon oder fest abgelagerten grobkörnigen Sandschichten zu thun hat, leicht wieder durch nachsinkende Erdtheile zugeschüttet werden, und hat namentlich der Schlieffsand oder Triebssand die Eigenschaft, unaufhörlich nachzusinken. Um dies zu verhindern, umgiebt man das Bohrloch mit einer Einfassung, einer sogenannten Futterröhre, die entweder aus Holz, Eisen oder Kupferblech besteht; sie muß, je tiefer das Bohrloch eingetrieben wird, ebenfalls um so tiefer nachgetrieben werden, und muß daher so eingerichtet sein, daß, sobald ein Röhrende in die Erde eingetrieben ist, ein weiteres darauf gepropft werden kann. — In Betreff des Ausführlichen hierüber wird auf die „Erdbohrkunde“ von August Heinrich Beer, ebenso in Betreff genauerer Details über die Lehre vom Grund und Boden, von den Boden-Untersuchungen, vom Bau der Sentbrunnen und der artesischen Brunnen u. auf die umfassende Darstellung in Hagen's „Handbuch der Wasserbaukunst“ hingewiesen und sollen dem Gesagten nur noch einige Bemerkungen über die Untersuchungen in Felsboden hinzugefügt werden.

Mit den bisher besprochenen Bohrern, sowie durch Bohren überhaupt, durch eine bloße mit Druck verbundene Drehung des Instruments, würde im Felsboden wenig erreicht werden; man bedient sich zum Eindringen in denselben vielmehr verschieden gestalteter meißelförmiger Instrumente, die an ihrem unteren Ende gut verstäht sind, und mit welchen eine Wirkung dadurch erzielt wird, daß sie auf- und abwärts gestoßen werden.

Die Steinbohrer haben entweder eine flache meißelförmige Gestalt, wie der einfache Meißelbohrer Fig. 12 A u. B, oder sie haben, wie der Meißelbohrer mit Flügeln Fig. 13 A u. B, an einer,

auch an beiden Seiten, zugeschärfte Ansätze, Flügel, oder sie erhalten auch unterhalb eine schmale Verlängerung, einen meißelförmigen Ansatz an die Hauptschneide Fig. 14. Andere Bohrer haben an ihrem unteren Theile einen quadratischen Querschnitt, — wie der doppelte oder gekreuzte Steinbohrer Fig. 15 A, B, C; welcher unterhalb in zwei senkrecht auf einander stehenden Schneiden endet, — wiederum andere einen kreisförmigen Querschnitt, — wie der Bohrer Fig. 16 A, B, C, der im Uebrigen dem vorigen entspricht, — und noch andere Formen

Fig. 12.

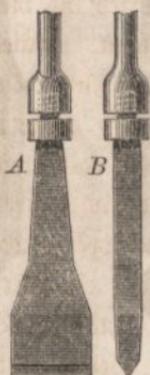


Fig. 13.



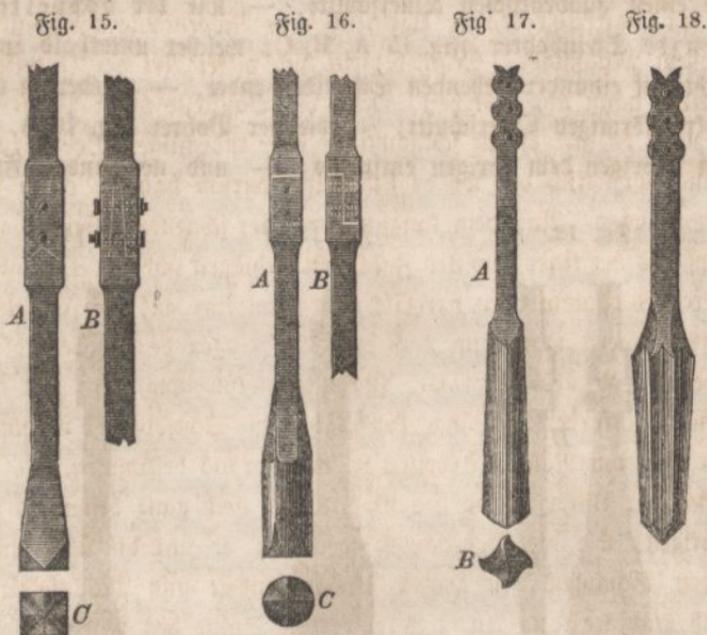
Fig. 14.



zeigt der Kronenbohrer Fig. 17 A u. B und der Pyramidenbohrer Fig. 18.

Die letzteren beiden enden nicht nur in eine scharfe Spitze, sondern sind auch auf ihre ganze Länge mit scharfen Schneiden versehen, und werden daher nicht nur zu der Wirkung durch Stoß, sondern auch durch Drehung benutzt. Die zuletzt erwähnten Bohrer, Fig. 14—18 dienen hauptsächlich zum Vorbohren, während die Meißelbohrer Fig. 12 u. 13 mehr zur Erweiterung des Bohrloches dienen. Fig. 15—18 zeigen außerdem noch andere Arten von Schlössern und Verbindungen zwischen den einzelnen Stücken des Gestänges als sie bisher erwähnt waren, und zwar zeigt die Fig. 15 das Gabelschloß, Fig. 16 das Blatt-

schloß, bei dem ersteren endigt die untere Stange an ihrem oberen Ende in eine Zunge, welche in den gabelförmigen Theil der oberen Stange hineinpaßt, während bei dem Blattschloß die beiden an ein-



ander stoßenden Stangen überblattet werden; durch Schraubenbolzen endlich erfolgt die feste Verbindung beider Stangen; Fig. 17 und 18 zeigen ebenfalls ein Gabelschloß, welches in der Seitenansicht der Fig. 15 B im Wesentlichen entspricht. Uebrigens gelten alle diese Verbindungsarten nicht nur denjenigen Bohrern, bei welchen die Abbildungen sie zeigen, sondern sind vielmehr ganz unabhängig von der Art des Bohrers anwendbar; während indessen bei den Steinbohrern, bei der Wirkung durch Stoß, das Schraubenschloß ebenso wohl anwendbar ist, wie jedes andere Schloß, ist für die Arbeit mit den Erdbohrern das Schraubenschloß weniger geeignet als das Zapfen-, Gabel- oder Blattschloß.

Das beim Steinbohren gelöste Material fällt in Form von kleinen Steinstückchen oder feinem Sand in dem Bohrloch zu Boden und kann durch die Steinbohrer nicht gehoben werden, sondern bedient man sich

hierzu eines der beschriebenen Erdbohrer, namentlich des Löffelbohrers und des Sandbohrers.

4. Die Untersuchung mittelst Einschlagens von Visitir- oder Probepfählen, ist eigentlich eine Anwendung der Visitirreisen in großem Maasstabe. Man bedient sich dieser Art der Untersuchung namentlich dann mit Vortheil, wenn die Baustelle unter Wasser steht, wenn man es mit einem schlammigen oder morastigen Boden zu thun hat, und vorzüglich da, wo es sich später darum handelt, einen Pfahlrost zu schlagen. Aus dem langsameren oder schnelleren Eindringen des Probepfahls bei einer gewissen Zahl von Schlägen und bei einer gewissen Schwere des Rammbaren urtheilt man nicht nur auf die Festigkeit des Bodens, sondern man kann nach dem Eindringen des Probepfahls auch beurtheilen, ob überhaupt ein Pfahlrost nothwendig wird und danach zugleich die erforderliche Länge der Pfähle, die Schwere des Rammbaren für die weiteren Ramm-Arbeiten zc. im Voraus bestimmen.

Bei der Untersuchung des Bodens ist noch ganz besonders zu berücksichtigen, wie die Bodenarten wechseln: ob nur die über einander liegenden Schichten von großer Verschiedenheit und Mächtigkeit sind, oder ob auch nebeneinanderliegende Stücke des Bodens von sehr wechselnder Beschaffenheit sind, oder endlich ob die Erdschichten sowohl nach der Tiefe als auch nach der Breite vielfach wechseln, welcher letztere Fall oft sehr schwierige Gründungen zur Folge haben kann, indem die Fundamentmauern dabei ungleiche Höhen bekommen und folglich ungleichen Druck äußern, wobei man, wie leicht einzusehen, sehr vorsichtig zu Werke gehen muß, anderer Hemmnisse nicht zu gedenken, welche dabei häufig vorkommen können. Dieser Fall tritt sehr oft bei großen Gebäuden ein, aber selbst bei kleinen Bauwerken kommt es vor, daß eine Stelle ganz festen, die zunächst liegende aber schlechten Baugrund hat.

Ferner ist es eben des schnellen Bodenwechsels wegen rathsam, die Aufgrabungen und Bohrungen zur Untersuchung des Grundes immer an denjenigen Stellen vorzunehmen, welche künftig die größte Last des Mauerwerkes zu tragen haben, also etwa an den vier Ecken, in der Mitte unter den Stielen, und an einer oder der anderen Stelle unter den Mittelmauern.

## § 3.

## Die Reinigung, Umschließung und Trockenlegung der Baugrube.

Es kommt häufig vor, daß ein Bauwerk unmittelbar am Wasser, oder im Wasser selbst, in einem Flusse, See u. ausgeführt werden muß, z. B. beim Bau von Ufermauern, Brückenpfeilern, Schleusen, Wehren u. so daß die Fundamentirung unterhalb des Wasserspiegels erfolgen muß. Es giebt hierbei 2 wesentlich verschiedene Arten der Fundamentirung, deren Kenntniß von Gewicht ist; nemlich:

a. Man umschließt die Baugrube mit festen wasserdichten Wänden, Fangedämmen, die den Wasser-Zudrang von Außen her gänzlich abhalten, legt dann die Baugrube innerhalb der Fangedämme trocken, und bewerkstelligt die weiteren Arbeiten im Trocknen. Diese Art der Fundamentirung ist dann unvermeidlich, wenn sich unter dem Wasser ein so schlechter Baugrund vorfindet, daß derselbe auf künstliche Weise tragfähig gemacht werden muß, und wenn zu diesem Zwecke ein Krost in Anwendung gebracht werden muß. Wird durch die Fangedämme auch der Wasser-Zudrang von den Seiten her abgehalten, so sind dieselben doch nicht fähig, das Zuströmen des Wassers von unten her, den Andrang des Grundwassers, zu verhindern; es genügt daher nicht, daß das Wasser einmal, vor Beginn der weitem Arbeiten, beseitigt wird, sondern müssen die zu diesem Zwecke angewandten Maschinen, die Wasser-Schöpfmaschinen, in vielen Fällen ununterbrochen in Thätigkeit bleiben, wodurch der Bau sehr wesentlich vertheuert wird. Ueberdies ist die Construction der Fangedämme an sich kostspielig und umständlich, und zieht man daher, wenn es die Umstände irgend gestatten, eine andre Art der Fundamentirung vor, nemlich:

b. Man umschließt die Baugrube mit einer Spundwand; das ist zwar ebenfalls eine feste Holzwand, von welcher aber im Allgemeinen nicht angenommen werden kann, daß sie wasserdicht sei, sondern die vielmehr den Hauptzweck hat, die Baugrube überhaupt zu umschließen. Die Anwendung hiervon wird namentlich dann gemacht, wenn der Baugrund so beschaffen ist, daß als Fundament für das Bauwerk eine bis zum Wasserspiegel geführte Bétonschüttung genügt. Es werden in

diesem Falle nur die obern, meistens aus Schlamm oder Moor bestehenden Schichten des Untergrundes innerhalb der Baugrube durch Ausbaggern entfernt, und erfolgt dann die Bétonschüttung in der später zu besprechenden Weise.

Quellen, welche sich im Baugrund finden, müssen verstopft, und wenn das nicht angeht und sie durch Ausschöpfen, Auspumpen nicht überwältigt werden können, müssen sie abgefangen und abgeleitet werden, welches aber sehr umständlich und kostspielig werden kann, besonders wenn der Boden wenig Gefälle hat.

Alte Pfähle werden auf folgende Art am einfachsten entfernt: man schlingt um den Pfahl eine starke Kette, befestigt diese an einem quer über dem Pfahle auf einer Wippe angebrachten Balken, so daß das lange Ende des Balkens jenseits der Unterlage zu liegen kommt, und wuchtet alsdann den Pfahl heraus; damit die Kette nicht abrutscht, schlägt man eine Klammer vor. Aehnlich verfährt man mit alten Baustämmen, welche sich oft in den Baugruben vorfinden. Kann man jedoch gut ankommen, dieselben durchzusägen und die einzelnen Stücke herauszuholen, so ist dies meist bequemer und wohlfeiler.

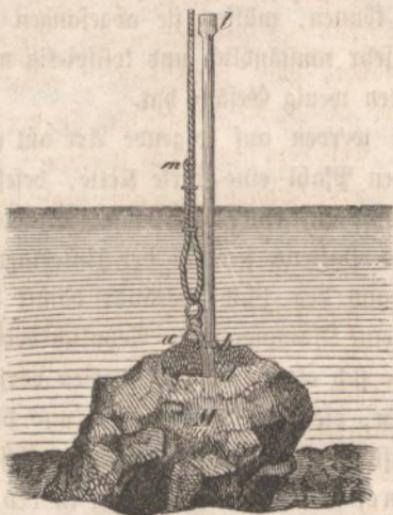
Große Steine, welche nur zu häufig in den Baugruben liegen, müssen, wenn man sie eben wegen ihrer Größe nicht überwältigen kann, gesprengt und alsdann die einzelnen Stücke herausgeholt werden; dies geschieht auf zweierlei Weise.

Fig. 19 stellt eine einfache Art dar, Steine aus großer Tiefe zu heben, selbst wenn sie unter Wasser liegen, was häufig vorkommt. Im Steine M wird ein etwa 24<sup>m</sup> tiefes Loch walzenförmig eingebohrt. In dieses Loch abed passen 2 eiserne Keile acbd so, daß sie bei ihrer Zusammensetzung das Loch genau ausfüllen. Der Keil ac ist unten dicker als oben und hängt an einem Seile m; das andere Keilstück bd wird, wenn das erstere ins Loch hineingelassen ist, mit Hammerschlägen fest eingetrieben; damit dies geschehen kann, muß die Stange bl bis über den Wasserspiegel verlängert sein. Dann wird der Stein durch das Seil m herausgehoben, wozu man sich einer Rüstung und der Rollen, Flaschenzüge und Erdwinden bedient.

Kleinere Steine werden durch die sogenannte Teufelsklaue und

einen dreibeinigen Bock mit Rolle und Seil gehoben. Die Teufelsklaue ist wie eine Kneifzange gestaltet. Die Griffe sind 1,5—2,5<sup>m</sup> lang, der Kneifer besteht aus 4 wie krumme Haken gebogenen Eisen, deren sich unten am Ende jedes Griffes 2 solcher befinden.

Fig. 19.



Noch kleinere Steine werden mit Ketten umschlungen und herausgewuchtet oder weggeschleift.

Wir werden in dem Folgenden von den Fangedämmen, Spundwänden, von den Vorrichtungen zum Einschlagen der Pfähle, den Rammen, und von den Wasserschöpfmaschinen sprechen.

## § 4.

## Die Fangedämme.

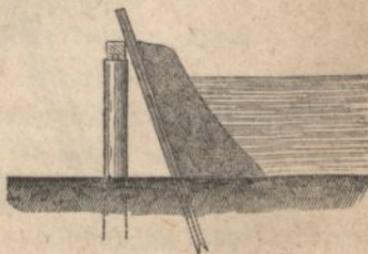
Ihre Construction ist, je nach der Wassertiefe, eine verschiedene; auf ihre Anlage muß aber um so mehr Sorgfalt verwendet werden, als sie nicht allein das Durchfließen des Wassers verhindern sollen, sondern auch dem Druck des Wassers vollständig Widerstand leisten müssen. Liegt die Baugrube in einem Wasserbassin von constantem oder nahezu constantem Wasserstande, so ergibt sich die Höhe des Fangedammes von selbst; in den Flüssen aber ist der Wasserstand im Laufe des Jahres

so erheblichen Veränderungen unterworfen, daß sich darüber im Voraus gar keine Berechnungen oder Annahmen machen lassen. Die Kosten für Anlage eines Fangedammes wachsen bei Weitem erheblicher, als nach dem graden Verhältniß der Höhen, und wird man daher, um Kosten zu ersparen, dem Fangedamm keine größere Höhe geben, als sie eben durch das Bedürfniß geboten ist. Ueberdies werden Wasserbauten aller Art in der Regel während der Sommermonate, zur Zeit des niedrigsten Wasserstandes ausgeführt; man wird daher, namentlich bei Bauten von kürzerer Dauer, die Fangedämme nur so hoch machen, daß die Oberkante etwa  $\frac{1}{3}^m$  über dem mittleren Sommer-Wasserstande liegt. Bei Bauten von längerer Dauer hingegen, und wenn es Bedingung ist, daß dieselben ohne Unterbrechung und schnell ausgeführt werden, kann man gezwungen sein, den Fangedamm so anzulegen, daß er selbst durch ein Hochwasser, gegen dessen Eintreten während der Dauer des Baues man bei Flüssen niemals gesichert ist, nicht überfluthet wird. Denn sobald sich die Höhe des Fangedammes der eintretenden Wasserhöhe gegenüber als unzureichend erweist, sobald namentlich der Fangedamm überfluthet wird, ist auch die Arbeit in der Baugrube unterbrochen.

Die Fangedämme werden in sogenannte einseitige oder einfache, und in doppelte oder Kastenfangedämme eingetheilt.

Ist der Wasserstand geringer als  $1\frac{1}{2}^m$ , so genügt ein einfacher Fangedamm. Ein solcher wird hergestellt, indem nach Fig. 20 Spitzpfähle in Entfernungen von 1,2—1,6<sup>m</sup> von einander einrammt und durch einen Holm verbunden, gegen letzte-

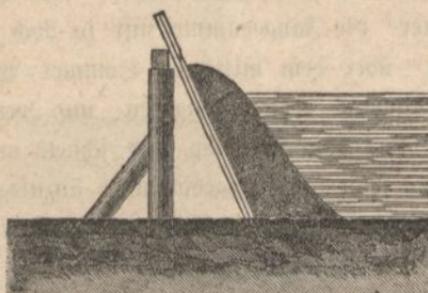
Fig. 20.



ren aber starke Bretter oder Bohlen, 4—5<sup>zm</sup> stark, so gegengestellt werden, daß sie um 50—60<sup>zm</sup> in den Boden hinein reichen. Die Bretter werden in 2 Lagen übereinander gelegt, gewöhnlich so, daß sie sich nach Fig. 21 stülpartig überdecken; jedenfalls aber so, daß die Fugen der einen Lage durch die Bretter der

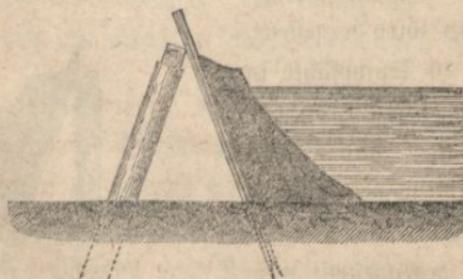
andern Lage überdeckt werden, und gegen die Bretter wird dann von Außen her eine Anschüttung von Erde oder Dünger geworfen. Da nicht nur die Erd-Anschüttung, sondern auch das Wasser vor derselben, nachdem die Baugrube trocken gelegt ist, einen sehr erheblichen Seitendruck auf die Pfähle ausübt, so müssen dieselben, wenn sie nicht besonders tief eingerammt sind, gegen ein Umkippen gesichert werden. Dies

Fig. 22.



geschieht am leichtesten, wenn sie von innen her abgesteift werden, und können zu diesem Zwecke auf der innern Seite nach Fig. 22 kurze Spizpfähle, in schräger Richtung gegen die Hauptpfähle eingerammt, und mit diesen fest verbunden werden. Noch sicherer ist es, die Hauptpfähle nach Fig. 23 schräg einzurammen, so daß sie sich gegen die Wasserseite

Fig. 23.

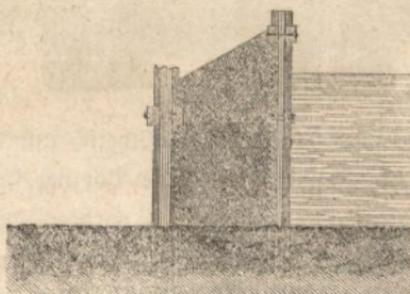


hin neigen, indessen gehören hierzu eigens construirte Rammen, welche für kleinere Bauten zu beschaffen selten möglich ist.

Ist die Wasserhöhe bedeutender als 1,5<sup>m</sup>, so ist die Anwendung eines doppelten oder Kastenfangedammes geboten; ein solcher

besteht aus 2 in gewisser Entfernung von einander aufgestellten möglichst dicht schließenden Holzwänden, und aus einer Erdschüttung, welche den Raum zwischen beiden Holzwänden ausfüllt. Bedingt es die Beschaffenheit und der Zweck des Baues, daß derselbe auf der Wasserseite mit einer Spundwand umgeben wird, so kann man diese, wenn die Wasserhöhe nicht mehr als 2—2,2<sup>m</sup> beträgt, nach Fig. 24 zur Anlage eines Kasten-Fangedammes benutzen, indem man einige Fuß davon entfernt eine schwache später leicht zu beseitigende Spundwand davor schlägt, und den Raum zwischen beiden Spundwänden ausfüllt, oder es kann auch die äußere Wand durch eine Reihe von verholzten Spitzpfählen

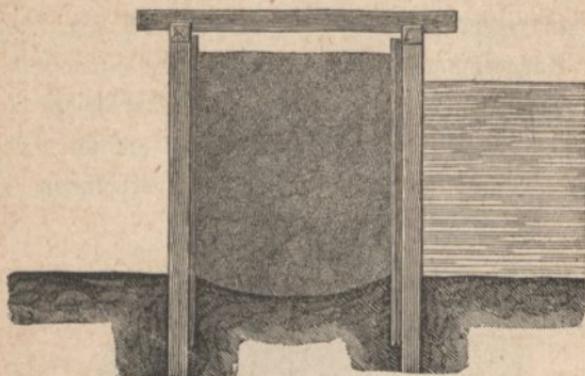
Fig. 24.



mit gegengestellten Brettern hergestellt werden. Im Allgemeinen bestehen aber die Holzwände, welche den Kasten-Fangedamm einschließen, aus zwei Reihen eingerammter Spitzpfähle. Die Pfähle jeder Reihe werden in Entfernungen von  $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ <sup>m</sup> von einander eingerammt, oberhalb nach Fig. 25 durch einen Holm verbunden, und über die Holme werden in Abständen von 2,2—2,5<sup>m</sup> Zangen gelegt, die zur gegenseitigen Verbindung der beiden Pfahlreihen mit einander dienen, und daher mit den Holmen um 5—7<sup>cm</sup> überschritten werden. Gegen die Holme werden vertical stehende Bretter oder auch Bohlen von 5—6<sup>cm</sup> Stärke gesetzt, die wiederum noch 50—60<sup>cm</sup> in die Erde hinein reichen; bei geringer Höhe der Fangedämme genügt es auch, horizontale Bretter an den Pfählen herabzuschieben und an denselben zu befestigen, indessen ist dies Verfahren bei mehr als  $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ <sup>m</sup> Wasserhöhe schon nicht mehr ohne Weiteres anwendbar.

Der Raum zwischen den an beiden Pfahlreihen stehenden Brettwänden wird mit Erde angefüllt, und diese fest eingestampft; man verwendet dazu vorzugsweise fette lehmige Erde, die sich fest zusammen-

Fig. 25.



ballt, jedoch hat eine solche auch ihre Nachteile, und dagegen der Sand als Füll-Material für Fangedämme seine Vorzüge. Vor allen Dingen dürfen in der Ausfüllung keine Holzstücke vorhanden sein, da dieselben zur Bildung von Durchsickerungen wesentlich beitragen; ferner darf der zu verwendende Lehm nicht aufgeweicht sein, da er sonst bei der Einfüllung vollends zu einem dickflüssigen Brei wird, sondern muß in möglichst trockenem Zustande eingebracht werden. Da derselbe nun aber unter Wasser nicht fest eingestampft werden kann, bilden sich darin leicht Höhlungen und Kanäle, die den Durchfluß des Wassers gestatten. Es wird daher häufig eine weniger zähe und lehmige Masse, entweder fette aber lockere Acker- und Gartenerde, oder ein mit Sand vermischter Lehm, selbst reiner Sand, zur Ausfüllung vorgezogen, und verhindert derselbe in der That den Durchfluß des Wassers, indem er sich gleichmäßiger an einander lagert. Man hat auch den Sand, mit etwas Kalk vermischt, zur Ausfüllung angewendet, und damit gute Resultate erzielt; auch ist für besonders schwer zu dichtende Stellen ganz vorzüglich die Verwendung von Pferde-Dünger am Orte. Damit die Füllung sich dem Boden fest anschließt, muß der Grund zwischen den Pfählen vor der Ausfüllung sorgfältig ausgebagert werden; die Baggerung muß

sobald möglichst schnell und ohne Unterbrechung erfolgen, damit das Wasser nicht Gelegenheit erhält, die Erde aufzuweichen; vor Beginn der Ausfüllung muß daher das erforderliche Quantum Erde angefahren werden, und geschieht die Ausfüllung am besten von beiden Enden aus, so daß der Schluß in der Mitte stattfindet.

Die dem Wasser zugekehrte Seite des Fangedammes nennt man stets die äußere oder Vorderseite, die dieser entgegengesetzte, die der Baugrube zugekehrte, die innere oder Hinterseite. Die Breite der Fangedämme wird gewöhnlich bis zu 2,5<sup>m</sup> Höhe gleich der Höhe gemacht; bei größern Höhen macht man die Breite gleich der halben Höhe + 1,25<sup>m</sup>, so daß z. B. ein Fangedamm für eine Wasserhöhe von 5<sup>m</sup> eine Breite von  $5/2 + 1,25 = 3,75^m$  erhält.

Bei einer Höhe der Fangedämme von mehr als 2,5<sup>m</sup>—2,8<sup>m</sup> würden sich ohne weitere Hilfsmittel die vertical stehenden Bretter oder Bohlen schwer einbringen lassen; überdies wird zwar auf der äußern Seite der Druck der Erde, mit welcher der Fangedamm ausgefüllt ist, durch den von Außen her wirkenden Wasserdruck größtentheils aufgehoben, dagegen hat die Verkleidung der innern Seite, nachdem die Baugrube trocken gelegt ist, einen sehr erheblichen Erddruck auszuhalten, welchem eine Brett-Verkleidung, wenn dieselbe auf länger als 2,5—2,8<sup>m</sup> freistehet, nicht hinreichenden Widerstand entgegensezt. Dem entsprechend construirt man für Fangedämme von mehr als 2,8<sup>m</sup> Höhe die Verkleidungen anders, als in Fig. 25 dargestellt, und zwar, den verschiedenen Drucken angemessen, die Verkleidung der äußern Seite abweichend von der der innern. Die Fig. 26 bis 29 zeigen diese Constructionen. Für die Verkleidung der innern Seite werden Rahmen hergestellt, deren jeder nach Fig. 27 aus 2 Kreuzholzpfehlern *m* und zwei dieselben rechtwinklig überkreuzenden und mit ihnen fest verbundenen Bohlen *n* zusammengesetzt ist. Die Länge dieser Rahmen wird, nach dem Grundriß Fig. 28, so bemessen, daß sie genau zwischen 2 Fangedamm-Pfähle hineinpassen, daß also die Kreuzholzpfähle neben den betr. Fangedamm-Pfehlern stehn, während die Bohlen sich gegen die Fangedamm-Pfähle anlegen. Der Rahmen wird nach dem Querschnitt Fig. 27 so tief eingeschlagen, daß die obere Bohle *n* 0,6—1<sup>m</sup> unter dem Pfahlkopf, die

untere Bohle dagegen 0,6 — 1<sup>m</sup> über dem Erdreich liegt. Außerdem werden die Rahmen so neben einander gestellt, daß die Kiegel-Enden des einen Rahmens dicht über oder unter den Kiegel-Enden des dane-

Fig. 26.

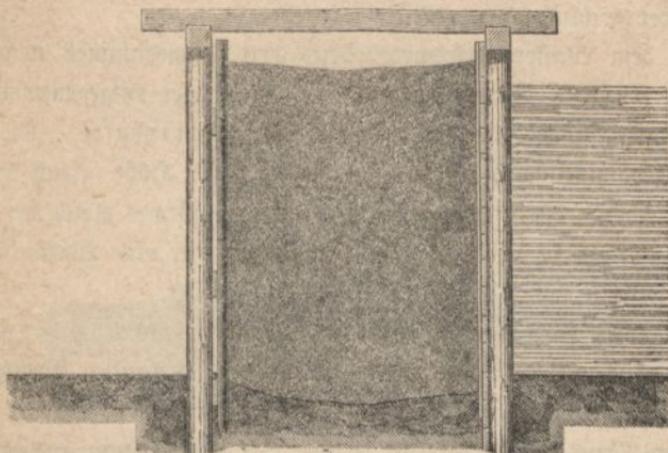
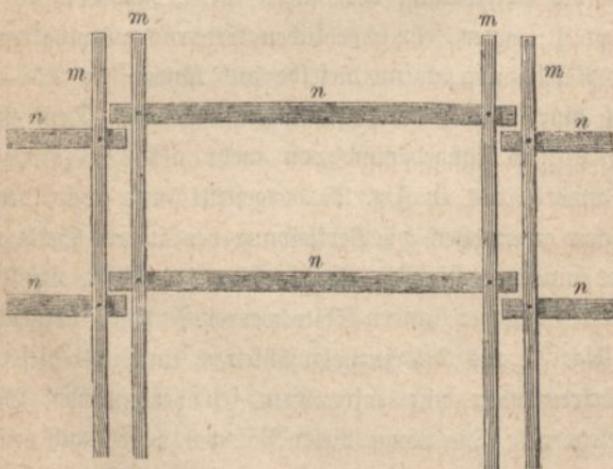


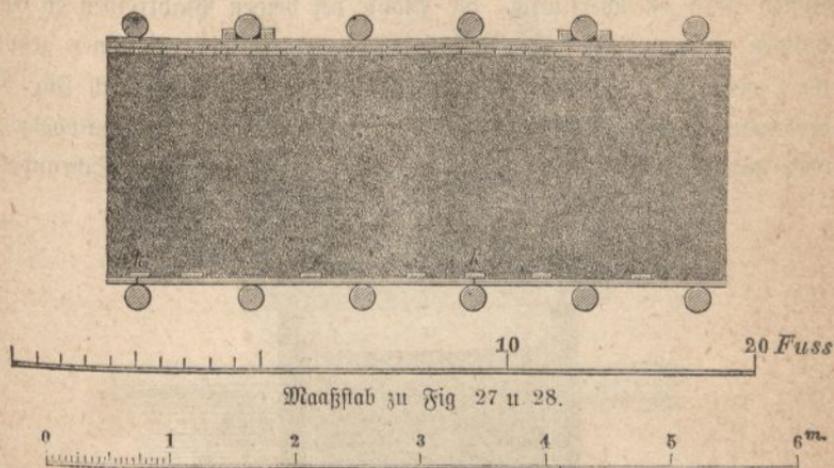
Fig. 27.



ben stehenden Rahmens liegen. Hinter diesen Rahmen wird eine doppelte Reihe starker Bretter oder Bohlen, die unten zugeshärft sind, so aufgestellt, daß die Fugen der einen Reihe durch die Bretter der andern Reihe gedeckt werden, und daß die Bretter resp. Bohlen etwa 2<sup>m</sup>

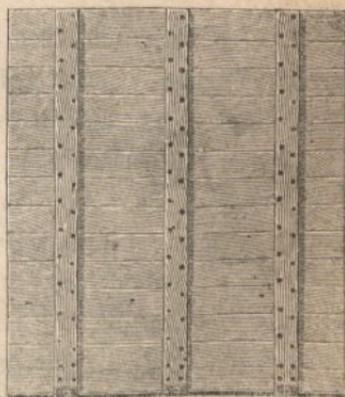
in den Erdboden reichen. Zur Bekleidung der äußern Seite verwendet man schwächer construirte Tafeln, welche nach Fig. 29 aus horizontal liegenden Brettern zusammengesetzt und durch vertical stehende über-

Fig. 28.



genagelte Leisten verbunden sind. Um die Fugen über den horizontal liegenden Brettern dicht schließend zu erhalten, kann man über dieselben noch von Innen kurze Schwarten als Deckleisten nageln. Die Länge dieser Tafeln macht man so groß, daß die Enden je zweier an einander stoßender Tafeln sich auf der Mitte eines Pfahles treffen. Da, wo sie zusammenstoßen, wird eine Bohle *k* eingerammt, so daß die Tafeln durch letztere an die Fangedamm-Pfähle angedrückt werden. Erst nachdem diese Tafeln auf der äußern Seite, und die beschriebenen Rahmen nebst Bekleidung auf der innern Seite, aufgestellt und befestigt sind, werden die Zangen auf die Holme aufgekämmt, und wird dann der innere Raum des Fangedammes mit Erde ausgefüllt. Bei sehr

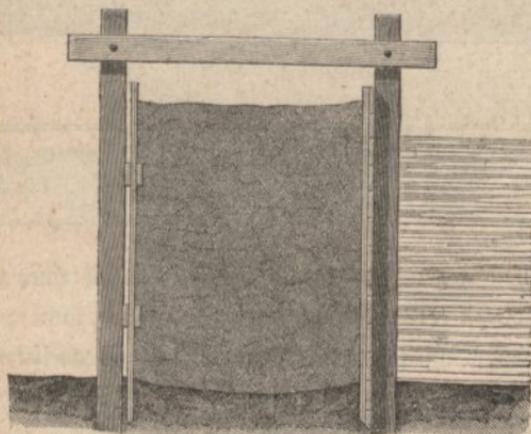
Fig. 29.



hohen Fangedämmen wird statt der beschriebenen Verkleidung der innern Seite, unter Umständen auch der äußern Seite, eine Spundwand von Bohlen oder Halbhölzern geschlagen.

In Verbindung mit den Verkleidungen der beschriebenen Constructionen wird es überflüssig, die Pfähle der beiden Pfahlreihen zu verholmen, und werden beide Reihen jedenfalls kräftiger zusammen gehalten, wenn je 2 gegenüberstehende Pfähle durch Zangen nach Fig. 30 verbunden werden. Diese Zangen können aus hochgestellten Halbhölzern oder starken Bohlen bestehen, werden mit den Pfählen durch Schrauben-

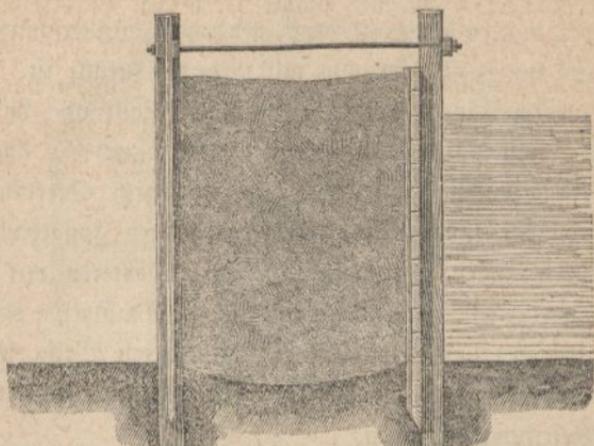
Fig. 30.



holzen verbunden, und wird bei Anwendung von Halbhölzern eine Zange zur Verbindung je zweier Pfähle genügen; besser dürfte es indessen sein, Doppelzangen, aus Bohlen bestehend, anzuwenden, so daß sie die Pfähle von beiden Seiten umfassen. Die innere Verkleidung in Fig. 30 besteht aus zwei Paar nach der Länge des Fangedammes horizontal liegenden Zangen, zwischen welchen eine schwache Spundwand eingerammt ist. Fig. 31 endlich zeigt noch eine andere Construction des Fangedammes, bei welcher die Quierzangen fortfallen; dieselben sind durch lange eiserne Bolzen ersetzt, welche mittelst Kopf und Schraube ebenfalls je 2 gegenüber stehende Pfähle fest verbinden. Die innere Wand ist dadurch hergestellt, daß die innern Pfähle der Länge nach durch Doppelzangen umfaßt sind, zwischen welche eine Spundwand eingerammt ist.

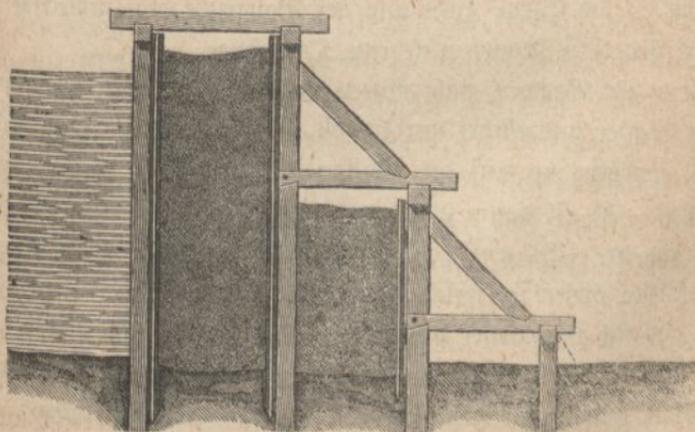
Der Druck, welchem ein Fangedamm Widerstand leisten muß, ist am Fuße desselben am größten, und nimmt nach oben hin ab; es kommt daher vor allen Dingen darauf an, dem Fuße eine widerstandsfähige

Fig. 31.



Stärke zu geben. Um bei sehr hohen Fangedämmen theils an Breite, theils an Höhe und somit an Ausfüllungs-Material zu sparen, theilt man dieselben der Breite nach in einzelne Abschnitte, denen man verschiedene nach dem Innern hin abnehmende Höhen giebt, Fig. 32.

Fig. 32.



Man errichtet dann zuerst den äußern Theil, der die größte Höhe erhält, und dessen Breite man nur gleich  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  der Wasserhöhe macht; dann

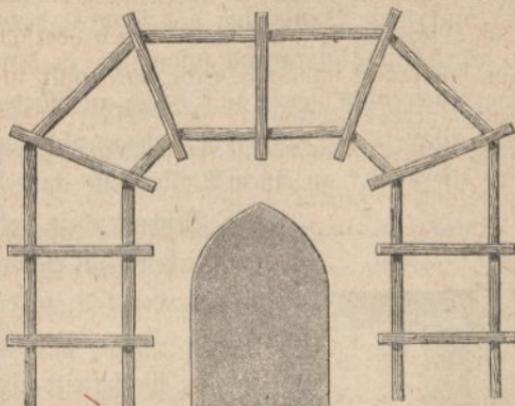
pumpt man in der somit ringsum abgeschlossenen Baugrube das Wasser bis unter die halbe Höhe aus, und errichtet durch Einschlagen einer dritten Pfahlreihe, parallel dem äußern Fangedamm, einen zweiten Fangedamm, dessen Breite man ebenfalls ungefähr gleich der halben Wasserhöhe macht. Die Zangen dieses innern Fangedammes werden an die Pfähle des äußern angebolzt, auch mit denselben überschritten. Nachdem auch der innere Fangedamm mit Erde ausgefüllt ist, kann man ihn durch eine im Innern eingerammte vierte Pfahlreihe, durch Zangen und Streben, noch außerdem absteifen, ebenso auch den äußern hohen Theil des Fangedammes gegen den innern durch Streben absteifen, welche sich von der innern Pfahlreihe des äußern Fangedammes gegen die Zangen des innern gegensetzen, und in die letzteren mit Verjagung eingetrieben werden. Kann die hinterste, 4. Pfahlreihe endlich, nach der in Fig. 32 mit punktirten Linien angedeuteten Weise, schräg eingerammt werden, und zwar mit Dossirung nach Innen, so wird dies zur kräftigern Absteifung beitragen.

Was die Grundriß-Form der Fangedämme anbelangt, so sind in derselben scharfe Ecken stets zu vermeiden, da in solchen die Verbindung der Hölzer, wie sie eben zur Herstellung des Fangedammes nothwendig sind, mindestens unbequem wird; soll daher eine quadratische oder oblonge Baugrube rings umschlossen werden, so bricht man gewöhnlich nach Fig. 33 die Ecken, giebt also der Baugrube eine achteckige Form, und legt über jede stumpfe Ecke eine Quersange.

Wenn ein Bauwerk nicht mitten im Wasser, sondern nur unmittelbar am Wasser ausgeführt werden soll, ist die Baustelle nicht auf allen Seiten, sondern nur auf der Wasserseite durch einen Fangedamm abzuschließen. Es ist dann zuweilen schwierig, den Anschluß des Fangedammes an das Ufer wasserdicht herzustellen, und ist meistens die Anschlußstelle diejenige, welche am ersten undicht wird. Jeder Fangedamm, der sich einem Ufer anschließt, muß noch möglichst tief in dasselbe eingeschnitten werden, und muß der Einschnitt außerdem von Wurzelwerk, Holzstücken und Derartigem sorgfältig befreit werden; sodann ist die Anschlußstelle noch durch Anschüttung eines Erdkegels vor dem Eindringen des Wassers zu sichern. Hat man sich mit dem Fangedamm an

ein freies, von Bauwerken nicht eingeschlossenes Ufer anzuschließen, so wird das keine Schwierigkeiten bieten; muß man sich dagegen an eine vorhandene Spundwand oder an ein Bollwerk anschließen, so wird der

Fig. 33.



Anschluß, wenn er stumpf geschehen muß, auch selten wasserdicht zu erhalten sein, und ist in solchem Falle, wenn die wasserfreie Herstellung der Baugrube unumgänglich nöthig ist, und die Verhältnisse es irgend gestatten, die Ufer-Einfassung (das Bollwerk etc.) zu durchschneiden, und muß der Fangedamm in das Ufer eingreifen. Nur bei massiven Futtermauern, an die man den Fangedamm anschließen muß, ebenso bei felsigem Ufer, ist ein Einschneiden kostbar, und in vielen Fällen unmöglich, und muß man sich da mit einem stumpfen Anschluß begnügen. In diesem Falle ist die Anschüttung eines möglichst mächtigen Erdkörpers der einzige Schutz gegen Durchdringen des Wassers bei der Anschlußstelle, und empfiehlt sich hierbei, wie überhaupt in allen Fällen, wo es auf eine kräftige Abdämmung des Wassers ankommt, die Anwendung von Mist, da derselbe eine compactere Masse bildet, als Erde.

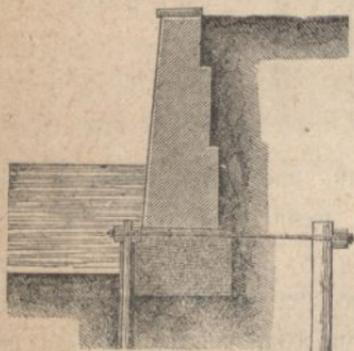
## § 5.

## Die Spundwände.

Dieselben finden nicht nur bei allen Bauten, welche in oder an einem Wasserbecken ausgeführt werden müssen, sondern auch in allen Fällen, in denen das Grundwasser eine Rolle spielt, vielfältige Anwen-

ding. Sie dienen entweder dazu, um die Baugrube während des Baues abzuschließen, ein Strömen des Wassers innerhalb derselben zu verhindern, und — bei Bêton-Fundirungen — um dem Bêton die Fläche anzuweisen, über welche er auszubreiten ist; oder die Spundwände haben auch den Zweck, um, nach Beendigung des Baues, den durch die Last des Bauwerks gedrückten Untergrund zusammen zu halten, und den letzteren vor dem Ausweichen, sowie auch davor zu hüten, daß er durch den Andrang des Wassers von unten her ausgewaschen werde. Wenn z. B. eine massive Ufermauer an einem Wasserlaufe ausgeführt ist, und

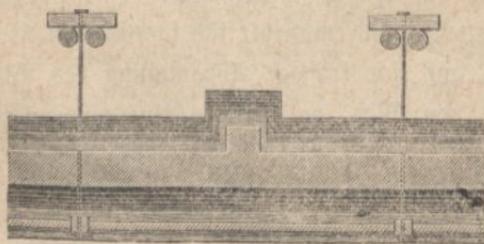
Fig. 34.



der Beschaffenheit des Baugrundes entsprechend, auf Bêtonschüttung fundirt werden soll, so besteht die erste Arbeit darin, daß nach Fig. 34 u. 35 auf der Wasserseite eine Spundwand geschlagen wird; dieselbe dient hier einerseits dazu, während des Baues das strömende Wasser von der Baugrube abzuhalten, andererseits hat sie den Zweck, nach Beendigung des Baues zu verhindern, daß die Erde

unterhalb der Futtermauer fortgedrückt, oder von unten her ausgespült werde. Ist der Untergrund so wenig tragfähig, daß auch ein Ausweichen der Spundwand eintreten könnte, so läßt sich die Stabilität

Fig. 35.



derselben dadurch vermehren, daß man, wie es in den Figuren angedeutet ist, die Spundwand mit sogenannten Erdbankern verbindet, von welchen in einem spätern Abschnitte die Rede sein soll, doch

wird die Vorsichtsmaßregel bei Futtermauern in seltenen Fällen nothwendig werden.

Bei allen Fällen, in welchen, wie bei dem besprochenen, die Dauer des Bauwerks durch die Festigkeit der Spundwand bedingt ist, wird es auch darauf ankommen, alle Theile derselben vor dem Absaulen zu schützen, und gilt daher in Betreff der Höhenlage der Spundwand dasselbe, was bei den Kosten später gesagt wird: daß nemlich die Oberkante der Spundwand noch unter dem bekannten niedrigsten Wasserstande liegen muß.

Die Spundwände bestehen aus dicht neben einander eingerammten Pfählen, welche sich entweder nur unmittelbar berühren, oder, was häufiger geschieht, so mit einander in Verbindung gebracht werden, daß der eine Pfahl mit einer Feder in die Nutz des danebenstehenden Pfahls greift. Die Stärke der Spundwände hängt wesentlich von dem Zwecke ab, für welchen sie bestimmt sind, sodann auch von der Länge, auf welche sie einzurammen sind, häufig auch von der Länge, auf die sie über den Grund und Boden hervorragen. Die Stärke beträgt im Allgemeinen 10—15<sup>zm</sup>, doch kommt es auch vor, daß man zu den Spundwänden 8 resp. 6 und 5<sup>zm</sup> starke Bohlen anwendet, ebenso, wie die Spundwände zuweilen 21—36<sup>zm</sup> stark werden müssen; die Breite der einzelnen Spundpfähle ist keinen besondern Bedingungen unterworfen; jeder dazu zu verwendende Stamm wird viereckig beschlagen, resp. werden die Halbhölzer und Bohlen in der Breite geschnitten, wie sie der Stamm ergibt, und sucht man von jedem zu verwendenden Holzstücke die möglichst größte Breite zu benutzen. Man wendet zu den Spundwänden am häufigsten Kiefernholz an, da bei diesem am wenigsten zu befürchten ist, daß die immerhin nur schwachen Federn, ebenso wie die Baden der Nutze, ausspringen; im Uebrigen ist die zu verwendende Holzart gleichgültig, und ist nur darauf zu sehn, daß alle Hölzer grade gewachsen und grade geschnitten sind, und daß das Holz möglichst frisch ist, oder im Wasser gelegen hat, da trocknes Holz nach dem Einrammen quellen und die Spundwand sich herausdrängen würde.

Die Art der Spundung kann ziemlich verschieden sein, und zeigen die Fig. 36 bis 38 die Formen, welche man den Federn und Nutzen

geben kann. Bei sehr schwachen Spundpfählen von nur 6—8<sup>zm</sup> Stärke ist die dreieckige Spundung oder Keilspundung Fig. 38 die beste, da bei derselben ein Auspringen der Federn oder Backen am wenigsten zu befürchten ist. Bei stärkeren Spundpfählen wendet man fast nur die quadratische Spundung Fig. 36 und 37 an, und zwar giebt man entweder nach Fig. 36 dem einen Pfahl auf jeder Seite eine Nuth, und dem danebenstehenden auf jeder Seite eine Feder, oder man giebt jedem Pfahl auf einer Seite eine Feder, auf der andern Seite eine Nuth. Alle andern Arten der Spundung, sowohl die schwalbenschwanzförmige Fig. 39, als die T förmige, Fig. 40, sind unprac-

Fig. 36.

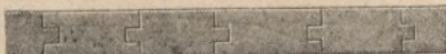


Fig. 37.

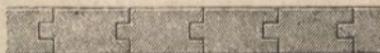


Fig. 38.

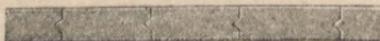


Fig. 39.



Fig. 40.



tisch; denn es ist selbst unter den günstigsten Verhältnissen nicht anzunehmen, daß alle Pfähle einer Spundwand genau vertical eingerammt werden; es ist schon sehr günstig, wenn alle Spundpfähle nach der Längen-Richtung der Wand eine Vertical-Ebene bilden, und werden die meisten Pfähle innerhalb dieser Ebene von der Lothrechten Stellung abweichen. Dieses Abweichen von der Lothrechten ist weder durch eine schwalbenschwanzförmige noch durch eine T förmige Spundung zu verhindern, sondern erfolgt vielmehr ein Ausbrechen von derartig geformten Federn, sobald ein Abweichen der Spundpfähle von der Lothrechten stattfindet.

Die einzelnen Spundpfähle werden nicht zugespitzt, sondern nach Fig. 41 bis 43 zugeshärft, und es ist, damit keiner der Pfähle dem Bestreben nachgiebt, nach einer Seite hin auszuweichen, wichtig, daß die unter sämtlichen Pfählen fortlaufende Schneide möglichst genau

Fig. 41.



Fig. 42.

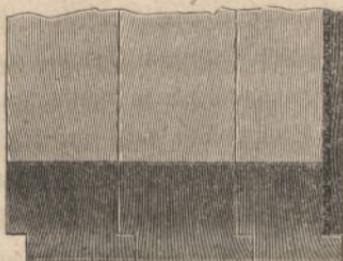
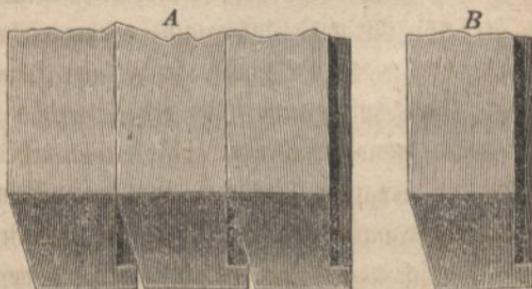


Fig. 43.



unter der Mitte der Pfahlwand liegt. Nachdem eine Parthie von Spundpfählen mit Feder und Ruth versehen ist, werden dieselben neben einander gelegt, und wird nun mittelst Schnurstrahlen auf der ganzen Reihe zugleich die Abschrägung abgeschnürt, was jedenfalls eine gleichmäßigere Form der Schärfe liefert, als wenn jeder Pfahl einzeln abgeschnürt würde. Bisweilen giebt man auch den Pfahlspitzen eine nach der Längenrichtung der Wand keilsförmige Gestalt, so daß zwischen 2 neben einander stehenden Pfählen unterhalb ein dreiseitiger freier Raum bleibt; häufiger schrägt man jeden Pfahl nur, nach Fig. 44 A und B auf

Fig. 44.



einer Seite, und zwar auf der Seite ab, in welche die Ruth eingeschnitten ist, indem man hiermit bezweckt, daß der neu einzurammende Pfahl an den schon eingerammten fest herangedrückt wird. Jede der

artige Abschrägung, sobald durch dieselbe an den Pfahlspitzen zwischen je 2 Pfählen eine Lücke gebildet wird, ist indessen mindestens von sehr zweifelhaftem Erfolg, da, wenn sich beim Einrammen der Pfähle ein fester Körper, ein Stein oder ein Wurzelstück in diesen Zwischenraum drängt, grade hierdurch am leichtesten bewirkt werden kann, daß zwei neben einander stehende Pfähle von einander abgedrängt werden, und die Spundwand somit eine undichte Stelle erhält. Bei weitem empfehlenswerther, und bei sehr festem steinigem Grunde oft nicht zu umgehn, ist die beim Einschlagen der Spundwände häufig angewandte Vorsicht, daß man jeden einzelnen Spundpfahl mit einem Pfahlschuh versieht, (Fig. 45 A und B).

Fig. 45.



Ein solcher ist im Querschnitt ganz ähnlich gestaltet, wie die bei den Spitzpfählen angewandten Pfahlschuhe, besteht ebenfalls aus Schmiedeeisen, erhält aber nicht eine pyramidenförmige Spitze, sondern eine breite Schneide, legt sich mit langen breiten Backen an die Pfahlspitze an, und wird mit starken Nägeln an dieselbe angeschlagen.

Das Einrammen einer Spundwand ist eine schwierige Arbeit, erfordert große Aufmerksamkeit, und bedingt besondere Vorkehrungen, um zu verhindern, daß einzelne Pfähle aus der Fluchtlinie ausweichen, oder die ganze Spundwand aus der vorgeschriebenen Fluchtlinie kommt. Schon jeder einzeln stehende Spitzpfahl comprimirt beim Einrammen das umgebende Terrain, und wird durch nicht vorherzusehende Hindernisse, namentlich Steine oder Holzstücke, leicht aus seiner verticalen Stellung gedrängt; das Zusammendrücken des Erdreichs ist aber bei einer Reihe dicht nebeneinander stehender Pfähle noch erheblicher, und das Abweichen von der verticalen Richtung bei Spundpfählen ganz besonders gefährlich, weil dadurch ein Abspringen der Federn oder Ruthbacken, und ein Abweichen aus der Fluchtlinie herbeigeführt werden kann. Um dies zu verhindern, wird vor dem Beginn der eigentlichen Ramm-Arbeiten eine sogenannte Lehre aufgestellt: ein Gerüst, welches sämtliche Spundpfähle in der für sie beabsichtigten Lage erhält. Ein

solches Gerüst besteht gewöhnlich nach Fig. 46 aus zwei horizontal neben einander liegenden Zangen oder Zwingen, welche von eingerammten Pfählen fest unterstützt sind, und welche in einem solchen Abstände von einander entfernt liegen, daß zwischen ihnen die Dicke der Spundpfähle mit etwas Spielraum Platz findet. Es ist genügend, wenn die Zangen auf je 2,8—3<sup>m</sup> einmal unterstützt sind, aber nothwendig, daß sie mit den Pfählen und unter sich durch einen Schraubenbolzen verbunden werden. Da die beiden gegenüberstehenden Pfähle das zunächst befindliche Terrain jedenfalls comprimiren, und das Eindringen des zwischen ihnen einzurammenden Spundpfahls erschweren, kann man die Pfähle auch, nach Fig. 47, schräg einrammen, und wird damit jener Uebelstand wesentlich verringert.

Der Schraubenbolzen zur Verbindung der Zwingen unter sich und mit den Pfählen muß natürlich beseitigt werden, sobald grade zwischen beiden Pfählen ein Spundpfahl eingerammt werden soll, und werden dann die Zangen mit dem nächststehenden bereits gerammten Spundpfahl verbolzt. Zwischen den Zwingen wird nun gewöhnlich nicht jeder Spundpfahl einzeln aufgestellt, und auf die vorgeschriebene Tiefe eingerammt, sondern es wird zunächst eine ganze Reihe von Spundpfählen neben einander aufgestellt; und zwar so, daß die Spundpfähle nicht dicht gedrängt an einander stehn, sondern daß immer zwischen je zweien ein kleiner Spielraum verbleibt. Denn abgesehen davon, daß ein Quellen der Spundpfähle, nachdem dieselben eine Zeitlang im Wasser gestanden haben, nicht ausbleiben kann, ist auch die Reibung der Spundpfähle an dem Erdreich beim Einrammen ohnehin erheblich, und muß eine Vermehrung desselben verhütet werden. Aus demselben Grunde ist es nothwendig, daß sämtliche Federn mit etwas Spielraum in den Nuthen gehen.

Nachdem die Pfähle so aufgestellt sind, daß alle Federn und Nuthen gehörig in einander greifen, beginnt das Rammen. Auch hierbei wird nicht der erste Pfahl, und sodann jeder folgende, von vornherein auf die erforderliche Tiefe gerammt; geschähe dies, so würde der zuletzt eingerammte Pfahl mit dem zunächst einzurammenden auf eine so geringe Länge mittelst Feder und Nuthen verbunden sein, daß eine Führung des

einzurammenden Pfahles durch den schon gerammten nicht erreicht würde, und daher ohne Trennung der einzelnen Pfähle von einander, und ein Ausweichen aus der Fluchtlinie leicht eintreten könnte. Ein solches Aus-

Fig. 46.

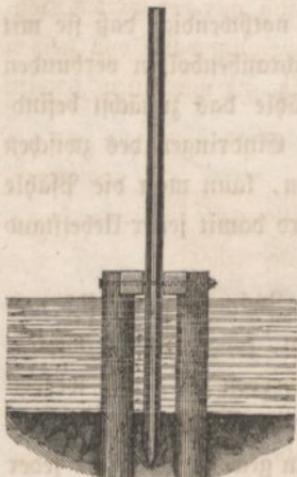


Fig. 47.

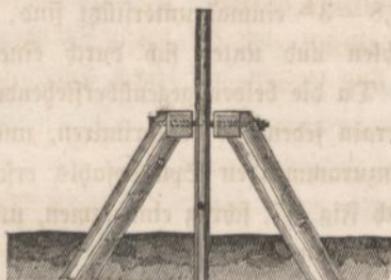
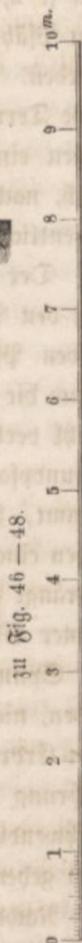
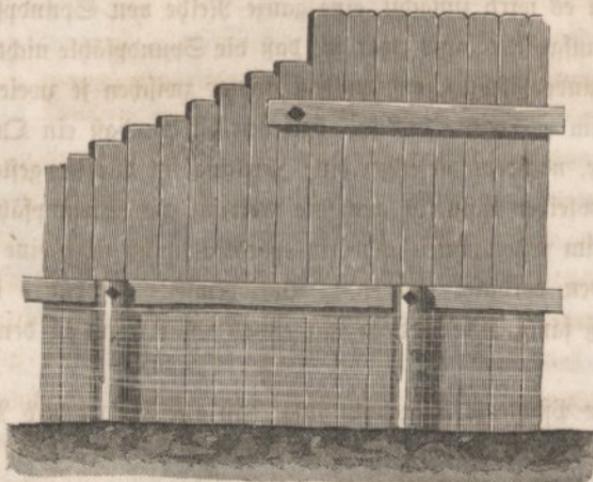


Fig. 48.

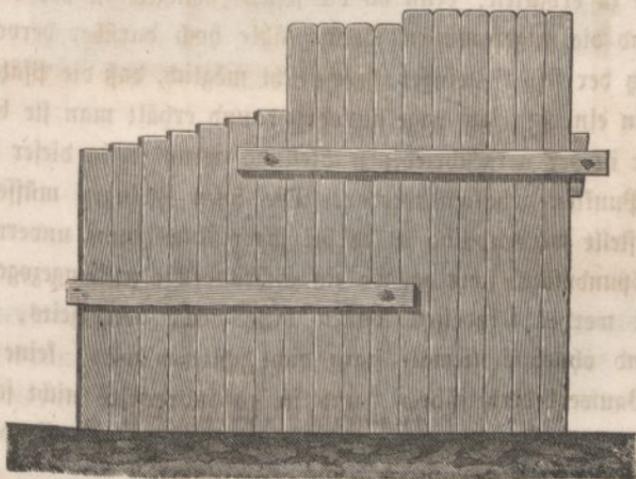


weichen trachtet man vielmehr dadurch zu verhindern, daß während der ganzen Ramm-Arbeit die Federn und Ruthe auf möglichste Länge in einander greifen, und muß daher ein tieferes Eindringen bei allen

Pfählen möglichst gleichmäßig fortschreiten, so daß die Ramme mehrere Male über eine und dieselbe Spundwand fortgeht.

An Stelle der durch besonders eingerammte Pfähle fest unterstützten Zwingen, der sogenannten festen Zwingen wendet man auch häufig lose Zwingen an, welche lediglich an den einzurammenden Spundpfählen befestigt werden. Sie bestehen gewöhnlich nur aus starken Bohlen, umschließen, wie die festen Zwingen, die Spundwand von beiden Seiten, und werden auf einem Ende, nach Fig. 49 mit einem bereits

Fig. 49.



gerammten Spundpfahl durch einen Schraubenbolzen verbunden, während eine vorläufige Feststellung der Spundwand in lothrechter Richtung am andern Ende durch eine Absteifung der Zwingen erfolgen kann. Die Zwingen werden hinter dem letzten lose eingestellten Spundpfahl ebenfalls durch einen Schraubenbolzen verbunden, und wird zwischen diesen und den letzten Pfahl ein breiter Keil gesteckt, der indessen nicht zu fest angezogen werden muß, damit er, beim Einrammen der zunächst stehenden Spundpfähle, die Reibung derselben an einander nicht vermehrt. Den letzten Spundpfahl in der aufgestellten Reihe wird man stets nicht mit den vorhergehenden gleichmäßig tief, sondern nur so tief einrammen, daß er vorläufig eben fest steht, und wird ihn dann erst mit der später aufzustellenden Reihe zusammen tiefer ein-

schlagen; denn abgesehen davon, daß der zwischen den letztern Pfahl und den die Zwingen verbindenden Schraubenbolzen gesteckte Keil sich grade beim Einrammen dieses Pfahls am leichtesten klemmt, und die Arbeit unbequem macht, ist es nothwendig, daß der jedesmalige letzte Pfahl in der Reihe auch bezüglich der Höhe eine Vermittlung zwischen den gerammten und den noch zu rammenen Spundpfählen darstellt.

Man wendet übrigens die losen Zwingen auch sehr häufig in Verbindung mit den festen Zwingen an, wie dies in Fig. 48 angedeutet ist, um die Spundpfähle sichrer in der lothrechten Stellung und in der Fluchtlinie zu erhalten; denn da die festen Zwingen in der Regel tief liegen, und die ungerammten Spundpfähle hoch darüber hervorstehen, ist es, trotz der festen Zwingen, sehr leicht möglich, daß die Pfähle beim Einrammen eine geneigte Lage annehmen, und erhält man sie bei Weitem sichrer in der vorgeschriebenen Stellung, wenn sie in dieser letzteren an zwei Punkten gehalten werden. Die losen Zwingen müssen zwar häufig verstellt werden, und ist es bei ihrer Anwendung unvermeidlich, daß die Spundpfähle stets da, wo ein Schraubenbolzen eingezogen wird, durchbohrt werden; indessen können diese Löcher einerseits, da eine Spundwand ohnehin niemals ganz dicht schließen wird, keine Gefahr für das Bauwerk herbeiführen, und ist es andererseits nicht schwierig, die Löcher, nach Herausnahme der Bolzen, mit einem passenden, am besten etwas keilförmig zugehenden Pflock zu dichten.

Längere Spundwände versteht man häufig mit sogenannten Hauptpfählen, Richtepfählen oder Ruthpfählen, nach Fig. 50 bis 52; das sind stärkere Pfähle, welche sich in Entfernungen von 3—6<sup>m</sup> wiederholen, und auf zwei Seiten mit einer Ruth versehen werden, in welche die Spundwände mit Federn eingreifen, während sie auf den beiden andern Seiten vor der Spundwand vorstehn. Diese Pfähle werden vorweg, und zwar, wenigstens annähernd, sogleich auf die erforderliche Tiefe, eingerammt, und sind daher ganz besonders dazu geeignet, die Fluchtlinie der Spundwand von vornherein genau festzustellen; sie haben außerdem noch den Vortheil, daß man sie zur Befestigung der Zwingen für das Einrammen der Spundwände benutzen kann. Dagegen haben sie auch wieder einzelne Nachtheile, namentlich den, daß sie

das gleichmäßige Einrammen eines längeren Theils der Spundwand verhindern; ein einzeln eingerammter Pfahl verzieht sich überdies leicht aus der für ihn bestimmten Richtung und Stellung, während es seltner

Fig. 50.

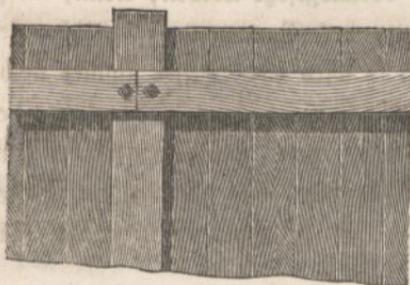


Fig. 52.



Fig. 51.



vorkommen wird, daß unter einer Reihe gleichzeitig eingerammter Spundpfähle Einzelne von der Richtung erheblich abweichen. Es tritt daher leichter die Gefahr ein, daß die Spundwand größere Fugen erhält, wenn jene Richtepfähle von den Spundwand-Pfählen unabhängig eingerammt werden.

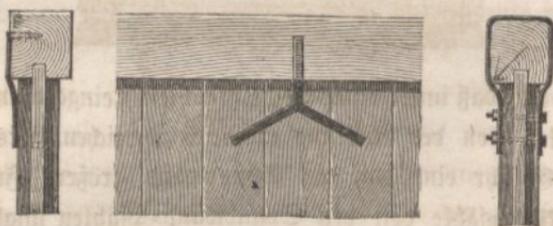
Man läßt auch häufig bei Spundwänden die Verbindung durch Feder und Ruth fort, und läßt die einzelnen Spundpfähle nur stumpf an einander stoßen; dies hat jedenfalls den Vortheil einer nicht unerheblichen Ersparniß für sich. Die Federn werden im Allgemeinen den Querschnitt von einem Quadrat erhalten, dessen Seite gleich  $\frac{1}{3}$  der Stärke des Spundpfahls, also bei einer 15<sup>zm</sup> starken Spundwand gleich 5<sup>zm</sup> ist; ein 30<sup>zm</sup> breiter Spundpfahl, der mit seiner Feder 5<sup>zm</sup> tief in den nebenstehenden Pfahl eingreift, verliert somit um  $\frac{1}{6}$  an nutzbarer Breite. Ueberdies haben sowohl die Federn wie auch die Ruthbacken eine zu geringe Holzstärke, als daß sie wesentlich dazu beitragen könnten, das Ausweichen einzelner Pfähle zu verhindern; sie brechen vielmehr leicht ab, sobald ein solches Abweichen durch andere Umstände

herbeigeführt wird, haben also nicht eben einen namhaften Zweck, und kann man daher in der That annehmen, daß Spundwände ohne Feder und Ruth unter Umständen ebenso dicht schließen, als bei Anwendung einer Spundung. Ein vollständig wasserdichter Schluß kann überhaupt bei Spundwänden niemals vorausgesetzt werden; wenn, im günstigsten Falle, auch nach Beendigung des Rammens sämtliche Federn und Ruthen in einander greifen, so wird das Wasser immer noch Gelegenheit haben, zwischen Feder und Noth durchzubringen; wenn demnach bei einer ohne Spundung gerammten Wand sämtliche Pfähle einigermaßen fluchtrecht stehen, so wird schon durch das Quellen im Wasser bewirkt, daß erhebliche Fugen zwischen den an einander stehenden Pfählen nicht vorkommen.

Fig. 53.

Fig. 54.

Fig. 55.



Als obere Begrenzung erhalten die Spundwände einen Holm; dieser wird, nach Fig. 53 bis 55 an der Unterseite mit einer Ruth versehen, in welche die Spundpfähle mit einer Feder eingreifen. Soll der Holm mit der Spundwand besonders fest verbunden werden, so verwandelt man bei einzelnen Spundpfählen jene Feder in einen durch die ganze Höhe des Holms hindurchreichenden Zapfen, der von oben her verkeilt wird; außerdem kann der Holm mit einzelnen Spundpfählen noch durch starke eiserne Klammern oder Bänder verbunden werden. Die Klammern erhalten am besten nach Fig. 53 u. 54 drei Arme, an deren jedem eine mit Widerhaken versehene starke eiserne Spitze angeschmiedet ist, die eisernen Bänder umfassen, nach Fig. 55 den Holm und die Spundpfähle von beiden Seiten hindurch und werden durch starke Nägel

angeschlagen, oder mittelst Bolzen angeschraubt. — Bei Spundwänden von weniger als 10<sup>m</sup> Stärke würde die in den Holm greifende Feder zu schwach, und werden daher bei solchen Spundwänden statt des Holms Zangen angebracht, welche, nach Fig. 52 die Spundwand von beiden Seiten umschließen, und mit letzteren, resp. mit den Ruthpfählen, zusammen gebolzt werden.

## § 6.

## Die Rammen.

Man bedient sich ihrer zum Einschlagen aller Arten von Pfählen; es ist in dem Vorhergehenden schon mehrfach die Rede davon gewesen, daß sich den Pfählen beim Einrammen ein größerer oder geringerer Widerstand, je nach der Beschaffenheit des zu durchbringenden Erdreichs, entgegensetzt; derselbe wird überwunden, indem ein schwerer Körper, der sogenannte Rammklotz oder Rammbar, auch Bär schlechtweg genannt, auf eine gewisse Höhe gehoben wird, und von dieser auf den Pfahl herabfällt. Das Produkt aus der Masse des herabfallenden Körpers, und der Höhe, von welcher aus derselbe dem freien Fall überlassen wird, giebt also das Moment für die von dem Bären zu verrichtende Arbeit, und auch zugleich das Moment für die Arbeit, welche zu verrichten ist, um den Rammklotz auf die erforderliche Höhe zu heben. Doch ist zu diesem letzteren Moment, sobald die Arbeit durch Maschinen verrichtet wird, ein nicht unerheblicher Procentsatz auf Reibung, Steifigkeit der Seile u. hinzu zu rechnen.

Der Widerstand, welchen der Pfahl beim Eindringen in die Erdschichten zu überwinden hat, ist ein sehr verschiedener; er richtet sich nicht nur nach der Beschaffenheit der Schichten, sondern auch nach der Tiefe, auf welche der Pfahl eingeschlagen ist. Nach diesem Widerstande muß sich daher auch die Schwere des Rammklotzes, und die Höhe richten, von welcher derselbe herabfällt, und hiernach die Art und Weise, in welcher er gehoben wird.

Je nach der verschiedenen Art, wie das Heben des Rammbaren erfolgt, unterscheidet man: Handrammen und Zugrammen, und ist bei letzteren die gewöhnliche Lauframme oder Zugramme

von der Kunstramme zu unterscheiden. Eine Vervollkommnung, resp. Umformung dieser letzteren ist endlich die Dampfamme.

#### a. Die Handramme.

Sie hat gewöhnlich die Form eines abgestumpften Kegels oder einer abgestumpften achtheitigen Pyramide, und besteht entweder ganz aus Holz, und zwar gewöhnlich aus Eichenholz, oder, im untern Theil auch aus Eisen.

Die Handramme wird, ohne weitere Vermittlung von Hebewerkzeugen, mit der Hand gehoben, und zwar gewöhnlich von 4 Arbeitern; sie wird daher nach Fig. 56 mit Bügeln, Armen, oder Handhaben versehen, an welchen die Arbeiter angreifen. Am untern Ende wird sie mit einem oder mehreren fest anschließenden, und daher gewöhnlich in heißem Zustande aufgetriebenen eisernen Ringen umgeben, um ein Zerspringen des Klotzes zu verhüten, auch besteht der Theil unterhalb der Ringe zuweilen ganz aus Eisen. Die Arbeiter heben die Ramme auf eine Höhe von 50 bis 60<sup>zm</sup>, lassen sie dann frei herabfallen, und kann das Gewicht, welches hierbei ein Arbeiter auf die Dauer zu heben vermag, höchstens auf 13<sup>k</sup> veranschlagt werden; das Gewicht einer viermännigen Ramme darf daher auch nicht mehr als 50<sup>k</sup> betragen, und ist der Effect der Handramme somit nur ein geringer.

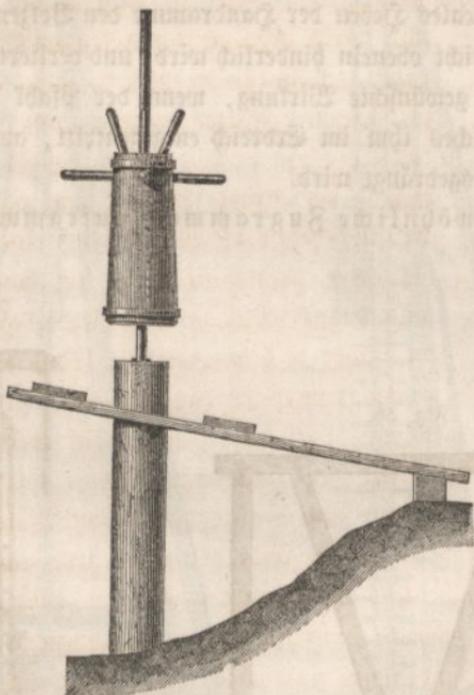
Fig. 56.



Sie kann deshalb auch nur zum Einrammen solcher Pfähle benutzt werden, die wenige Fuß tief in die Erde dringen sollen, also für provisorische Anlagen, namentlich zum Einschlagen von Pfählen für kleine Fangedämme oder schwache Spundwände zc. Außerdem ist aber auch das Arbeiten mit der Handramme unbequem und zeitraubend; jeder einzuschlagende Pfahl wird in der Regel die Aufstellung eines besondern Gerüstes erfordern, von welchem aus die Arbeiter in den Stand gesetzt sind, die Handramme zu heben und auf den Pfahlkopf herabfallen zu lassen, und dieses Gerüst muß außerdem, nachdem der Pfahl 50 höchstens 60<sup>zm</sup> tief eingesunken ist, verändert werden, um den Arbeitern das Weiterrammen zu ermöglichen. Man hat zwar, um einerseits das Auf-

bauen und Verändern der Gerüste zu vermeiden, und um andererseits den Effect der Arbeit zu vergrößern, den einzurammenden Pfahl selbst zum Tragen des Gerüsts benützt, indessen ist dies nicht unter allen Umständen möglich, außerdem auch mit Schwierigkeiten verknüpft, und ist Vorsicht dabei erforderlich. Es wird hierbei durch den Pfahl, etwa 30<sup>cm</sup> unterhalb des Kopfes, ein starker Bolzen gezogen, und werden über diesen einige Bretter gelegt, welche auf dem andern Ende von einem Schiffsgesäß aus — wenn der Pfahl mitten im Wasser steht — oder nach Fig. 57 vom Ufer aus, wenn der Pfahl in dessen Nähe steht,

Fig. 57.



unterstützt werden. Ein Paar über diese Bretter quer gelegte Bohlen oder Bretter vor und hinter dem Pfahl vervollständigen das Gerüst, auf welchem allenfalls 4 Arbeiter stehen können; jedoch muß durch ein hinreichendes Gegengewicht an demjenigen Ende, an welchem die Arbeiter nicht stehen, gegen ein Ueberkippen gesorgt werden. So lange der Pfahl noch nicht hinreichend fest eingerammt ist, um dem Gerüst als Stütze

dienen zu können, muß er, so gut es geht, durch Absteifen vor dem Umfallen gesichert werden.

Bisweilen benutzt man auch einen in den Pfahlkopf vertical eingebohrten eisernen Bolzen dazu, um an diesem entlang die Handramme zu heben und zu senken; die letztere muß dann der Länge nach in der Aze durchbohrt sein, so daß der Bolzen, ohne Reibung zu verursachen, hindurchgeht. Dadurch, daß die Handramme auf diese Weise stets in genau verticaler Richtung auf den Pfahl herabfallen muß, wird der Effect unter Umständen erhöht, indessen ist die Effect-Vermehrung nur gering, es gehören ganz besonders geschickte Arbeiter dazu, um durch ein genau verticales Heben der Handramme den Bolzen so zu benutzen, daß er ihnen nicht obenein hinderlich wird, und verliert die Vorkehrung vollständig die gewünschte Wirkung, wenn der Pfahl durch irgend ein Hinderniß, welches ihm im Erdreich entgegentritt, aus der verticalen Stellung herausgedrängt wird.

b. Die gewöhnliche Zugramme, Laufamme oder Läuferramme.

Fig. 58.

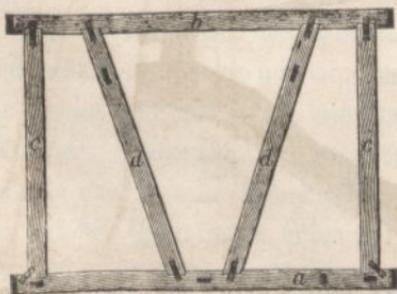
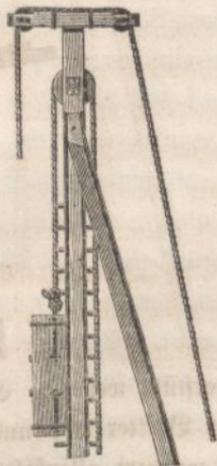


Fig. 61.

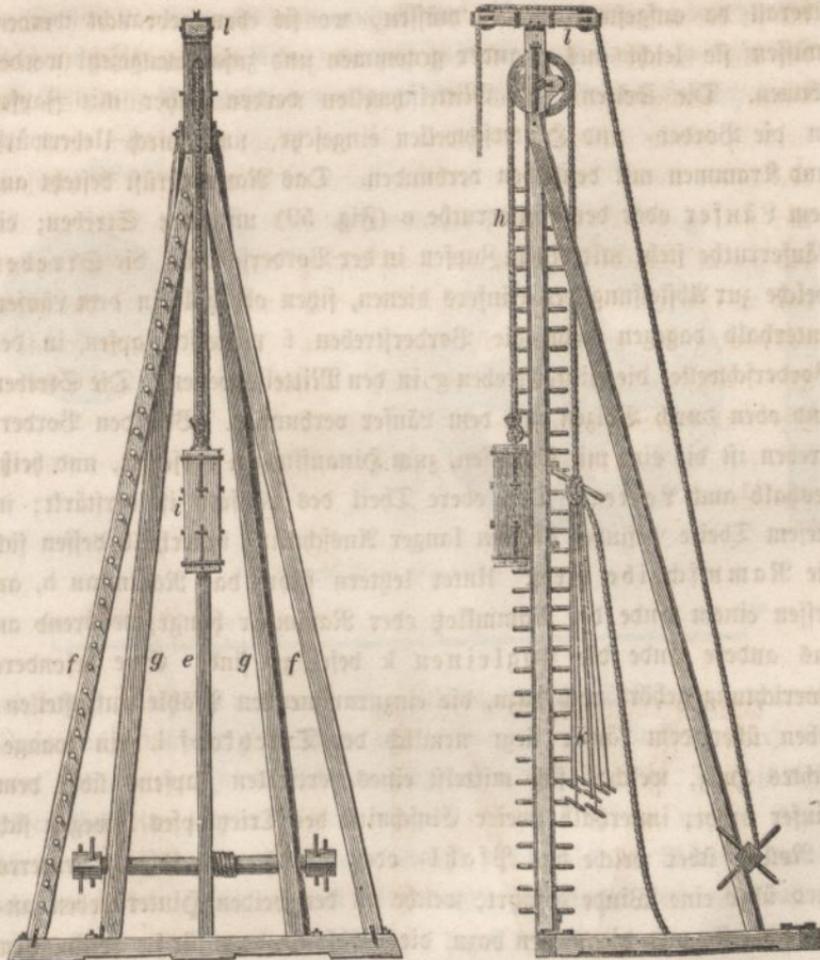


Bei dieser wird der Rammbär mittelst eines starken Taaes gehoben, welches über eine mit einer Spur versehene Scheibe geführt wird. Zur Auf- und Abwärts-Bewegung des Bären in einer Vertical-Ebene

und zur Aufnahme des Zapfenlagers, in welchem sich die Scheibe bewegt, dient die Läufertruhe, diese wird von dem Rammergerüst unterstützt, und letzteres steht auf dem Schwellwerk.

Fig. 59.

Fig. 60.



Maßstab zu Fig. 58 - 61.

Die älteste und immer noch häufig angewendete Construction der gewöhnlichen Läufertruhramme ist in den Fig. 58 bis 61 dargestellt; das Schwellwerk ist viereckig und besteht aus der Vorderschwelle a

(Fig. 58), der Hinterschwelle b, den beiden Seitenschwellen c, und den Mittelschwellen d. Der Raum über dem Schwellwerk heißt die Kammstube; hier stehen die Arbeiter auf losen über die Schwellen gelegten starken Brettern oder Bohlen. Da die Krammen überall da aufgestellt werden müssen, wo sie eben gebraucht werden, müssen sie leicht aus einander genommen und zusammengesetzt werden können. Die Seiten- und Mittelschwellen werden daher mit Zapfen in die Vorder- und Hinterschwellen eingesetzt, und durch Ueberwürfe und Krammen mit denselben verbunden. Das Krammgerüst besteht aus dem Läufer oder der Läufertruhe e (Fig. 59) und den Streben; die Läufertruhe steht mit einem Zapfen in der Borderschwelle, die Streben welche zur Absteifung des Läufers dienen, sitzen oberhalb in dem Läufer, unterhalb dagegen stehen die Vorderstreben f mittelst Zapfen in der Borderschwelle, die Hinterstreben g in den Mittelschwellen. Die Streben sind oben durch Bolzen mit dem Läufer verbunden. Von den Vorderstreben ist die eine mit Sprossen, zum Hinaufsteigen versehen, und heißt deshalb auch Leiter. Der obere Theil des Läufers ist verstärkt; in diesem Theile befindet sich ein langer Ausschnitt, innerhalb dessen sich die Kammscheibe dreht. Unter letztern führt das Kammtau h, an dessen einem Ende der Kammklotz oder Kammbär hängt, während an das andere Ende die Zugleinen k befestigt sind. Eine besondere Vorrichtung gehört noch dazu, die einzurammenden Pfähle aufzustellen: Oben über dem Läufer liegt nemlich der Trietzkopf l, ein waagrechttes Holz, welches sich mittelst eines verticalen Zapfens über dem Läufer dreht; innerhalb zweier Einschnitte des Trietzkopfes bewegen sich 2 Rollen, über welche das Pfahl- oder Windetau führt. Letzteres wird über eine Winde geführt, welche an den beiden Hinterstreben angebracht ist, und dient eben dazu, die Pfähle an dem für sie bestimmten Ort in verticale Stellung aufzurichten.

Betrachten wir nun die genannten Theile einzeln, und zwar zunächst die Kammscheiben. Sie bestehn entweder aus Holz oder aus Gußeisen; sie haben häufig nur 30 bis 40<sup>mm</sup> Durchmesser, doch verdienen größere, von 98 bis 1<sup>m</sup> Durchmesser, den Vorzug, weil sie eine bedeutende Ersparung an Kraft erzielen, und weil durch kleine Scheiben

namentlich viel Kraft zur Ueberwindung der Steifigkeit des Seils verloren geht. Kleinere Scheiben werden massiv, aus 5 Bohlenstücken zusammengesetzt, Fig. 62, und diese durch eiserne Schienen verbunden. Größere Scheiben werden aus mehreren Stücken zusammengesetzt, so daß sie, ähnlich den Wagenrädern, aus Armen und Felgenstücken bestehen (Fig. 63 A und B). Die Arme werden zusammengestemmt, so daß einer derselben ganz durchgeht, der andere aber aus 2 Stücken besteht, die in

Fig. 62.

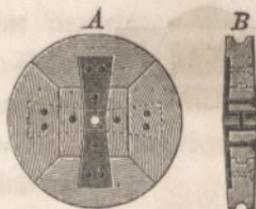
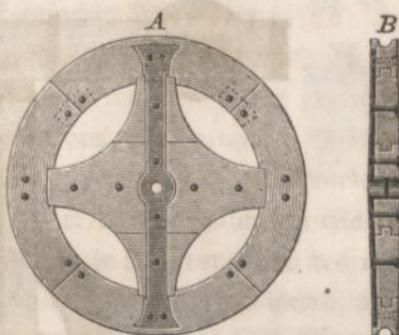
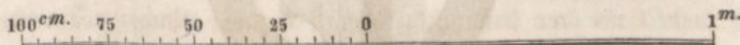


Fig. 63.



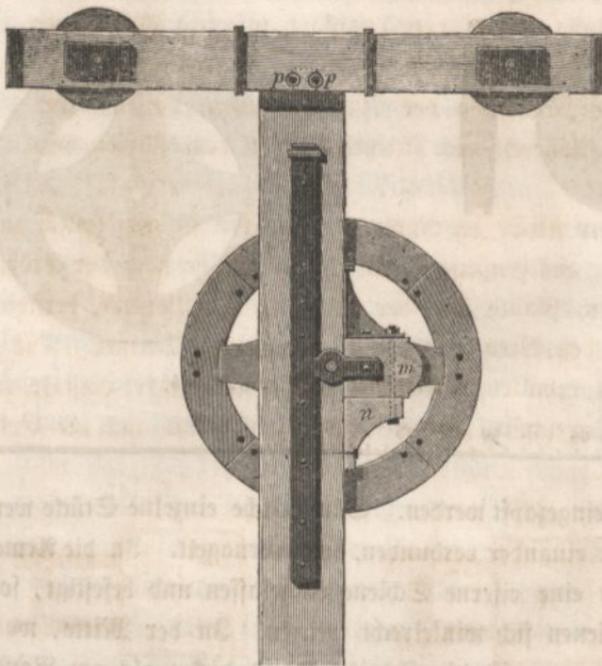
Maafstab zu Fig. 62—65.



den ersten eingezapft werden. Sämmtliche einzelne Stücke werden durch Zapfen mit einander verbunden, und vernagelt. In die Arme wird auf jener Seite eine eiserne Schiene eingelassen und befestigt, so daß diese beiden Schienen sich winkelrecht kreuzen. In der Mitte, wo die Arme sich durchkreuzen, ist die Scheibe etwas dicker als am Rande, damit sich ihre Fläche nicht an den Wandungen im Ausschnitt des Läufers reiben kann. In die Schienen wird durch die Arme eine Buchse eingesteckt, welche am besten aus Messing besteht, um eine geringere Reibung zu erlangen. Die Scheibe muß so angebracht sein, daß das über dieselbe geführte Kammtau parallel dem Läufer geht, also daß es auf der äußern Seite ungefähr um die halbe Dicke des Bären von dem Läufer entfernt ist. Hiernach richtet sich die Lage des Volzens, um welchen sich die Scheibe dreht, und kann für kleine Scheiben jener Vol-

zen nach Fig. 61 in der Läufer ruthe selbst liegen; es wird in diesem Falle auf jede Seite der Läufer ruthe eine eiserne Platte befestigt, und dienen diese dem Bolzen als Zapfenlager. Ist dagegen der Durchmesser der Scheibe so groß, daß der Bolzen, den angegebenen Bedingungen entsprechend, jenseits der Läufer ruthe liegen muß, so wird das Lager für denselben nach Fig. 64 durch 2 eiserne Schienen gebildet, welche von den Läuferarmen m und den Knaggen n unterstützt werden. Die

Fig. 64.



Läuferarme sind durch ein Winkelleisen, durch Nägel und Krammen außerdem noch mit dem Läufer verbunden. In die Schienen sind eiserne Buchsen eingesetzt, durch welche der Bolzen gesteckt wird, der die Achse der Rammscheibe bildet. Bei kleinern Rammscheiben liegt der Bolzen in der Buchse fest, und die Scheibe dreht sich um denselben; eine Scheibe von über 1<sup>m</sup> Größe hingegen darf nicht mehr lose auf der Achse sitzen, weil die hierbei unvermeidlichen Seiten-Schwankungen zu bemerklich werden, und die Arbeit erschweren würden. Scheiben von

jener Größe müssen vielmehr mit der Achse fest verbunden sein, und letztere dreht sich in den Buchsen. In diesem Falle wird die Achse in der Mitte viereckig, an den Enden rund ausgeschmiedet und abgedreht, und die Buchsen müssen als vollständige Achsenlager construirt sein.

Der über der Läufer ruthe liegende Trietzkopf wird durch 4 eiserne Bänder zusammen gehalten; er erhält da, wo die Rollen eingesetzt werden, auf jeder Seite ein starkes Eisenblech mit einer Buchse, durch welche die Bolzen durchgesteckt werden. Der Zapfen, auf welchem sich der Trietzkopf dreht, erhält, nach Fig. 65, rings herum eine Vertiefung; wenn der Trietzkopf aufgelegt ist, werden 2 Bolzen p (Fig. 64) durch denselben durchgesteckt, die genau in jene Vertiefung des Zapfens hinein passen, und welche ein Abheben des Trietzkopfes von dem Zapfen verhindern.

Fig. 65.



Der Rammbär bei Rammen dieser Art ist gewöhnlich aus Eichenholz, seltener aus Gußeisen; sein Gewicht ist, je nach der Größe des einzurammenden Pfahls und der Festigkeit des Bodens, verschieden, und wechselt in den Grenzen zwischen 6 und 12 Centner. Die hölzernen Rammbären erhalten gewöhnlich eine prismatische Gestalt, von quadratischem Querschnitt (Fig. 66 bis 69), zuweilen auch die Gestalt einer

Fig. 66.

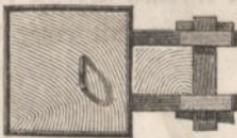


Fig. 67.



Maassstab zu Fig. 66–69.



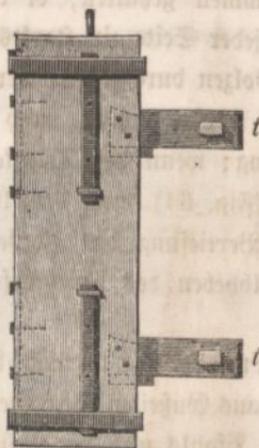
abgestumpften Pyramide. Die Unterfläche muß sehr eben, und etwas größer sein, als der Querschnitt des Pfahls. Gegen ein Zerspalten wird der hölzerne Rammklotz durch 2 umgelegte schmiedeeiserne Ringe gesichert, welche heiß aufgetrieben und durch eiserne Schienen mit Krammen und Nägeln befestigt werden. Oben im Rammklotz steckt die Stich-

Krammer, welche durch den Bolzen *s* gehalten wird; sie dient zur Anhängung des Bären an das Rammtau. Wenn die Läufer ruthe einfach ist, wie bei dem in Rede stehenden Beispiel, so wird dieselbe durch Arme *t*, die in den Rammbär mit schwalbenschwanzförmigen Zapfen

Fig. 68.



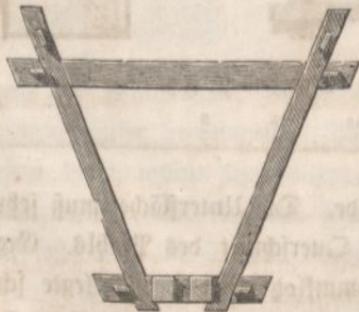
Fig. 69.



eingesetzt sind, umfaßt. Die Arme sind auf der Hinterseite durch ein Querholz oder einen eisernen Bolzen verbunden. Um die Reibung beim Auf- und Abwärtsgleiten des Rammbären möglichst zu verringern, wird die hintere Verbindung nach Fig. 67 auch durch Rollen gebildet, die sich um einen durch die Arme gesteckten eisernen Bolzen drehn.

Man construirt die Rammen jetzt häufiger mit einer doppelten

Fig. 70.

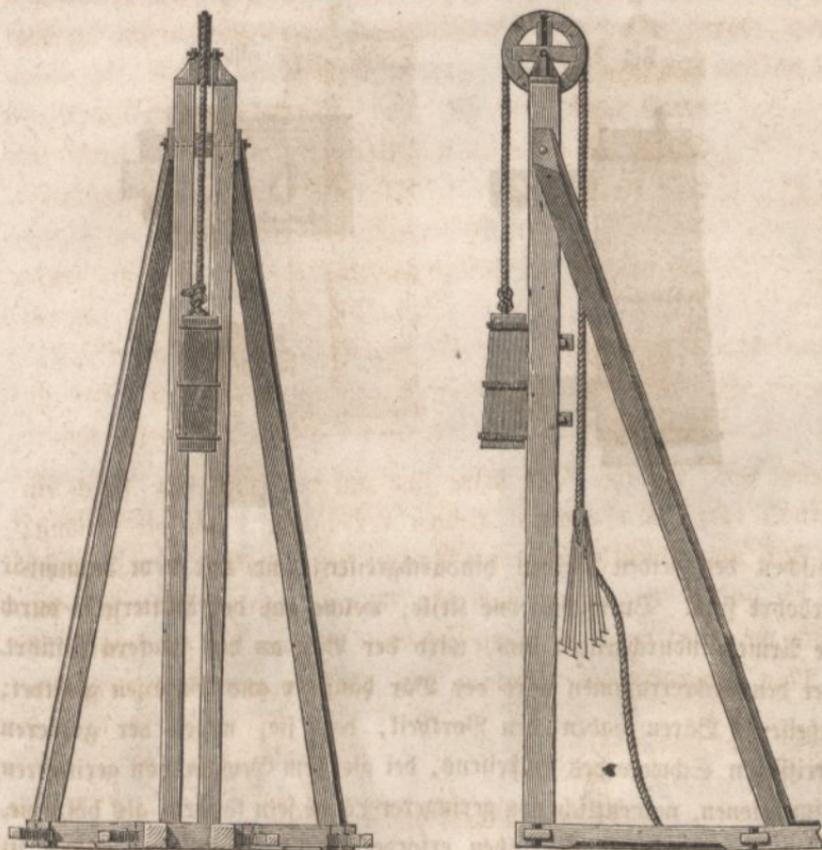


Läufer ruthe, und nennt die letztern alsdann eine Scheere, die Ramme selbst eine Scheerramme; die Fig. 70 bis 72 stellen eine solche

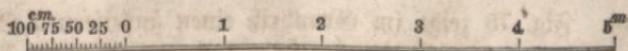
dar; da das Schwellwerk der vorher beschriebenen Ramme nicht nur viel Raum zur Aufstellung, sondern auch mehr Holz erfordert, als eben nothwendig ist, hat man dasselbe vereinfacht, es genügen für das Schwellwerk eine kurze Vorderschwelle, auf der die Scheerruthen stehn,

Fig. 71.

Fig. 72.



Maasstab zu Fig. 70 — 72.



eine längere Hinterschwelle, und zwei Querschwellen zur Verbindung der beiden ersteren; die Ruthen werden hierbei nur durch zwei Streben gestützt, welche mit Zapfen in den Seitenschwellen stehn. Die Verbindung der letzteren mit der Vorder- und Hinterschwelle geschieht durch

lange Zapfen und Keile, die Zapfenlager der Rammscheibe liegen in 2 kleinen eisernen Gestellen, welche auf den Ruthen aufgestellt sind, und auf diesen durch eiserne Bolzen befestigt werden. Der zu dieser Ramme gehörige Bär ist in Fig. 73 und 74 genauer angegeben; er hat die Form einer abgestumpften Pyramide, und erhält zwei Arme, welche

Fig. 73.

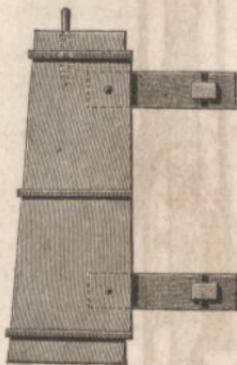


Fig. 74.



Fig. 75.



zwischen den beiden Ruthen hindurchgreifen, und mit dem Rammbär verbolzt sind. Durch hölzerne Keile, welche auf der Hinterseite durch die Arme hindurchgesteckt sind, wird der Bär an den Läufern geführt. Bei den Scheerrammen wird der Bär häufiger aus Gußeisen gebildet; gußeiserne Bären haben den Vortheil, daß sie, wegen der größeren specifischen Schwere des Gußeisens, bei gleichem Gewicht von geringeren Dimensionen, namentlich von geringerer Länge sein können, als hölzerne, daher auch kürzere Läuerruthen erfordern. Für gußeiserne Bären ist auch die Form und die Verbindung mit den Ruthen verschiedener als für hölzerne. Fig. 75 zeigt im Grundriß einen gußeisernen Bär, welcher sich zwischen den Läufern bewegt, indem er mit einer Feder auf jeder Seite in die Ruthen der Läufer eingreift. Eine Ramme mit einem derartigen Bären ist in den Fig. 76 bis 78 dargestellt. Da hierbei der einzurammende Pfahl zwischen den Läuerruthen stehen muß, ist im Grundriß insofern eine Abänderung von den vorigen Rammen

Fig. 76.

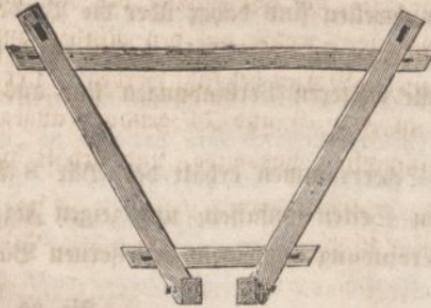
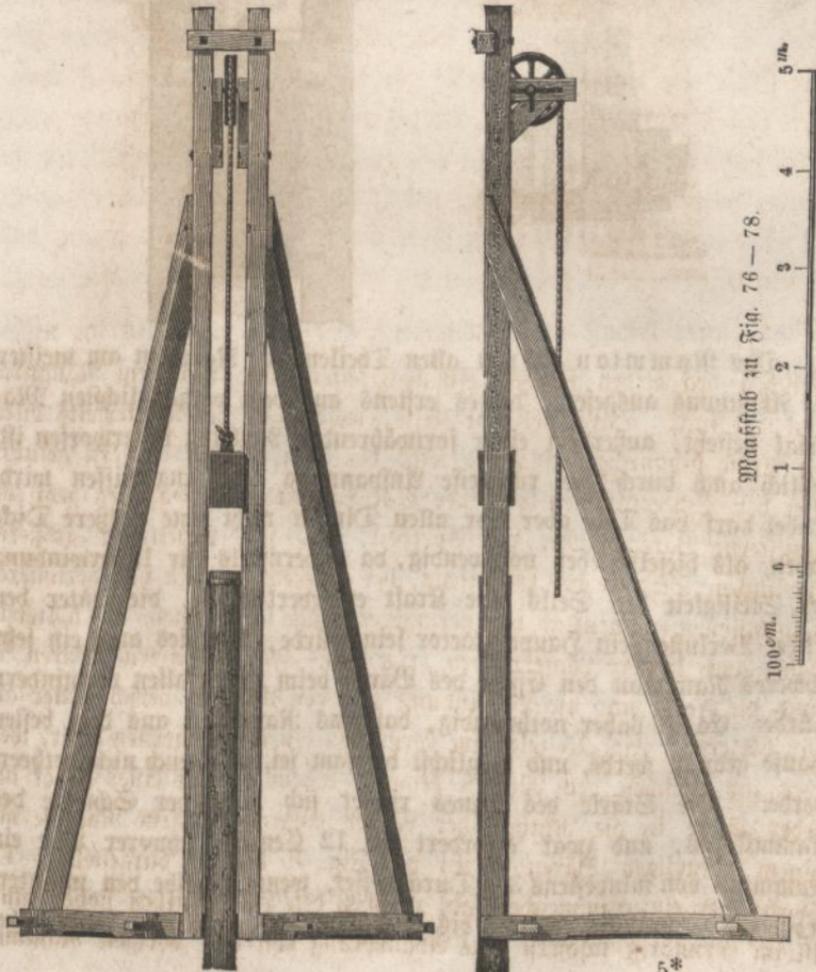


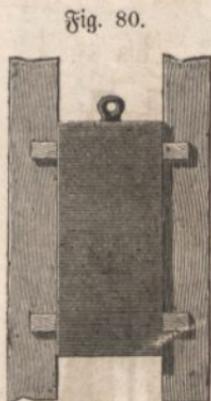
Fig. 77.

Fig. 78.



nothwendig, als die Läuferuthen nicht auf der Vorderschwelle stehen können; die Seitenschwellen sind daher über die Vorderschwellen hinaus verlängert, und an jenen sind die Läuferuthen durch starke Schraubenbolzen befestigt; alle weiteren Verbindungen sind aus den Zeichnungen leicht zu ersehen.

Bei andern Scheerrammen erhält der Bär 8 Arme, welche die Ruthen von beiden Seiten umfassen, und zeigen Fig. 79 und 80 diese Anordnung, in Verbindung mit einem gußeisernen Bären.



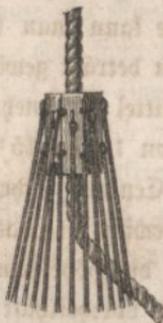
Das Rammtau ist von allen Theilen der Rammen am meisten der Abnutzung ausgesetzt, da es erstens aus dem vergänglichsten Material besteht, außerdem einer fortwährenden Reibung unterworfen ist, endlich auch durch die ruckweise Anspannung sehr angegriffen wird. Dabei darf das Tau aber vor allen Dingen nicht eine größere Dicke haben, als dieselbe eben nothwendig, da andernfalls zur Ueberwindung der Steifigkeit des Seils eine Kraft erforderlich ist, die unter den Effect-Verlusten ein Haupt-Factor sein würde, überdies auch ein sehr schweres Rammtau den Effect des Bären beim Herabfallen vermindern würde. Es ist daher nothwendig, daß das Rammtau aus dem besten Hanse gedreht werde, und möglichst biegsam sei, also auch nicht getheert werde. Die Stärke des Taus richtet sich nach der Schwere des Rammklozes, und zwar erfordert ein 12 Centner schwerer Bär ein Rammtau von mindestens 3<sup>m</sup> Durchmesser, wenn dasselbe den ununterbrochenen Gebrauch von vier bis fünf Monaten aushalten soll; wobei

außerdem vorausgesetzt wird, daß das Tau aus vorzüglich guten Stricken zusammengedreht sei. Die Verbindung der Zugleinen mit dem Rammtau wird gewöhnlich ebenfalls durch ein Tau, das sogenannte Kranztau vermittelt; es wird, Behufs Anbringung des Kranztaues an das Rammtau, in letzteres eine Schleife geknüpft, durch diese ein Knebel gesteckt, und über letzteren das Kranztau herübergelegt, wie Fig. 81 zeigt. Statt des Kranztaues kann man aber auch eben so gut

Fig. 81.



Fig. 82.



einen eisernen Ring über den gemeinschaftlichen Knebel legen, und an diesen die Zugleinen anhängen. An den untersten Enden der Zugleinen befinden sich die Knebel, welche den Arbeitern während des Ziehens als Handhabe dienen. Dieselben müssen sich stets, wenigstens annähernd, in einer und derselben Höhe über dem Schwellwerk befinden, und zwar ist die passendste Höhe die, daß die Knebel, sobald der Rammbär auf dem Pfahle aufsitzt, vor den Augen der Arbeiter schweben. Es muß daher, je nach dem Tieferinken des Pfahls, in kurzen Zwischenräumen ein Verstellen der Knebel bewirkt werden, und dies geschieht entweder dadurch, daß das Kranztau, sobald der Pfahl um eine gewisse Tiefe in den Boden gedrungen ist, an dem Rammtau heruntergerückt wird, oder, was weniger umständlich ist, dadurch, daß die Zugleinen allmählig verlängert werden; letzteres bewirkt jeder Arbeiter, indem er seinen Knebel an der Zugleine herunter rückt, und stets das Ende der Zugleine um den Knebel herumwickelt. Die Verbindung der Zugleine mit dem Rammtau kann aber auch durch eine an das letztere befestigte

Eder- oder Holzscheibe, oder, wie in Fig. 82 dargestellt, durch eine eiserne Hülse geschehen; an letzterer sind soviel Ringe befestigt, als Zugleinen angehängt werden sollen, und besteht die eiserne Hülse am besten aus 2 Theilen, welche so zusammen geschraubt werden, daß sie das Rammtau zwischen sich fest einflennen.

Wenn die Zugleinen so gestellt sind, daß die Knebel noch über den Köpfen der Arbeiter schweben, und die Knebel bei der Arbeit bis nahe auf den Fußboden der Ramnstube herabgedrückt werden, beträgt die Hubhöhe, resp. Fallhöhe des Bären 1,5 bis 1,7<sup>m</sup>; indessen auf eine solche Fallhöhe kann man im Allgemeinen nicht rechnen. Das Minimum derselben beträgt gewöhnlich 1,1<sup>m</sup>, und würde eine Hubhöhe von 1,25<sup>m</sup> im Mittel anzunehmen sein; dabei kann jeder Arbeiter mit einer Kraft von 13 bis 15<sup>k</sup> wirken, so daß zum Heben eines Rammbären von 6 Centner Schwere mindestens 20 Arbeiter gehören. Je größer das Gewicht ist, das auf den einzelnen Arbeiter kommt, um so geringer wird die Höhe sein, auf welche der Bär gehoben wird; es ist also nicht eben vortheilhaft, die Zahl der Arbeiter so anzuordnen, daß auf den Einzelnen das Maximum des Gewichts kommt, mit dem er zu arbeiten im Stande ist, sondern ist es vielmehr stets vorzuziehen, lieber einige Arbeiter mehr als eben nothwendig, beim Rammen anzustellen, und dafür darauf zu halten, daß der Bär stets möglichst hoch geschleudert werde. Denn gerade die Fallhöhe des Rammbären ist bei diesen Rammen für den Effect bestimmend.

Bei dem Rammen werden die Arbeiter rings um das Rammtau gestellt, und zwar so, daß sie alle demselben mit dem Gesicht zugekehrt sind. Trozdem stets bei den Rammen-Arbeiten häufige Unterbrechungen nöthig sind, namentlich zum Verstellen der Knebel an den Zugleinen, zum Aufstellen und Nichten des Pfahls, sind die Arbeiter nicht im Stande, das Rammen anders, als mit Beobachtung gewisser Pausen auszuführen. Es können stets nur 20 bis 30 Schläge unmittelbar nach einander ausgeführt werden, und nennt man diese eine Hitze; nach jeder Hitze tritt eine Pause von etwa 2 Minuten ein. Bei jeder Ramme muß außer den schon erwähnten Arbeitern noch ein Vorarbeiter angestellt sein, der die Arbeiten leitet. Er zieht nicht selbst an einer

Zugleine mit, sondern faßt das hinter dem Kranztau frei herabhängende Ende des Rammtaues, und beaufsichtigt sämmtliche mit der Rammarbeit in Verbindung stehenden Arbeiten, giebt den Anfang und Schluß einer Hitze an, und hat auch die Aufgabe, auf das richtige Eindringen des Pfahls Achtung zu geben, sowie bei einem schiefen Eindringen die nöthigen Vorkehrungen zu Beseitigung dieses Uebelstandes zu treffen.

Durch die vielfach wiederholten Schläge, welche mit dem Rammkloz auf den Pfahlkopf geführt werden, wird es leicht herbeigeführt, daß der obere Theil des Pfahles aufplatzt, und tritt dies namentlich häufig bei geschnittenen Spundpfählen ein, ist aber auch bei Rundpfählen keine Seltenheit; es wird einigermaßen verhütet, oder kann wenigstens zuweilen dadurch unschädlich gemacht werden, daß man einen sogenannten Pfahlring, einen starken eisernen Ring, dicht unterhalb des Kopfes um den Pfahl legt, und jenen Ring möglichst scharf auftreibt. Indessen trotz des Pfahlringes reißen die Pfähle häufig so stark, daß man nicht im Stande ist, sie tiefer zu rammen. Bei Spundwänden oder Pfahlwänden ist es fast niemals zu erreichen, daß sämmtliche Pfähle auf die von vorne herein angenommene Tiefe ingerammt werden, und kann man es hierbei schon wagen, einzelne Pfähle, die in Folge des Aufreisens sich nicht tiefer rammen lassen, abzuschneiden, ohne daß sie jene Tiefe erreicht haben. Bei Grundpfählen hingegen ist es häufig von großem Gewicht, daß sie bis auf eine gewisse Tiefe eingeschlagen werden; wenn daher ein Grundpfahl schon vorher so stark aufgerissen ist, daß er nicht tiefer gerammt werden kann, bleibt gewöhnlich nichts Anderes übrig, als denselben wieder ausziehen.

Bei Grundpfählen tritt auch zuweilen der Fall ein, daß dieselben tiefer eindringen, als sich vorweg annehmen ließ; sobald der Pfahlkopf bis unter die Schwelle der gewöhnlichen Läuferramme gelangt, ist er durch den Rammkloz unmittelbar nicht tiefer zu rammen, und muß man sich dann eines Aufsetzers oder Rammknechts bedienen, der auf den Pfahlkopf aufgesetzt wird. Ein solcher besteht in einem eichnen Klotze, Fig. 83, der die Läuferruthe entweder mit zwei oder vier Armen in derselben Weise umfaßt, wie der Rammbar, oder, bei der Scheerramme, mit einem oder zwei Armen durch die Scheere hindurch-

greift. Er wird mit dem Pfahlkopf durch einen eisernen Dorn verbunden, der etwa 16—18<sup>z</sup>m lang ist, und unterhalb in dem Rammtnecht festsetzt, während er in eine verticale Oeffnung eingreift, die etwa 8<sup>z</sup>m

Fig. 83.

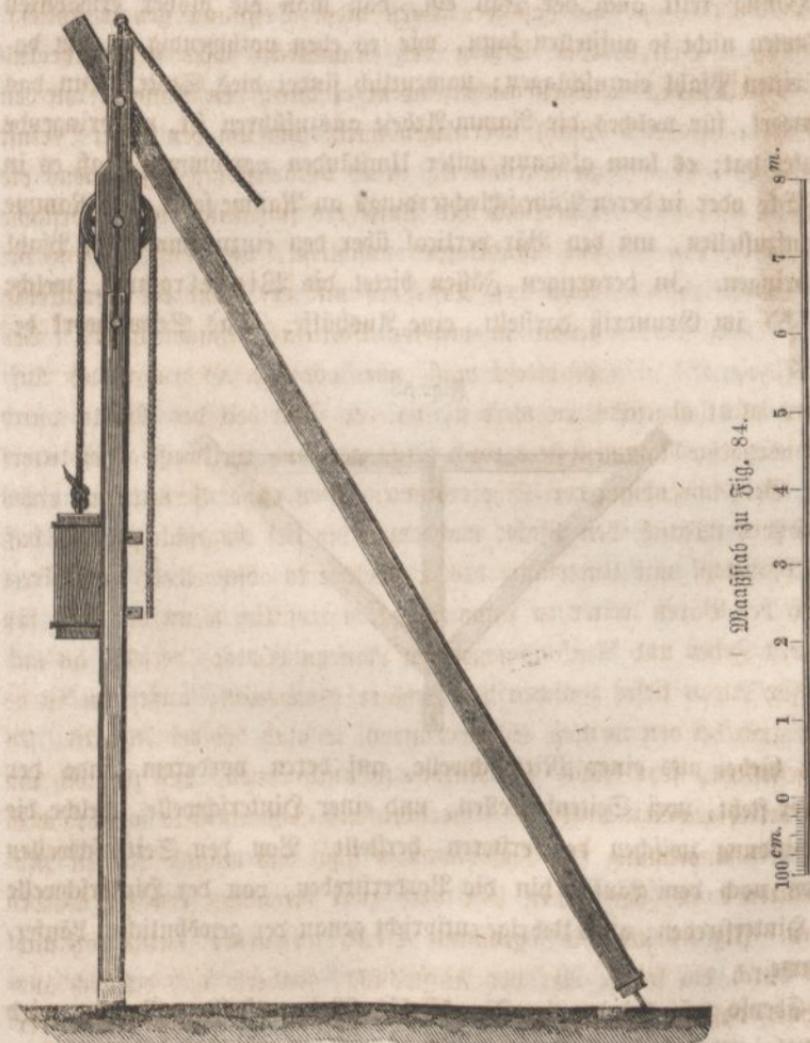


tief in den Pfahl von oben her eingebohrt wird, so daß der Dorn diese Oeffnung genau schließt. Der Schlag des Rammbärs wird stets erheblich abgeschwächt, indem er durch den Aufsezer auf den Pfahl übertragen wird, und um den Effect Verlust zu verringern, ist es nothwendig, daß erstens die Oberfläche des Aufsezers sich genau der Oberfläche des Pfahlkopfes anschließt, und daß zweitens die Achse des Aufsezers mit der Achse des Pfahlkopfes genau in dieselbe Verticale zusammenfällt. Der Pfahlkopf muß daher vor dem Gebrauch des Aufsezers glatt abgeschnitten werden, da der Obertheil des Pfahls durch das vorherige Rammen stets rauh geschlagen und theilweise abgeplittert ist. Bei Anwendung der Scheerrammen ist es ohne Vermittlung eines Aufsezers möglich, den Pfahl, nachdem er so tief eingeschlagen ist, daß der Pfahlkopf mit Unterkante des Schwellwerks abschneidet, noch direct durch den Bären weiter zu rammen, da, namentlich wenn der Bär sich mittelst Feder und Ruth zwischen den Läufern bewegt, derselbe an und für sich etwas tiefer zwischen der Scheere herabreicht; außerdem ist es aber auch bei den meisten Scheerrammen, so auch bei der Fig. 76—78 dargestellten, sehr leicht, die Ruthen so anzuordnen, daß sie noch um eine beliebige Länge unter die Unterkante des Schwellwerks herabreichen.

Die Anordnung der Läuerrammen läßt noch manche kleinen Modificationen zu, von denen hier noch zwei besonders erwähnt werden sollen. Fig. 84 zeigt die sogenannte Stützenramme, welche sich nicht nur durch die leichte Art der Aufstellung, sondern auch dadurch auszeichnet, daß sie zum Einrammen schräg stehender Pfähle gebraucht werden kann, und daher in der Anwendung sehr verbreitet ist. Sie besteht in einer, aus Schwelle, Ruthen und Streben verbundenen Vorderwand, und einer gegen diese schräg gestellten Stütze, welche mit dem Obertheil der Scheere durch einen Bolzen zusammengehalten wird. Die

Stütze hat an ihrem untern Ende eine eiserne Spitze, welche leicht in den Boden eindringt, und dadurch die Feststellung der Ramme bewirkt. Die Stütze kann jede beliebige Neigung gegen die Vorderwand anneh-

Fig. 84.

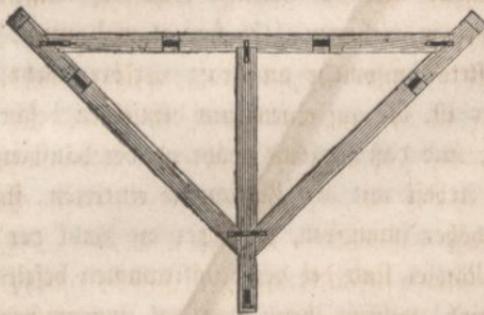


men, und kann daher diese letztere sowohl in vertikale Stellung, als auch in jede gegen den Horizont geneigte Lage gebracht werden. Da bei dieser Ramme, wenn die Vorderwand vertical oder annähernd vertical steht, ein Ueberkippen nach vorne nicht zu den Unmöglichkeiten

gehört, sind an die Spitze der Läuferruthe ein Paar Kopfstäue ange-schlungen; sobald die untern Enden derselben an Pflöcke angebunden sind, die fest in den Boden eingeschlagen sind, kann das Umkippen nicht mehr eintreten.

Häufig tritt auch der Fall ein, daß man die bisher erwähnten Rammen nicht so aufstellen kann, wie es eben nothwendig ist, um damit einen Pfahl einzuschlagen; namentlich findet dies Statt, wenn das Bauwerk, für welches die Rammen-Arbeit auszuführen ist, einspringende Winkel hat; es kann alsdann unter Umständen vorkommen, daß es in der Ecke oder in deren Nähe schlechterdings an Raume fehlt, die Ramme so aufzustellen, um den Bär vertical über den einzurammenden Pfahl zu bringen. In derartigen Fällen bietet die Winkelramme, welche Fig. 85 im Grundriß darstellt, eine Aushülfe. Das Schwellwerk be-

Fig. 85.



steht hiebei aus einer Mittelschwelle, auf deren vorderem Ende der Läufer steht, zwei Seitenschwellen, und einer Hinterschwelle, welche die Verbindung zwischen den ersteren herstellt. Von den Seitenschwellen gehen nach dem Läufer hin die Vorderstreben, von der Hinterschwelle die Hinterstreben; alles Uebrige entspricht genau der gewöhnlichen Läuferramme.

Ebenso wie bei der in Fig. 58 bis 60 dargestellten Ramme wird auch bei allen übrigen Rammen eine der Streben als Leiter benutzt.

### c. Die Kunstramme.

Die Wirkung der gewöhnlichen Zugrammen ist eine innerhalb sehr enger Grenzen beschränkte, denn der Effekt hängt ab von der Fallhöhe

und der Schwere des Rammbären, und die erstere ist, wie besprochen, eine in sehr bestimmten Grenzen feststehende, letztere dagegen kann ebensowenig über gewisse Grenzen hinaus vergrößert werden, und zwar aus folgenden Gründen: Schon zu der Ramm-Arbeit mit einem Bär von 6 Centner Schwere gehören 20 Mann, zur Hebung eines 12 Centner schweren Kloktes aber 40 Mann; jeder Arbeiter beansprucht, um die bei der Arbeit nöthigen Bewegungen ausführen zu können, einen Flächenraum, der nicht zu gering bemessen sein darf, wenn Verluste an Arbeit vermieden werden sollen; da nun die Arbeiter nicht anders aufgestellt werden können, als in einem Kreise um das hintere Ende des Rammtaues, so stehen bei 40 Arbeitern die am äußern Umfang jenes Kreises aufgestellten so ungünstig, daß nur ein Theil der von ihnen ausgeübten Kraft als wirklicher Nutz-Effect in Anrechnung gebracht werden kann. Man wird daher bei den gewöhnlichen Zugrammen schon in seltenen Fällen mit einem Rammbär von 12 Centner Schwere, keinesfalls aber mit einem noch schwereren, arbeiten. Es kommt noch hinzu, daß erstens erfahrungsgemäß stets umsomehr an Kraft verloren geht, je größer die Zahl der Arbeiter ist, die auf einem und demselben beschränkten Ramme vereinigt werden, und daß zweitens während der häufigen Unterbrechungen, die bei der Arbeit mit der Zugramme eintreten, sich die Arbeits-Verluste um so höher summiren, je größer die Zahl der Arbeiter ist.

Alle diese Mängel sind bei den Kunstrammen beseitigt. Der wesentliche Unterschied zwischen ihnen und den Zugrammen besteht darin, daß bei den ersteren die Wirkung der Arbeit nicht direkt erfolgt, sondern auf eine Maschine übertragen wird. Wengleich nun auch keine Maschine so vollkommen construirt werden kann, daß sie ohne Effect-Verluste arbeitet, sondern im Gegentheil bei jeder Maschine der Nutz-Effect nur ein Bruchtheil von dem absoluten Arbeitsmoment ist, so treten doch wieder durch die Vermittlung einer Maschine zwei wesentliche Momente ein, durch welche die Wirkung der Kunstramme gegen die der Zugramme vervielfältigt wird: Erstens ist die Fallhöhe des Rammkloktes eine bei Weitem weniger beschränkte, und bis auf ein Mehrfaches von der der Zugramme auszudehnen, zweitens wird durch die Maschine das Gewicht, mit dem jeder Einzelne arbeitet, vervielfacht, und kann daher

ein schwerer Rammkloß durch eine geringere Zahl von Arbeitern gehoben werden. Während bei der Zugramme für die Arbeit mit einem 12 Centner schweren Kloß 40 Arbeiter und 1 Zimmermann zur Leitung der Arbeiten nöthig sind, genügen bei der Kunstramme für dieselbe Schwere des Kloßes bei guter Construction der Maschine 4 bis 5 Arbeiter, die ebenfalls unter Aufsicht eines Zimmergesellen stehen.

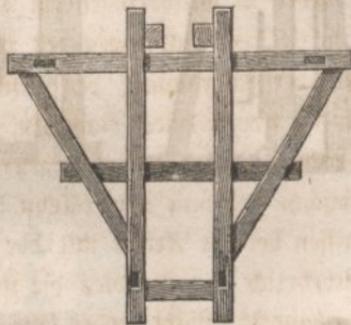
Die Zahl der Schläge, welche bei der Zugramme und Kunstramme während der gleichen Zeitdauer erfolgen, ist zwar bei ersterer überwiegend größer als bei letzterer — man kann bei der Zugramme auf die Stunde etwa 12 bis 15 Hizen, pro Hize incl. Pause 4 bis 5 Minuten rechnen, so daß in einer Minute 15 bis 20 Schläge erfolgen, währen bei der Kunstramme, je nach der Höhe, auf welche der Rammkloß gehoben wird, pro Stunde nur 20 bis 25, höchstens 30 Schläge, gemacht werden — dafür ist jedoch die Wirkung eines Schlags von der Kunstramme um soviel größer, wie die aufgewendete Arbeitskraft um soviel geringer, daß der Vortheil bei Weitem auf ihrer Seite liegt. Die Vergleichszahlen für den Effect lassen sich ohne Weiteres nicht angeben, da, bei schwer zu durchdringendem Terrain, ein Schlag der Kunstramme oft ein tieferes Eindringen des Pfahles bewirkt, als eine mehrstündige Arbeit der Zugramme; den besten Vergleich liefert aber der Kostenpreis für die Arbeit beider Rammen, und kann man unter Umständen darauf rechnen, daß das Einschlagen eines Pfahls mittelst der Zugramme das Dreifache von dem Arbeitslohn kostet, welches unter sonst gleichen Verhältnissen bei der Arbeit mit der Kunstramme erfordert wird. Ganz unentbehrlich sind überdies die Kunststrammen in den Fällen, wo es sich darum handelt, Pfähle in den festen Boden sehr tief einzuschlagen, Spundwände nachzurammen, und wo die Zugramme nicht im Stande wäre, das tiefere Eindringen, selbst nach längerer Arbeit, auch nur um 0,6<sup>m</sup> zu bewirken.

Die Anordnung der Kunstramme besteht im Wesentlichen darin, daß mittelst einer Winde-Vorrichtung der Rammbär gehoben, und in einer gewissen Höhe vom Taue, resp. von der Kette, (deren Anwendung bei der Kunstramme die häufigere ist) abgelöst wird, so daß er von dieser Höhe herabfällt. Im Uebrigen entspricht die Einrichtung der der

Zugramme; die Kunstrammen werden stets mit einer doppelten Läufer-  
ruthen construirt, es ist also in der allgemeinen Anordnung wenig Ab-  
weichendes von den bereits besprochenen Scheerrammen. Der Rammbär  
besteht bei der Kunstramme stets aus Gußeisen; er ist oberhalb mit  
einer Dese versehen, in diese greift ein starker Haken, mittelst dessen der  
Bär gehoben wird. Dieser Haken ist einer der wichtigsten Theile der  
Kunstramme; er muß so construirt sein, daß der Bär in einer gewissen  
Höhe von jenem losgelöst werden kann, und daß dann der Haken ver-  
tical herabfällt, um aufs Neue den Bären zu fassen. Der Haken ist  
daher stets mit einem Fallblock versehen, welcher in derselben Weise  
wie der Rammbär, entweder mit einem Arm, auch mit zwei Armen  
zwischen den Läufer-  
ruthen durchgreift, oder mittelst einer Feder in den  
Nuthen der Läufer hinabgleitet.

Bei den Kunstrammen älterer Construction ist die Einrichtung ge-  
troffen, daß der Haken selbstwirkend in einer gewissen Höhe den Ram-  
m-  
klotz fallen läßt. Fig. 86 — 88 zeigen eine Ramme dieser Art im Grund-

Fig. 86.



riss und in den Ansichten. Der Haken ist hierbei nach Fig. 89 und 90  
doppelt, und zangenartig gebildet, jedoch so, daß die Arme sich nicht,  
wie bei der gewöhnlichen Zange kreuzen, sondern oberhalb und unterhalb  
des Drehpunctes nach derselben Seite hin auseinander gehen; die  
Arme sind an ihren obern Enden mit Rollen bb versehen, so daß  
sie sich stets von selbst schließen, sobald der Haken auf den Rammbär  
herabgesenkt wird. Der zangenartige Haken sitzt in dem Fallblock a,  
der in diesem Falle gewöhnlich aus Gußeisen besteht, und einen Schlitz

Fig. 87.

Fig. 88.

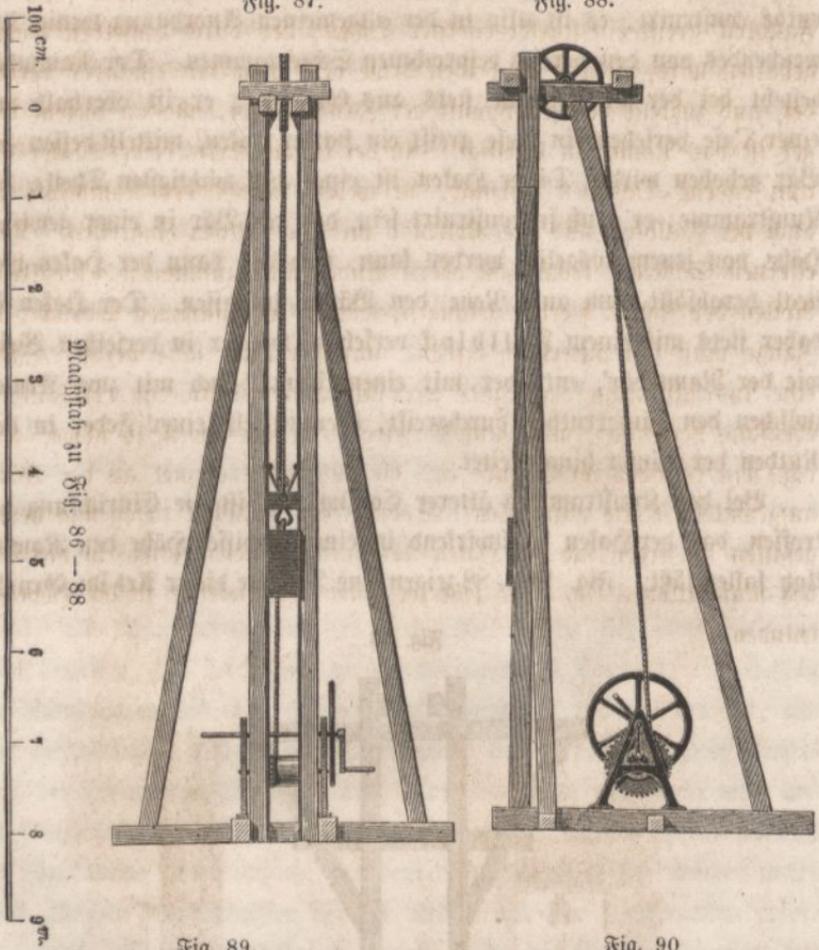
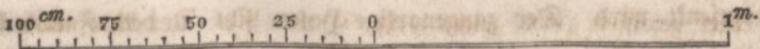


Fig. 89.

Fig. 90.



Maßstab zu Fig. 89—90.



hat, innerhalb dessen sich der Haken öffnen und schließen kann. Um den Fallblock greift ein starker eiserner Bügel, der durch denselben Bolzen gehalten wird, welcher die beiden Arme der Zange mit einander verbindet, und zugleich den Drehpunkt der Zange bildet, und an diesem Bügel ist das Rammtau befestigt. An der innern Seite beider Läufer sind nun eiserne Schienen befestigt, in welche sowohl der Rammkloß als auch der Fallblock und die Rollen b mittelst Nuthen eingreifen. Diese eisernen Schienen treten am obern Ende näher zusammen; sobald die Rollen der Zange hierher gelangen, werden sie zusammen gedrückt, die Zange muß sich unterhalb öffnen, und der Bär fällt herab. Durch eine Ausrückung an der Winde wird alsdann bewirkt, daß der Fallblock ebenfalls herabfällt, und muß derselbe zu diesem Zweck so schwer sein, daß sein Gewicht im Stande ist, die auf der Trommel an der Winde aufgewickelte Kette abzurollen. Sobald der Fallblock tief genug herabgefallen ist, legen sich die Haken der daraufstehenden Zange in die Dese des Rammkloßes ein, und letzterer wird nun wieder in die Höhe gewunden.

Fig. 91.



Fig. 92.



Eine andere Vorrichtung zur selbstwirkenden Loslösung des Bären in einer gewissen Höhe zeigen Fig. 91 und 92. Der Bär wird hierbei durch einen einfachen Haken gehoben, welcher ebenfalls in den Bügel

am obern Ende des Bären eingreift. Dieser Haken ist mit dem Fallkloß wiederum durch einen Bolzen verbunden, um welchen sich der Haken drehen kann, und letzterer ist über den Bolzen hinaus verlängert. An den Läufern ist in gewisser Höhe ein Stift oder Bügel befestigt, gegen welchen das obere Ende des Hakens stoßen muß. Sobald dies geschieht, dreht sich das untere Ende des Hakens aus der Dese des Rammkloßes heraus und letzterer fällt herab. Eine ganz ähnliche Vorrichtung ist in den Fig. 93 u. 94 dargestellt, und ist hier nur die Abweichung, daß die Drehungsaxe des den Rammkloß erfassenden Hakens, ähnlich wie in

Fig. 93.



Fig. 94.

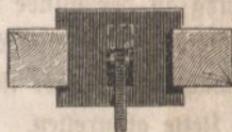


Fig. 95.

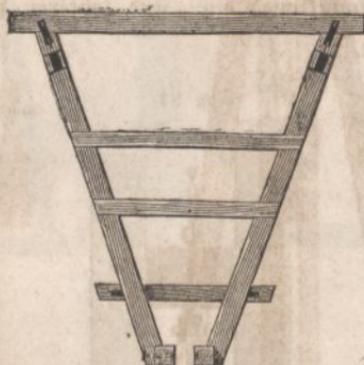


Fig. 89 und 90, durch einen Bolzen gebildet wird, welcher durch den Fallblock selbst hindurchgeht.

Die selbstwirkende Loslösung des Bären hat den Nachtheil, daß man dabei gezwungen ist, den Bären zu jedem Schlage auf dieselbe Höhe zu heben, während die dadurch gegebene Fallhöhe nicht immer nothwendig ist. Es wird daher bei den Kunststrammen häufig eine andere Vorrichtung angewendet, vermittelst deren der Bär in jeder beliebigen Höhe losgelöst werden kann, und welche an der in den Fig. 95—97 gezeigten Ramme benutzt ist. Das Ramengerüst und die Verbindung

des Schwellwerks mit den Läufer Ruthen entspricht bei dieser Kramme der in Fig. 76 gezeigten Construction; die Ruthen stehen nicht auf der Borderschwelle, sie können daher, wie es mit punktirten Linien angedeutet ist, so angeordnet werden, daß sie über die Unterkante des Schwellwerkes hinaus verlängert sind, und daß alsdann mit dieser

Fig. 96.

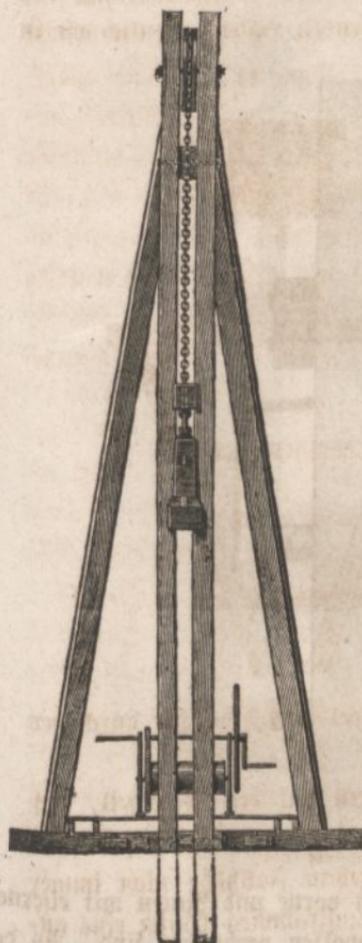
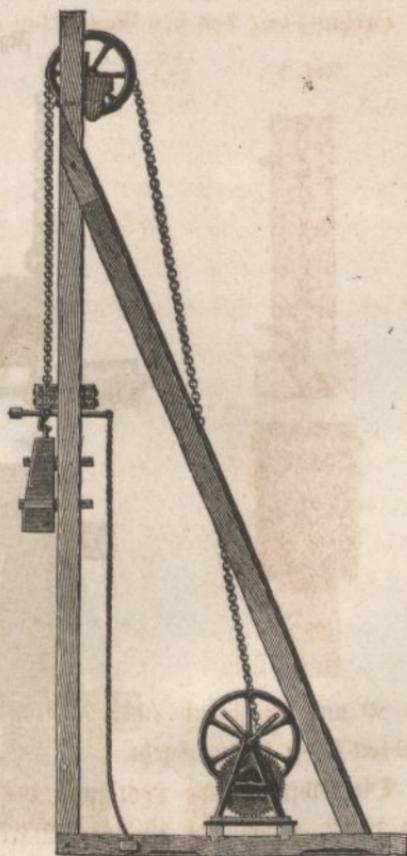


Fig. 97.

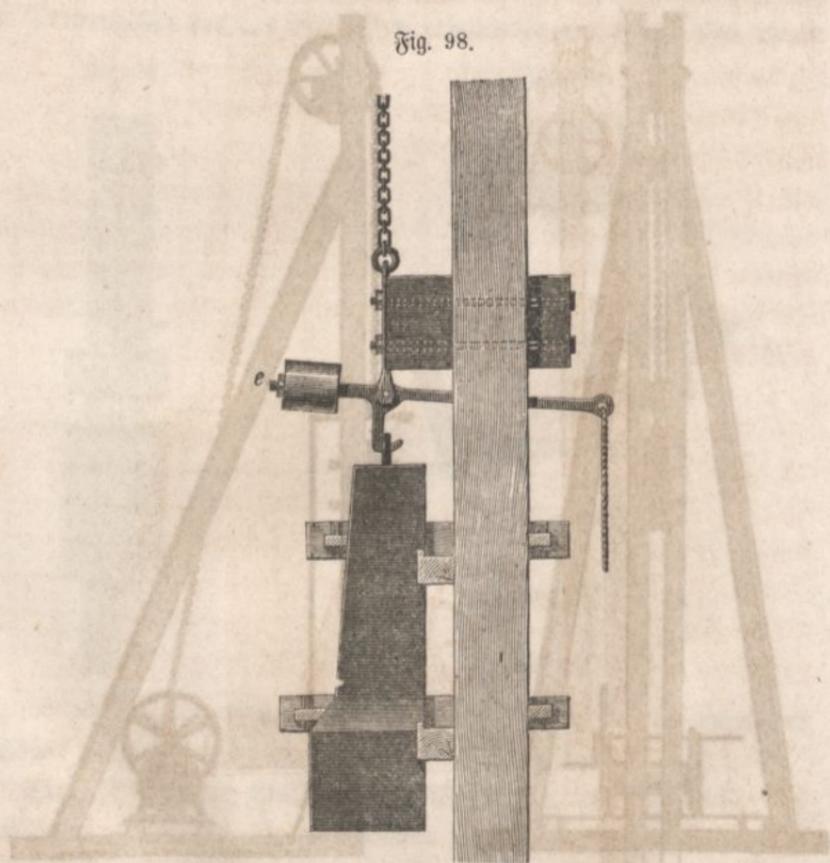


Kramme die Pfähle auch dann tiefer gerammt werden können, wenn der Pfahlkopf schon unter dem Schwellwerk liegt. Die Seitenschwellen sind mit der Hinterschwelle durch Zapfen, durch Ueberwurf und Kramme

verbunden, das Gerüst ist daher leicht auseinander zu nehmen, eine der Hinterstreben wird als Leiter benutzt. Das Zapfenlager für die Rammscheibe wird durch Knaggen unterstützt, welche an der Hinterseite der Ruthen angebracht und mit denselben durch Schraubenbolzen verbunden sind.

Das Detail von dem Fallblock und dem Rammbär giebt Fig. 98; der Fallblock greift, ähnlich wie der Bär selbst, mit einem Arme zwi-

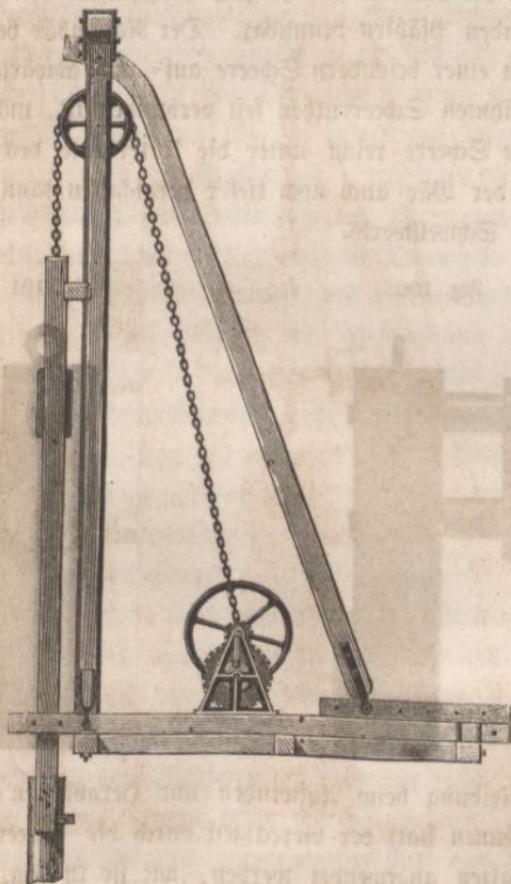
Fig. 98.



schen den Scheerruthen hindurch, und ist vorne und hinten mit eisernen Schienen armirt, die durch Schraubenbolzen verbunden sind. An der vordern Schiene sitzt oberhalb eine Dese, in welche das Rammtau oder die Kette eingeschlungen wird, unterhalb ein Bolzen, welcher den Drehpunkt des Hafens bildet. An letzterem ist eine doppelarmige annähernd

horizontalliegende Hebelstange e angeschmiebet, an deren hinterem Ende ein Stück hängt, durch dessen Anziehen der Bär von dem Haken losgelöst wird, sobald er bis auf eine gewisse Höhe gehoben war, während an dem vorderen Ende e ein Gegengewicht aufgesetzt ist. Dasselbe hat den Zweck, ein Eingreifen des Hakens in die Dese des Bärens zu bewirken, sobald der erstere auf den letzteren herabgelassen wird.

Fig. 99.



Noch ist in Fig. 99 eine Ramme eigenthümlicher Construction dargestellt, welche mehrere der schon einzeln besprochenen Zwecke zugleich erfüllt. Zunächst ist die Vorderwand, aus Scheerruthen und Vorderstreben bestehend, nicht mit Zapfen in die Vorderschwelle eingesetzt, son-

dern ruhen diese Verbandstücke mittelst eiserner Fußlager auf der Vorderschwelle, in welchen sie drehbar sind. Ueber das Schwellwerk ist auf dem hintern Ende eine Langschwelle gestreckt, am Kopfe der Scheerruthen greift durch dieselben eine Stütze, mit jenen durch einen Bolzen verbunden, und der Fuß dieser Stütze ist mittelst eines eisernen Schubes auf verschiedenen Punkten der Langschwelle festzustellen. Die Vorderwand ist daher in beliebige Neigung gegen den Horizont zu bringen, und somit die Klamme sowohl zum Einschlagen von vertikalen als schräg zu stellenden Pfählen benutzbar. Der Krammbär bewegt sich mit dem Fallblock in einer besondern Scheere auf- und abwärts, welche mit den zuerst erwähnten Scheerruthen fest verbunden ist, und diese außerhalb schwebende Scheere reicht unter die Unterkante des Schwellwerks herab, so daß der Bär auch noch tiefer herabfallen kann, als bis zur Unterkante des Schwellwerks.

Fig. 100.



Fig. 101.



Um die Reibung beim Aufwinden und Herabfallen des Bären zu vermindern, können statt der viereckigen durch die Scheerruthen greifenden Arme Walzen angewendet werden, wie sie in Fig. 100 und 101 angegeben sind. Hierbei legt sich an die Hinterseite der Ruthen eine Eisenplatte an, letztere ist mit dem Bär durch 2 Bolzen verbunden, und um diese drehen sich die beiden Walzen.

Die Höhe, auf welche der Bär bei der Kunststramme gehoben wird,

ist sehr verschieden; sie ist abhängig von dem jedesmal zu erzielenden Effect, richtet sich also nach dem leichteren oder schwereren Eindringen des Pfahles, und wechselt im Maximum zwischen 5 und 8<sup>m</sup>, so daß hiernach das Ramngerüst eine Höhe zwischen 6,3 und 9,3<sup>m</sup> erhalten muß. Das Gewicht des Bären beträgt 10 bis 12 Centner, und dürfte hierüber kaum hinaus gehen. Es ist bereits erwähnt, daß ein 12 Centner schwerer Bär mit einer gut construirten Winde durch 4 Mann gehoben werden kann, und benutzt man hierzu gewöhnlich eine eiserne Winde mit Vorgelege. Wenn dieselbe mit einem Schwungrad versehen ist, so erleichtert das die Arbeit, indem es die stoßweise Kurbel-Bewegung ausgleicht, indessen ist das Schwungrad nicht eben nothwendig, indem die Art der Bewegung für den Effect des Rammklozes gleichgültig ist; dagegen muß die Winde mit einer Ausrückung versehen sein, um den Fallblock nach Loslösung des Bären auf letzteren herab lassen zu können, und muß endlich auch die Trommel, um welche sich das Rammtau oder die Kette abwickelt, mit einem Sperrrad nebst Haken verbunden sein, da sich während der Arbeit häufig die Nothwendigkeit herausstellt, den Bär in beliebiger Höhe für eine Zeitlang zu halten. Eine mit der Trommel außerdem verbundene Brems-Vorrichtung, welche den Zweck hat, eine zu schnelle Bewegung des Fallblocks beim Herabfallen zu verhindern, ist bei einem sehr schweren Fallblock mindestens nicht überflüssig.

#### d. Die Dampframme.

Wenngleich durch die Kunstramme ein bei Weitem größerer und günstigerer Effect erzielt, auch in den meisten Fällen ein schnelleres Eintreiben der Pfähle erreicht wird, als durch die gewöhnliche Läuferramme, so ist dennoch nicht in Abrede zu stellen daß die Arbeit auch mit der Kunstramme nur langsam von Statten geht. Es lag daher bei den Riesenbauten, welche in der Neuzeit durch die Eisenbahnen, namentlich auf dem Gebiet des Brückenbaues, hervorgerufen sind, das Bestreben nahe, eine Ramme zu construiren, welche schneller arbeitet, als die bisher beschriebene Kunstramme, und lag es ebenso nahe, daß man sich hierbei des Dampfes zu bedienen suchte. Es sind drei Factoren, aus denen das Arbeits-Moments der Rammen zu berechnen ist; die Fallhöhe, die Schwere

des Rammbären, und die Zeit, in welcher die Schläge auf einander folgen. Die Fallhöhe kann nicht füglich größer werden, als sie bei der Kunstramme ist, sie hat vielmehr mit 6,3 bis 9,3 ihre Grenze erreicht, denn schon bei dieser Fallhöhe wird die Endgeschwindigkeit des herabfallenden Bären so groß, daß der Pfahlkopf beim Einrammen sehr stark angegriffen wird, und würde der Pfahl gar zu leicht zersplittert werden, wenn die Fallhöhe noch weiter gesteigert würde. Die Schwere des Rammklozes läßt sich bei dem Betrieb der gewöhnlichen Kunstramme durch Arbeiter an der Kurbel ebenfalls nicht gut erhöhen, wenn nicht die Construction der Winde eine zu complicirte werden soll, noch weniger aber die Geschwindigkeit, mit welcher der Bär gehoben wird; die beiden letzteren Factoren sind es jedoch, welche bei Anwendung des Dampfes erheblich gesteigert, resp. vervielfacht werden.

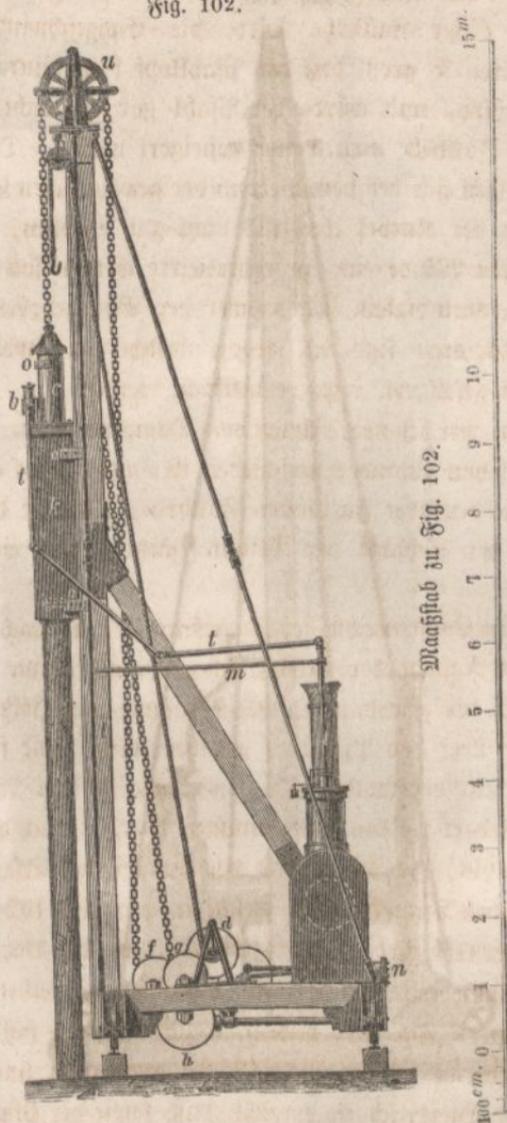
Es giebt nun zwei besondere Arten von Dampfrahmen, deren Construction wesentlich von einander verschieden ist, und welche auch in Bezug auf die Größe der drei Factoren: Fallhöhe, Schwere des Rammklozes und Zahl der Schläge pro Minute gänzlich von einander abweichen.

Bei der ältern Construction der Dampfrahmen, die nach ihrem Erfinder unter dem Namen der Masmitthschen Dampfrahmen bekannt ist, ist, ähnlich wie bei der gewöhnlichen Läuferramme, die Höhe, auf welche der Rammbär über den Pfahlkopf gehoben wird, eine für ein und dieselbe Ramme ganz bestimmte. Da jene Höhe bei der Läuferramme nicht beliebig verändert werden kann, mußten dort, je nach dem tieferen Einsinken des Pfahls, die Knebel an den Zugseilen verstellt werden. Bei der Masmitthschen Dampfrahmen, welche in den Fig. 102—116 dargestellt ist, wird derselbe Zweck dadurch erreicht, daß der Bär sich innerhalb eines aus schmiedeeisernen Platten zusammen genieteten länglich rechteckigen Kastens, k Fig. 102 bewegt, welcher letztere sich durch gußeiserne Ansätze, die an seinem untern Ende angebracht sind, auf den Pfahlkopf aufsetzt. Hierdurch ist erreicht, daß, sowie der Pfahl sich senkt, auch der Bär nebst dem Treib-Apparat ihm nachfolgt.

Die Dampfrahmen dieser Construction, von denen Fig. 102 eine Seiten-Ansicht, Fig. 103 die Vorder-Ansicht mit Hinweglassung des

Treib-Apparates giebt, sind insofern abweichend von fast allen übrigen Dampfmaschinen, als bei ihnen der Dampf direkt zur Verrichtung der

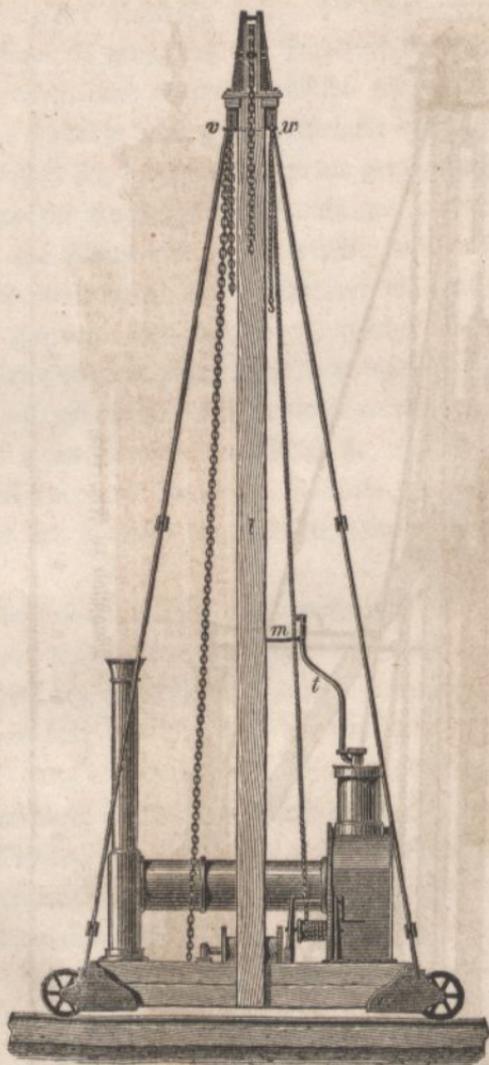
Fig. 102.



Arbeit, zum Heben und Senken des Rammbären, benutzt wird, und dies geschieht in folgender Weise: Auf den eisernen Kasten, in welchem

sich der Bär auf- und abwärts bewegt, ist mittelst Flanschen der schon mehrerwähnte Treib-Apparat, der Dampf-Cylinder *c* aufgeschraubt,

Fig. 103.



in welchem der Dampfkolben auf- und niedergeht, und letzterer ist durch die Kolbenstange *s*, direct mit dem Rammbär verbunden.

Der Rammbär besteht nach den Figuren 105 und 106 aus

dem Kammfloss r, und dem Hammer h; während der Kammfloss eine paralleleptische Gestalt hat, so daß er sich, wie Fig. 104 im Grundriß

Fig. 104.

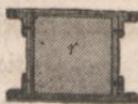


Fig. 106.

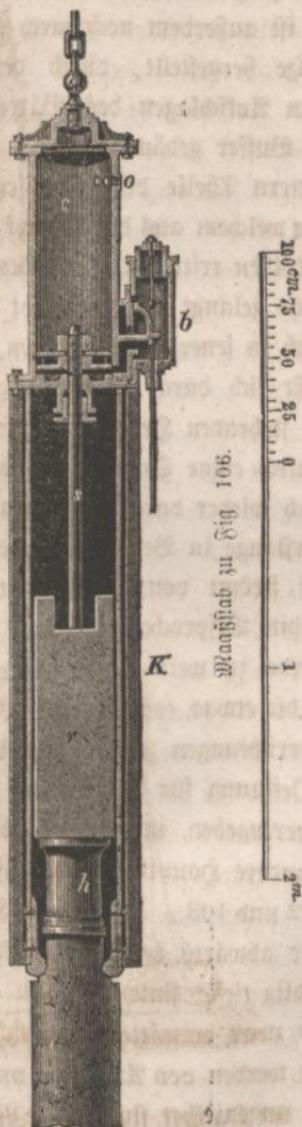
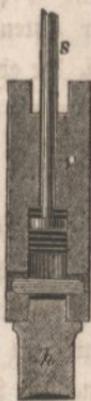


Fig. 105.



zeigt, mit einem geringen Spielraum den Seitenwänden des Kastens anschließt, hat der Hammer eine cylindrische Form, und ist mit dem

Kammfloy durch einen schmiedeeisernen Keil verbunden; an dem untern Ende des Dampfkolbens ist ein cylindrischer Aufsatz angeschmiedet, und dieser greift in eine röhrenförmige Aushöhlung des Kammfloyes. Die Verbindung zwischen dem untern Ende des Dampfkolbens und dem Kammfloye ist außerdem noch durch übereinander liegende Scheiben von hartem Holze hergestellt, durch deren Elasticität die Festigkeit des Stoßes beim Aufschlagen des Bären auf den Pfahlkopf ähnlich wie durch einen Buffer gedämpft wird.

Am untern Theile des Dampfscylinders befindet sich der Schieberkasten *b*, von welchem aus der Dampf durch eine Einströmungs-Öffnung unter den Kolben tritt, und denselben hebt. Sobald dieser bis zu einer gewissen Höhe gelangt ist, entweicht der Dampf durch Ausströmungen, *O*, welche sich in jener Höhe befinden, direct in die Atmosphäre, gleichzeitig schließt sich durch Vermittlung eines mit der Schieberstange in Verbindung stehenden Hebels die untere Einströmungs-Öffnung, der Bär fällt durch eigne Schwere hinab, und sobald er unten angekommen ist, öffnet sich wieder durch Vermittlung anderer Hebel, die ebenfalls mit der Schieberstange in Verbindung stehen, die Einströmungs-Öffnung. Der Dampf strömt von Neuem unter den Kolben und es wiederholt sich das vorhin Besprochene.

Es würde zu weit führen, und dem Zwecke des Lehrbuchs nicht entsprechen, die etwas complicirten Maschinen-Details, die Hebel- und Schieber-Vorrichtungen zum rechtzeitigen Schluß und Öffnen der Einströmungs-Öffnung für den Dampf zu beschreiben, und in den Zeichnungen wiederzugeben, indessen ist über die Anordnung des Kamm-Gerüstes und andere Haupttheile noch Folgendes hinzuzufügen:

Fig. 102 und 103. Der eiserne Kasten, in welchem sich der Kammbar auf- und abwärts bewegt, und welcher mit dem Pfahl in Gemeinschaft allmählig tiefer sinkt, wird an einer starken Läufertruthe *l* entlang geführt, und zwar vermittelst Eisenschienen, die an letztere angeschraubt sind. Diese werden von Armen *a* umfaßt, die an die Seitenwände des Eisenkastens angienethet sind. Die Läufertruthe steht auf einem Schwellwerk, das aus Läng- und Querschwellen zusammengesetzt ist. Auf diesem Schwellwerk ist ein kleiner Dampfessel aufgestellt, welcher zum Be-

triebe der Ramme dient, und sowohl in seiner Form wie in seinen Haupttheilen ganz den Dampfkesseln entspricht, welche bei Locomobilen gebräuchlich sind. Von diesem Dampfkessel führt ein Röhrensystem nach dem Dampfcylinder *c*, welches die directe Verbindung zwischen beiden herstellt; da der Dampfcylinder sich während der Arbeit allmählig senkt, und später wieder gehoben werden muß, so muß *g* das Zuleitungsrohr vom Dampfkessel zum Dampfcylinder biegsam, verschiebbar sein; es besteht daher aus einzelnen Röhren-Enden *t*, die durch Gelenke mit einander verbunden sind, und sich daher in einer und derselben Vertical-Ebene beliebig gegen einander verstellen können. *m* ist eine starke eiserne Stange, durch welche das unterste Röhren-Ende von den Läufern aus gehalten wird.

Damit der Treib-Apparat nach dem Einrammen eines Pfahls gehoben werden kann, ist derselbe an eine starke eiserne Kette gehängt, und zwar ist diese an dem oberen Theile des Dampf-Cylinders befestigt; sie führt zunächst über eine Scheibe *u*, welche sich in dem Zapfenlager eines oberhalb der Läuferrolle aufgestellten Bockgerüsts bewegt, und von da nach einer mittelst Zapfenlager auf dem Schwellwerk ruhenden Trommel, auf welcher sie sich aufwickelt. Die letztere sitzt auf der Ase des Getriebes *f*, und dieses wird von einem kleinen Dampfcylinder *n* in Bewegung gesetzt, der unmittelbar an dem Dampfkessel sitzt, und von diesem gespeist wird. Die Uebertragung von dem Dampfkolben dieses Cylinders nach dem Getriebe *f* wird durch andere Getriebe vermittelt. Durch eine Ausrückung in dem unmittelbar mit *f* in Verbindung stehenden Getriebe *g* läßt sich der Dampf-Cylinder *n* auch dazu benutzen, die einzurammenden Pfähle aufzurichten und aufzustellen; zu diesem Behufe ist oben an der Läuferrolle noch eine Scheibe (Fig. 103) angebracht, welche in Zapfenlagern ruht, und über welche ebenfalls eine Kette geführt ist. Während an das eine Ende derselben der aufzurichtende Pfahl angehängt wird, führt das andere Ende über eine Trommel, welche mittelst der erwähnten Ausrückung durch den Dampf-Cylinder *n* in Betrieb gesetzt werden kann. Endlich führt noch ein Tau über die mit correspondirend angebrachte Scheibe *w*, dessen eines Ende sich über die Kurbelwelle *d* aufwickelt, während

sich an das freie herabhängende Ende ein Arbeiter anhängt, welcher zu dem Zwecke in die Höhe gehoben werden kann, um etwa erforderliche kleine Reparaturen an den Treib-Apparate vorzunehmen, auch um zu controliren, daß der unter letzterem befindliche Eisenkasten sich auf den Pfahl in der richtigen Weise aufsetzt.

Bei allen Rammen-Arbeiten ist ein häufiges Weiterücken der Rammen von einem Pfahl nach dem demnächst einzurammenden erforderlich. Dieses Weiterücken geschieht bei den gewöhnlichen Läuferrammen, wie auch bei den Kunstrammen, durch Hebebäume und Brechstangen, und erhalten die Schwellen zu diesem Behuf an der Unterseite Ausschnitte, (wie sie in den betreffenden Figuren angedeutet sind), in welche die Hebebäume eingesetzt werden. Bei den Nasmith'schen Dampfrahmen hingegen wird auch zu dieser Bewegung die Dampfkraft benutzt, und wird deshalb die Ramme auf ein durch Langschwellen unterstütztes Schienengleise gesetzt. Das Schwellwerk der Rammen ist an den vier Ecken durch starke Gußstücke verbunden; diese nehmen zugleich die Zapfenlager von vier kleinen Rädern auf, durch welche die Fortbewegung der Rammen auf dem Schienengleise ermöglicht wird. Von jenen Rädern werden zwei einander gegenüber stehende durch eine starke Axe verbunden, auf dieser sitzt ein conisches Rad, und letzteres wird durch ein zweites conisches Rad mit dem Getriebe g 103 in Eingriff gebracht, welches von dem Dampfzylinder n in Rotation versetzt wird.

Bei den beschriebenen Dampfrahmen ist die Fallhöhe des Rammflozes nur gering; sie beträgt 0,8 bis 1<sup>m</sup>; dagegen ist der Rammfloz sehr schwer — sein Gewicht beträgt bis zu 50 Centner, während bei kleinen Dampfrahmen dieser Art das Gewicht des Bären 20 Centner beträgt, so daß der ganze Treib-Apparat circa 50 Centner wiegt — und die Schnelligkeit, mit der die Schläge aufeinander folgen, ist außerordentlich groß, sie wechselt zwischen 75 und 100 pro Minute. Der Effect ist daher auch ein überwiegend größerer als bei den gewöhnlichen Zugrammen und den Kunstrammen. Während mit der Zugramme Pfähle bis zu 9,5<sup>m</sup> Tiefe schon schwer gerammt werden können, höchstens aber bei so bedeutender Tiefe unter sonst günstigen Verhältnissen einer pro Tag, sind mit der Kunstramme 2 bis 3 solcher Pfähle pro Tag

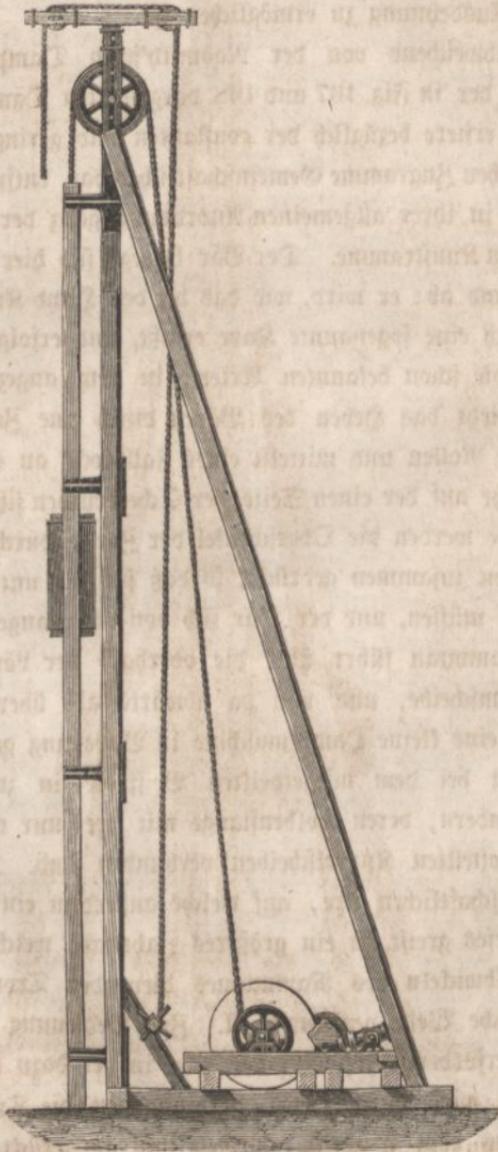
einzuschlagen, mit den Dampfrahmen dagegen 10 pro Tag und mehr. Zugleich sind die Kosten pro Pfahl geringer als bei der Kunstramme, unter Umständen um das Dreifache geringer als bei der Zugramme. Leider sind indessen die Anlagkosten einer Dampframme so groß, daß deren Anschaffung nur bei sehr bedeutenden Bauten und Ramm-Arbeiten von großer Ausdehnung zu ermöglichen ist.

Ganz abweichend von der Nasmith'schen Dampframme ist die Construction der in Fig. 107 und 108 dargestellten Dampf-Kunstramme; während die erstere bezüglich der constanten und geringen Fallhöhe mit der gewöhnlichen Zugramme Gemeinschaftliches hat, entspricht die Dampf-Kunstramme in ihrer allgemeinen Anordnung ganz der durch Menschenkraft bewegten Kunstramme. Der Bär bewegt sich hier zwischen Scheerruthen auf und ab; er wird, wie das bei den Hand-Kunstrammen auch geschah, durch eine sogenannte Kage erfaßt, und erfolgt auch die Auslösung auf die schon bekannten Arten: in dem angezogenen Beispiele nämlich geschieht das Heben des Bären durch eine Zange, diese wird durch schwere Rollen und mittelst eines Fallblocks an eisernen Schienen geführt, welche auf der einen Seite der Scheerruthen sitzen, und in einer gewissen Höhe werden die Oberschenkel der Zange durch eine Verengung jener Schienen zusammen gedrückt, so daß sich die untern Schenkel der Zange öffnen müssen, und der Bär sich von der Zange löst.

Das Rammtau führt über die oberhalb der Läufer-ruthen angebrachte Rammscheibe, und von da abwärts als über eine Trommel, welche durch eine kleine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird. Der Dampf wirkt bei dem mitgetheilten Beispiele in zwei oscillirenden Dampf-Cylindern, deren Kolbenstange mit zwei nur einen Viertelkreis verschieden gestellten Kurbelscheiben verbunden sind. Beide sitzen auf einer gemeinschaftlichen Ase, auf welche außerdem ein Getriebe aufgesetzt ist. Dieses greift in ein größeres Zahnrad, welches mit der zum Auf- und Abwickeln des Rammtaues dienenden Trommel durch eine gemeinschaftliche Welle verbunden ist. Zur Bedienung der Maschine ist ein Wärter erforderlich; sobald der Bär in der dazu bestimmten Höhe ausgelöst ist, wird durch Hebel-Verbindungen die Trommel mit dem Zahnrade aus dem Eingriff des Getriebes ausgerückt, das Rammtau

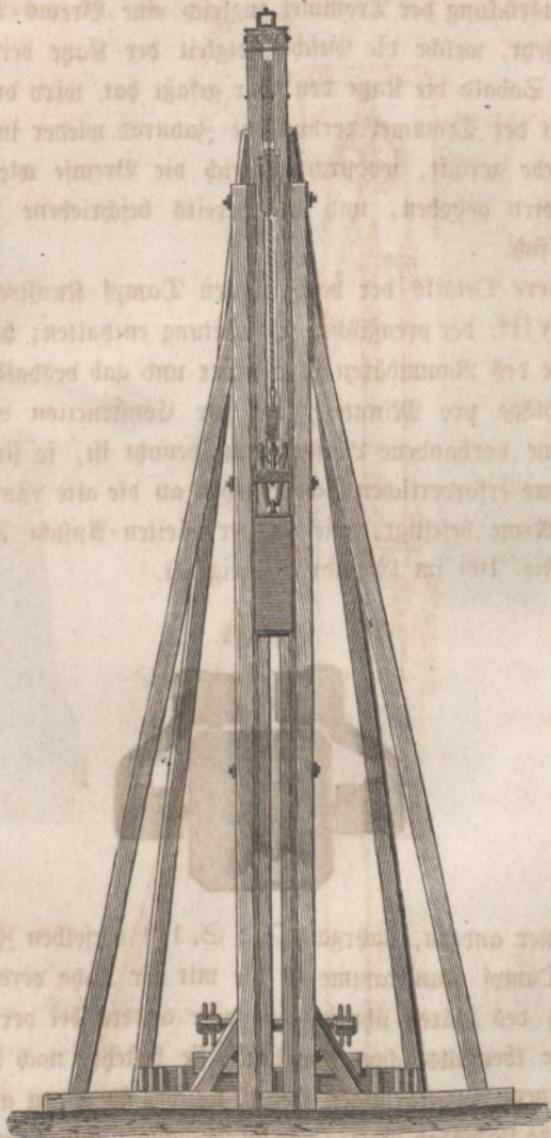
kann sich nun von der Trommel abwickeln, und dies wird durch die Schwere der Kage bewirkt, welche somit frei auf den Bären herabfällt, und diesen wieder erfaßt. Da das Herabfallen der Kage von einer be-

Fig. 107.



deutenden Höhe aus erfolgt, würde sie eine große Endgeschwindigkeit erhalten, und dadurch, sobald sie auf den Bären auffällt, einen Stoß

Fig. 108.

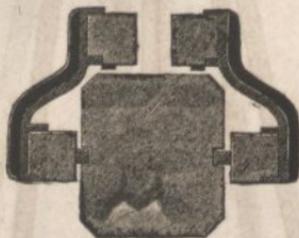


ausüben, welcher sich auf das Räderwerk fortpflanzen, und letzteres einer schnellen Abnutzung aussetzen würde. Um dies zu verhüten, ist erstens

das Rammtau nicht direct mit der Kage verbunden, sondern durch Vermittlung einer Buffer-Vorrichtung, in welcher durch eine starke Spiralfeder die Hestigkeit des Stoßes aufgehoben wird. Außerdem wird mit der Ausrückung der Trommel zugleich eine Brems-Vorrichtung in Betrieb gesetzt, welche die Geschwindigkeit der Kage beim Herabfallen moderirt. Sobald die Kage den Bär gefaßt hat, wird durch den Wärter das mit der Trommel verbundene Zahnrad wieder in Eingriff mit dem Getriebe gerückt, wodurch zugleich die Bremse wieder frei wird, der Bär wird gehoben, und die bereits beschriebene Manipulation wiederholt sich.

Genauere Details der beschriebenen Dampf-Kunstramme sind im Jahrgang VIII. der preußischen Bauzeitung enthalten; hiernach betrug die Schwere des Rammbären 11 Centner und gab deshalb bei 3<sup>m</sup> Fallhöhe 5 Schläge pro Minute. Da zur Construction dieser Dampf-rammen eine vorhandene Läuferamme benutzt ist, so sind die für die Dampfamme erforderlichen Scheerruthen an die alte Läuferruthe durch gußeiserne Arme befestigt, wie in der Seiten-Ansicht Fig. 107, und außerdem Fig. 109 im Grundriß gezeigt ist.

Fig. 109.



Bei einer andern, Jahrgang XI. S. 114 derselben Zeitschrift mitgetheilten Dampf-Kunstramme ist die mit der Kage verbundene Hebe-Vorrichtung des Bären ähnlich wie eine andere bei der gewöhnlichen Kunstramme ebenfalls schon erwähnte; sie besteht, nach Fig. 110 und 111, aus einem doppelarmigen Hebel, welcher in einem an der Unterseite der Kage steckenden Bolzen seinen Drehpunkt findet, und mit einem Haken versehen ist, der den Bär erfäßt. Die Kage ist hierbei ebenfalls bufferartig construirt, indessen hat dies einen andern Zweck, als bei

der zuvor erwähnten Dampftramme, und heißt es, darüber in dem betreffenden Texte:

„Der Bär ist  $1\frac{1}{2}$  Tons schwer (30 Centner). Durch das Gewicht der Klage und durch die Reibung wird jedoch der Zug in der Kette

Fig. 110.

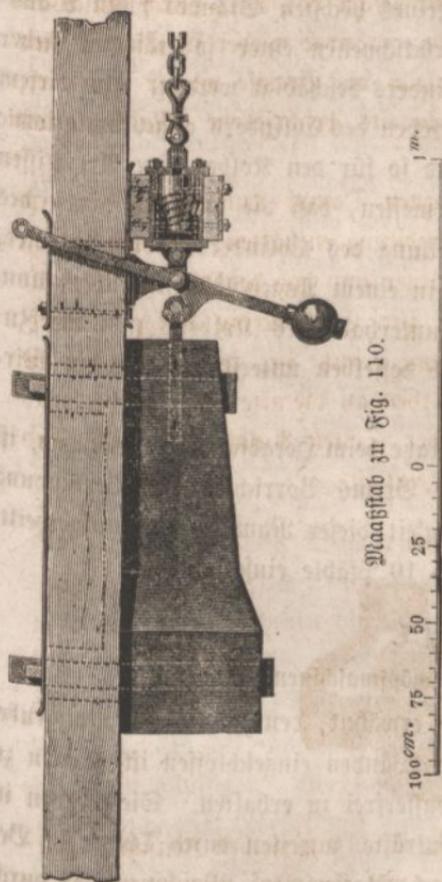
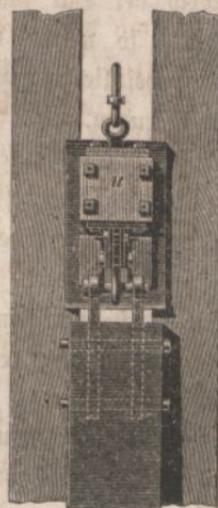


Fig. 111.



bedeutend größer. Bei der großen Geschwindigkeit, mit welcher die Trommel (auf der sich das Rammtau aufwickelt) bewegt wird, würde keine Kette und kein Gewicht dem Zuge widerstehen können, welcher beim Aufwinden des Bärs ausgeübt wird. Um nun die Intensität dieses Zuges zu mildern, ist eine Art Buffer angebracht. Es ist nämlich ein Cylinder u mit einem Kolben versehen, der oberhalb eine spiralförmige

Feder hat, welche eine Kraft von  $1\frac{1}{2}$  Tons erfordert, um zusammengedrückt zu werden. Das Kolbenspiel beträgt  $11^{\text{cm}}$ , und indem die Kolbe um so viel aufgezo- gen werden muß, bevor der Bär zu steigen beginnt, wird die auszuübende Kraft allmählig auf  $1\frac{1}{2}$  Tons gesteigert. Während des Aufsteigens des Bärs bleibt die Feder zusammengedrückt, da jedoch der Bär nach Erreichung seines höchsten Standes plötzlich ausklinkt, so würde durch das Zurückschnellen einer so kräftigen Feder wahrscheinlich der Boden des Cylinders beschädigt werden. Um diesem vorzubeugen, wird durch eine im Boden des Cylinders angebrachte kleine Oeffnung Luft hinein gelassen, und so für den Kolben eine Art Kissen gebildet. Die Oeffnung ist so bemessen, daß die zum Aufsteigen des Bären erforderliche Zeit zur Füllung des Cylinders gebraucht wird, während hingegen die Luft nicht in einem Augenblick entweichen kann. Die Herstellung eines Vacuums unterhalb des Kolbens und die Zusammendrückung der Luft oberhalb desselben unterstützen also die Wirkung der Feder.“

Um die Geschwindigkeit der Rake beim Herabfallen zu mäßigen, ist hier mit der Trommel nur eine Brems-Vorrichtung in Verbindung gebracht. Ueber die Leistungsfähigkeit dieser Ramme wird mitgetheilt, daß dieselbe mit Leichtigkeit täglich 10 Pfähle einschlägt.

## § 7.

## Die Wasserschöpfmaschinen.

Dieselben haben wie bereits erwähnt, den Zweck, die Baugrube, nachdem dieselbe von wasserdichten Wänden eingeschlossen ist, trocken zu legen, und während des Baues wasserfrei zu erhalten. Sie werden in den meisten Fällen durch Menschenkräfte, zuweilen durch Thiere in Bewegung gesetzt; man construirt auch Wasserschöpf-Maschinen, die durch Wind oder Wasser betrieben werden, doch werden Maschinen dieser Art weniger vorübergehend zur Trockenlegung einer Baugrube, als vielmehr in solchen Fällen benutzt, wo es sich darum handelt, sie für die Dauer von Jahren, zur Trockenlegung größerer Landstrecken, zu benutzen. Ebenso giebt es Wasserschöpfmaschinen, welche durch Dampf betrieben werden, doch übergehen wir auch diese Maschinen hier, wo es sich vor-

wiegend um solche Wasserschöpfmaschinen handelt, deren Kenntniß im Allgemeinen von Belang ist.

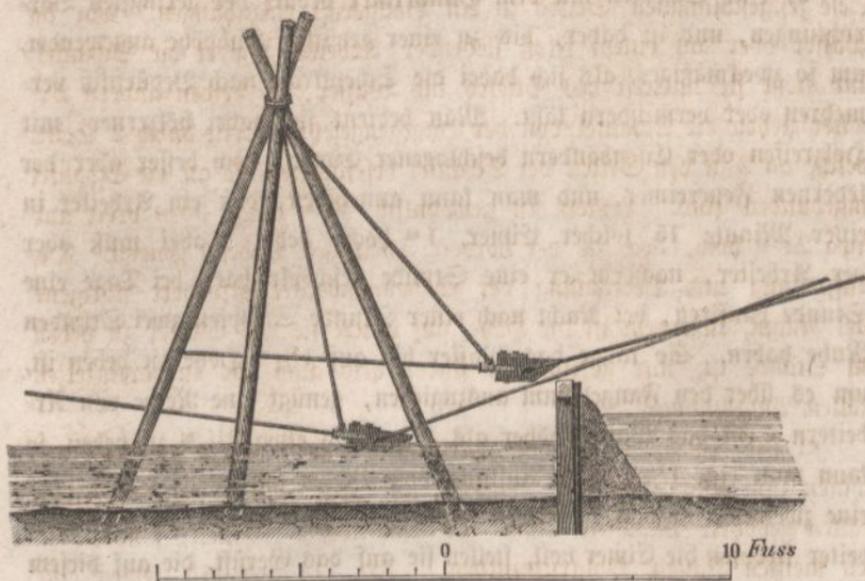
Die gebräuchlichsten derselben sind: Die Handeimer, Wurf- und Schwungschaukeln, Handpumpen Scheibenkünste oder Paternosterwerke, Schaufelwerke Kastenwerke oder Nories, Schöpfräder, Archimedische Schnecken.

a) Das Schöpfen mit dem Handeimer bedarf der geringsten Vorrichtungen, und ist daher, bis zu einer gewissen Hubhöhe angewendet, um so zweckmäßiger, als sich dabei die Schöpfkraft nach Bedürfniß vermehren oder vermindern läßt. Man bedient sich dabei hölzerner, mit Holzreifen oder Eisenbändern beschlagener Eimer, noch besser aber der ledernen Feueireimer, und man kann annehmen, daß ein Arbeiter in einer Minute 15 solcher Eimer, 1<sup>m</sup> hoch, hebt. Dabei muß aber der Arbeiter, nachdem er eine Stunde geschöpft hat, bei Tage eine Stunde pausiren, bei Nacht nach einer Stunde Schöpfen zwei Stunden Ruhe haben. So lange das Wasser bis auf 1 $\frac{1}{4}$ <sup>m</sup> Höhe zu heben ist, um es über den Fangedamm auszugießen, genügt eine Reihe von Arbeitern. Ist das Wasser höher als 1 $\frac{1}{4}$ <sup>m</sup>, bis etwa 2 $\frac{1}{2}$ <sup>m</sup> zu heben, so kann man eine 1 $\frac{1}{4}$ <sup>m</sup> hohe Rüstung von Böcken aufstellen, auf welcher eine zweite Reihe von Arbeitern steht. Die im Wasser stehenden Arbeiter schöpfen die Eimer voll, stellen sie auf das Gerüst, die auf diesem stehenden Arbeiter heben die Eimer auf den Rest der Höhe und gießen sie dann aus. Da hier das Schöpfen von einem Arbeiter in derselben Zeit erfolgt, wie das Ausgießen des andern, ginge eigentlich weniger Zeit verloren, als bei einer Reihe von Arbeitern; demnach ist der Effect schon ein günstiger. Bei noch größeren Höhen muß immer auf jede 1 $\frac{1}{4}$ <sup>m</sup> Höhe ein Gerüst mit einer Reihe von Arbeitern gerechnet werden, indessen wird bei Höhen über 2 $\frac{1}{2}$ <sup>m</sup> das Schöpfen mit Eimern noch bei Weitem unvortheilhafter, und daher nur im dringendsten Nothfalle angewendet, wenn eben keine andere Art von Wasserhebemaschinen zu erlangen ist. Die Aufstellung der Gerüste erfordert überdies viel Raum, und wird daher das Schöpfen mit dem Eimer ganz besonders schwierig und unvortheilhaft, wenn in beschränkten und tiefen Baugruben die Aufstellung bequemer Gerüste nicht erfolgen kann. Stets gehört zu

jedem Manne in jeder Reihe 1 Eimer, wenn die Arbeit ohne mehr als nöthigen Zeitverlust von Statten gehen soll.

b) Bei einer Höhe von nur 0,6 bis 1<sup>m</sup>, auf welche das Wasser zu heben ist, kann man sich der **Wurfschaufel** bedienen: einer gewöhnlichen hölzernen Schaufel, die von einem Arbeiter gehandhabt wird.

Fig. 112.



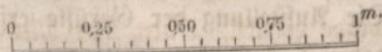
Maafstab zu Fig. 112.



Fig. 113.



Maafstab zu Fig. 113.



Bei der Höhe dagegen 1 — 1,5<sup>m</sup>, so bedient man sich am besten der **Wurfschaufel**, Fig. 112 und 113, welche von 3 Arbeitern in der Schwung,

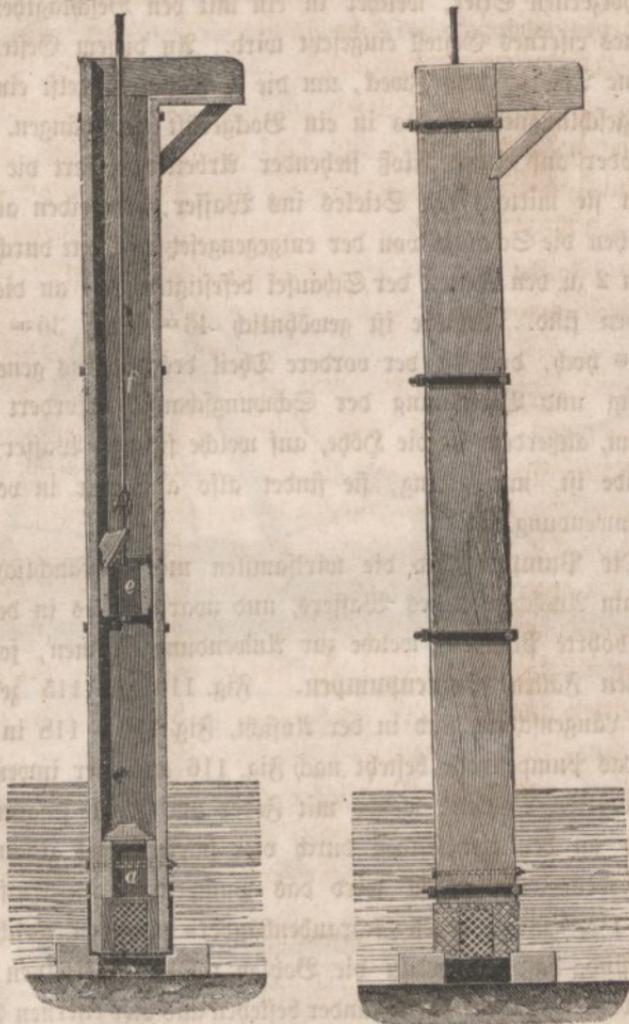
Bewegung gesetzt wird. Die Schaufel selbst ist aus Brettern zusammen geschlagen, welche mit einander verzapft sind, und außerdem durch eiserne Bänder zusammen gehalten werden, sie erhält am hintern Ende einen langen hölzernen Stiel, welcher in ein mit den Beschlagtheilen direct verbundnes eisernes Gestell eingesetzt wird. An diesem Gestell sitzt zugleich eine Dese zu dem Zweck, um die Schaufel mittelst eines in der Dese festgeschlungenen Seiles in ein Bockgerüst einzuhängen. Ein im Wasser oder auf einem Floß stehender Arbeiter regiert die Schaufel, und stößt sie mittelst des Stieles ins Wasser, die beiden andern Arbeiter ziehen die Schaufel von der entgegengesetzten Seite durch 2 Seile, welche an 2 zu den Seiten der Schaufel befestigten Dese an die Schaufel angebunden sind. Letztere ist gewöhnlich 46<sup>zm</sup> lang, 30<sup>zm</sup> breit und etwa 24<sup>zm</sup> hoch, doch ist der vordere Theil des Bodens geneigt. Die Aufstellung und Berechnung der Schwungschaukel erfordert übrigens viel Raum, außerdem ist die Höhe, auf welche sie das Wasser zu heben im Stande ist, nur gering, sie findet also auch nur in vereinzeltten Fällen Anwendung.

c) Die **Pumpen** sind die wirksamsten und gebräuchlichsten Maschinen zum Ausschöpfen des Wassers, und zwar sind es in den seltenen Fällen gebohrte Pumpen, welche zur Anwendung kommen, sondern in den meisten Fällen **Bohlenpumpen**. Fig. 114 und 115 zeigen eine solche im Längenschnitt und in der Ansicht, Fig. 116—118 in den Details. Das Pumpenrohr besteht nach Fig. 116 aus vier inwendig ganz glatt gehobelten Bohlen, welche mit Feder und Nuth zusammengesetzt sind, und an den vier Enden durch vier starke Nägel zusammen gehalten werden. Außerdem wird das Pumpenrohr in Entfernungen von etwa  $1\frac{1}{4}$ <sup>m</sup> mit eisernen Schraubensäulen umgeben, welche so eingerichtet sind, daß sie, wenn die Bohlen zusammen trocknen, nachgeschraubt werden können. Die Säulen bestehen aus vier eisernen Schienen, deren jede an einem Ende eine Oeffnung, am andern Ende runde Zapfen mit Schrauben-Gewinde erhält. Durch vier Muttern wird die Verbindung hergestellt. Am obern Ende des Pumpenrohrs befindet sich der Ausguß, der ebenfalls aus Brettern zusammengesetzt ist, und unterhalb steht die Pumpe entweder in einem sogenannten Schloß,

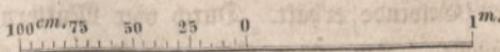
einem Geschnge, welches aus zwei Längsschwellen und zwei auf die ersteren aufgedrängten Querschwellen besteht, oder es genügt auch, wenn

Fig. 114.

Fig. 115.]



Maassstab zu Fig. 114 u. 115.



das Unterlager nach Fig. 114 und 115 aus 2 Schwellen gebildet wird. Der untere Theil der Pumpe wird entweder mit einem Drahtgitter

oder mit einem Korbgeflecht umgeben, um zu verhüten, daß Unreinigkeiten in das Pumpenrohr kommen. An dem untern Ende sitzt innerhalb des Pumpenrohrs zunächst des Bodenventil *a*, welches genau in das Rohr hineinpassen muß; es wird aus einem Klotz gefertigt, oder

Fig. 116.

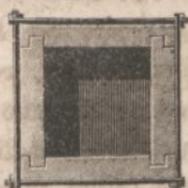


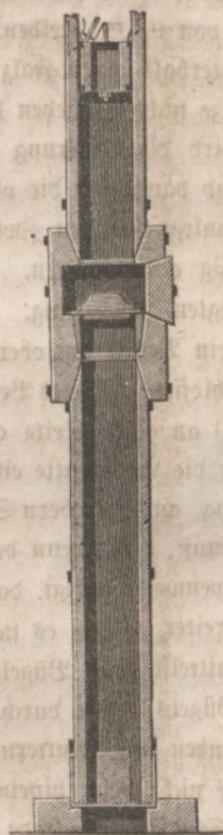
Fig. 117.



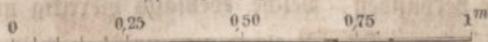
Fig. 118.



Fig. 119.



Maßstab zu Fig. 116 — 118.



ebenfalls aus Bohlenstücken mit Feder und Nuth zusammengesetzt, und wird mit dem Pumpenrohr durch einen Splintbolzen, welcher durch die Mitte hindurchgeht, verbunden. Das Bodenventil ist oberhalb mit einer belederten Klappe versehen, die sich öffnen und schließen kann.

Außerdem befindet sich innerhalb des Pumpenrohres der Kolbenstoß e, welcher durch die Kolbenstange f auf- und abwärts bewegt wird. Der Kolben wird aus einem Klotze, gewöhnlich von Eisen- oder Buchenholz bearbeitet, und so ausgehöhlt, daß die Wände 4 bis 5<sup>zm</sup> stark bleiben. Zwischen den Wänden des Kolbens und des Pumpenrohres muß ein Spielraum von 0,3<sup>zm</sup> bleiben. Auswendig erhält der Kolben nach Fig. 117 unterhalb einen Falz für einen eisernen Ring, welcher letzterer vor dem Holze nicht vorstehen darf, und oberhalb ebenfalls einen Falz; in diesen wird die Lederung (Verlederung), ein Stück Wallroßleder, befestigt, und damit sich die obere Kante des Leders an die Pumpenwände fest anlegt und den Zwischenraum schließt, wird der obere Falz nach g schräg eingeschnitten. Fig. 118 A zeigt den Kolben mit der daran befestigten Lederung.

Durch ein Ventil am obern Ende des Kolbens wird derselbe geöffnet und geschlossen. Dieses Ventil besteht aus einer Lederplatte, welche (Fig. 118 B) an einer Seite auf die Kolbenwand genagelt wird; von unten ist an die Lederplatte eine eiserne Platte, etwas kleiner als die Kolbenöffnung, auf der obern Seite ein hölzerner Klotz befestigt, welcher so dick sein muß, daß, wenn das Ventil sich öffnet, nur der Klotz sich an die Pumpenwand anlegt, das Ventil einen gewissen Neigungswinkel nicht überschreitet, so daß es stets von selbst wieder zufallen muß. Der Kolben ist mittelst eines Bügels an die Pumpenstange angehängt; die Arme des Bügels gehen durch die Kolbenwände durch, und erhalten unten Schrauben und Müttern, oberhalb kleine Ansätze, damit sich die Bügel-Arme nicht tiefer hinein ziehen können.

Wenn das auszuschöpfende Wasser so hoch gehoben werden soll, daß die Länge eines Pumpenrohres nicht ausreicht, so wird mit demselben eine Saugröhre verbunden, welche ebenfalls viereckig und aus Bohlen zusammengesetzt wird. Die Verbindung zwischen beiden geschieht wie Fig. 119 der Durchschnitt zeigt, durch einen sogenannten Stöckel; derselbe wird aus einem starken Eichenklotz ausgearbeitet, mit dem Saugrohr unterhalb, mit dem Pumpenrohr oberhalb schräg zusammengeschnitten und durch eiserne Bänder zusammen gehalten. Das Bodenventil liegt dann gewöhnlich innerhalb des Stöckels, und damit man von Außen

zu diesem Ventil gelangen kann, erhält der Stöckel auf einer Seite eine kleine Thüröffnung, die durch einen genau hinein passenden Klotz geschlossen wird.

Für größere Baugruben genügt zum Auspumpen des Wassers nicht eine Pumpe, sondern müssen in solchen stets mehrere Pumpen gleichzeitig in Thätigkeit sein. Ihre Wirkung ist am vortheilhaftesten, wenn sie paarweise an Hebel gehängt werden; an diesen wirken die Arbeiter durch Zugleinen oder Zugstangen. Für die Aufstellung der Pumpen werden Pfähle in Reihen eingeschlagen, die einzelnen Reihen werden verholmt, über die Holme werden Zangen gestreckt, und diese tragen zugleich den Fußboden, auf welchem die Arbeiter stehen. Die Knebel, an welchen die Arbeiter angreifen, müssen  $1\frac{1}{4}^m$  über jenem Fußboden liegen.

Die Bohlenpumpen erhalten gewöhnlich einen Querschnitt von 16' bis  $26^m$  in's Quadrat, und darf die Geschwindigkeit des Kolbens nicht unter  $16^m$  und nicht über  $30^m$  pro Secunde betragen. Hierin geht indessen ein Theil des Wassers verloren, welches theils in Folge des undichten Anschlusses vom Kolben an die Pumpenwände, theils weil die Ventile sich nicht mit dem Kolbenhiebe gleichzeitig schließen, zurückstieft, und muß man selbst bei gut construirten Pumpen auf 25 Procent Verlust rechnen. Danach läßt sich für ein bestimmtes Quantum Wasser, welches pro Stunde oder pro Minute zu beseitigen ist, die Zahl der erforderlichen Pumpen berechnen.

Die Pumpen bleiben unter allen Wasserschöpfmaschinen diejenigen, welche den größten Nutzeffect liefern; außerdem sind sie am leichtesten aufzustellen, und erfordern hierzu den geringsten Raum. Sie kommen daher am häufigsten zur Anwendung; sie haben indessen den einen Nachtheil, daß sie durch schlammiges, schmutziges Wasser leicht verstopft werden, und häufiger Reparaturen bedürfen. In dieser Beziehung stehen ihnen voran.

d) Die Scheibenkünste, Kettenpumpen oder Paternosterwerke, welche selbst bei verunreinigtem Wasser ohne Nachtheile zu benutzen sind.

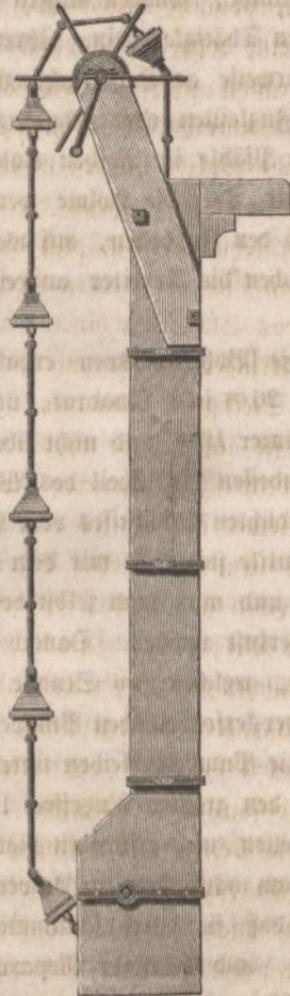
Die Scheibenkunst besteht nach Fig. 120 und 121 aus einer Röhre von 10 bis  $20^m$  innerer Weite, welche entweder mit quadratischem

Querschnitt aus Bohlen zusammengesetzt wird, oder auch mit kreisförmigem Querschnitt aus einem Stamme ausgebohrt werden kann. Das untere im Wasser stehende Ende ist auf einer Seite ungefähr 40 bis

Fig. 120.



Fig. 121.



45<sup>m</sup> hoch ausgeschnitten, dagegen sind sowohl von unten wie von den andern Seiten Bohlen daran befestigt, so daß das Wasser von der offenen Seite in das Standrohr eintreten, auch letzteres auf dem Grunde fest aufgestellt werden kann. Oben am Standrohr befindet sich auf der

entgegengesetzten Seite eine Ausfluß-Oeffnung und hier wird durch ein horizontal liegendes Bohlstück und zwei zu den Seiten senkrecht darauf stehende Bohlstücke ein Ausguß angebracht. Außerdem sind oberhalb von beiden Seiten 2 Balken, zwei Bohlstücke in schräger Lage angeagelt, zwischen welchen sich eine Gabelwalze in Zapfenlagern dreht, Durch eine doppelte Handfurbel kann dieselbe von 4 bis 6 Arbeitern in Bewegung gesetzt werden. Eine andre kleine Walze dreht sich zwischen den unterhalb befestigten Backen ebenfalls in Zapfenlagern, und über beide Walzen hinweg ist eine Kette ohne Ende geführt, so daß die eine Hälfte derselben durch die Stangenröhre, die andre Hälfte außerhalb der letzteren liegt. An dieser Kette sind, in ungefähr 1<sup>m</sup> Entfernung von einander, lederne Scheiben befestigt, welche so groß sind, daß sie in das Standrohr hinein passen, und an den Wänden dasselbe mit einem geringen Spielraume anschließen. Damit diese Scheiben die gehörige Steifigkeit bekommen, und das Wasser besser halten können, werden sie auf der Seite, welche innerhalb der Standröhre die untere ist, mit konisch gearbeiteten Holzklögchen versehen, deren obere Breite 0,6<sup>m</sup> kleiner ist, als die der ledernen Scheiben. Ueber den letzteren dagegen liegt eine eiserne Scheibe von eben so großer Breite, wie die Holzklögchen sie oberhalb erhalten. Durch alle 3 Theile ist ein vierkantiger Bolzen durchgesteckt, welcher unterhalb mittelst eines Ansatzes den conischen Holzklotz trägt, und durch welchen über der eisernen Platte ein kleiner Keil durchgetrieben wird. An den Bolzen schließt sich oben und unten die Kette ohne Ende an. Fig. 122 A und B zeigt diese Verbindung im Längenschnitt und in der Ansicht.

Die Scheibenkünfte sind allenfalls bis zu einer Höhe von 6<sup>m</sup>, auf welche das Wasser gehoben werden muß, anwendbar: es findet bei ihnen indessen während des Gebrauches eine große Reibung Statt, und sind sie daher häufigen Reparaturen ausgesetzt. Ueberdies dürfen die Lederscheiben, damit die Reibung nicht gar zu groß wird, wie bereits erwähnt, nicht dicht an den Wandungen der Röhre anschließen, sondern muß vielmehr auf allen Seiten zwischen Lederscheiben und Röhren-Wandung ein Spielraum verbleiben; ein theilweises Zurückfließen des Wassers, während dasselbe gehoben wird, läßt sich hierbei nur dadurch

vermeiden, daß die Scheiben mit möglichster Geschwindigkeit auf- resp. abwärts bewegt werden. Sobald die Maschine auch nur für kurze Pausen in Stillstand geräth, müssen auch, in Folge jenes Spielraumes, sofortige Wasser-Verluste eintreten, und ist dies ein nicht zu übersehender Uebelstand der Paternosterwerke, da eben bei dem Gange der Kette über die Gabelwalze häufige Störungen, auch durch nothwendige Reparaturen an den Scheiben Unterbrechungen der Bewegung nur zu leicht eintreten. Dies erklärt die eigentlich seltne Anwendung dieser Art von Wasserschöpf-Maschinen, trotzdem ihr Effect, sobald sie nur in gutem Gange sind, ein sehr günstiger ist. Vortheilhafter als eine gewöhnliche Kette soll die Anwendung der in den Figuren dargestellten

Fig. 122.



Fig. 123.



Construction der Kette sein, wobei dieselbe aus einzelnen längern Stäben besteht, welche gabelförmig ineinandergreifen, und an der Verbindungsstelle durch Schraubenbolzen zusammen gehalten werden. Auch die Scheiben sind zuweilen etwas anders construirt, und zwar insofern, als die Lederplatte nach Fig. 123 von beiden Seiten mit Holzscheiben umgeben ist, auf deren jeder noch eine eiserne Scheibe sitzt. Ein durch die Mitte hindurch gehender Bolzen verbindet auch hier die einzelnen Theile; derselbe bildet zugleich ein Glied der Kette, und durch einen eisernen Keil wird die Scheibe auf dem Splint festgehalten.

Fig. 124 zeigt die Gabelwalze in größerem Maaßstabe, namentlich auch die Form der einzelnen Gabeln, wie dieselbe am geeignetsten ist, damit die Ketten von den Gabeln sicher erfaßt werden.

e) Die Schaufelwerke beruhen auf einer ähnlichen Einrichtung wie

die Scheibenkünste, sie bestehen nach Fig. 125 ebenfalls aus einer Röhre, einem Förderkasten, innerhalb dessen sich eine Kette ohne Ende fortbewegt. An letzterer sitzen, in gleichen Entfernungen von einander,

Fig. 124.

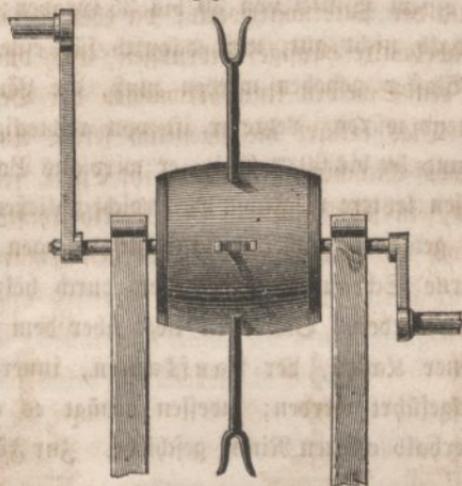
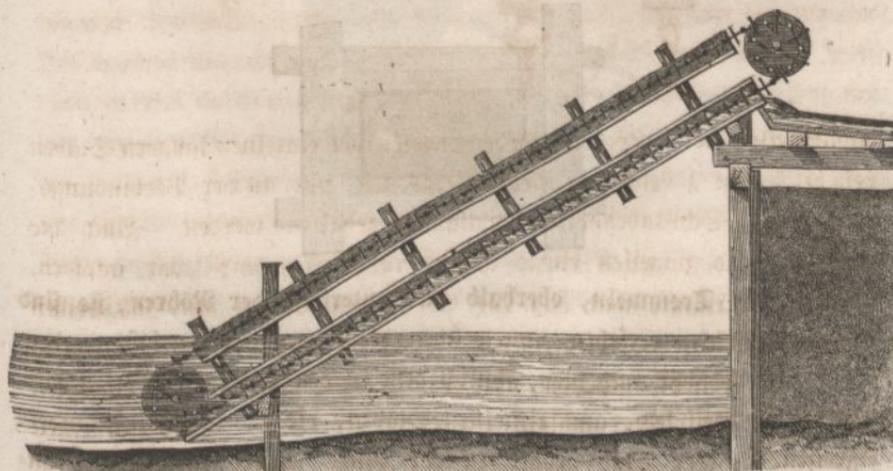


Fig. 125.

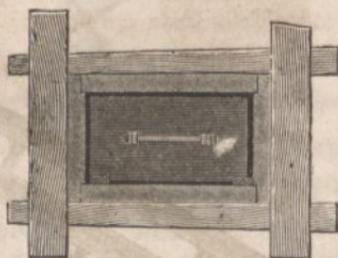


Maßstab zu Fig. 125.



kleine Brettchen, sogenannte Schaufeln, welche sich wiederum den Förderkasten nicht dicht anschließen dürfen, sondern vielmehr ringsum einen Spielraum von etwa  $0,6^m$  haben müssen. Der Förderkasten wird aber nicht vertical aufgestellt, sondern erhält eine geneigte Lage, am besten unter einem Winkel von 30 bis 35 Graden; eine zu geringe Neigung ist deshalb nicht gut, weil dadurch für eine gegebene Höhe, auf welche das Wasser gehoben werden muß, die Länge des Förderkastens zu bedeutend würde. Letzterer ist von rechteckigem Querschnitt, etwa  $24^m$  hoch und 50 bis  $60^m$  breit; er wird aus Bohlen zusammengesetzt, und müssen letztere möglichst wasserdicht schließen, daher in den Fugen sorgfältig gedichtet, außerdem in Entfernungen von etwa 1 bis  $1\frac{1}{4}^m$  durch eiserne Schraubenbänder oder durch hölzerne Geschnge zusammengehalten werden. Bisweilen liegt über dem Förderkasten ein zweiter geschlossener Kasten, der Laufkasten, innerhalb dessen die Schaufeln zurückgeführt werden; indessen genügt es ebenfalls, wenn dies in einer oberhalb offenen Rinne geschieht. Zur Führung der Kette

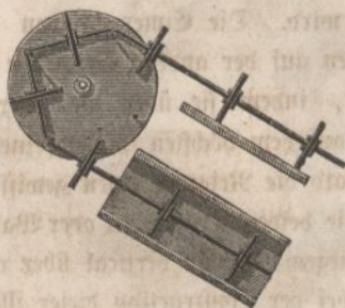
Fig. 126.



dienen zwei Trommeln, oberhalb und unterhalb der Röhren; sie sind mit Triebstücken versehen, von welchen die Kettenglieder gefaßt werden. Die Kette besteht auch hier, ähnlich dem in den Paternosterwerken mitgetheilten Beispiele, aus einzelnen Stäben, die gabelartig ineinandergreifen. Jeder Stab erhält in der Mitte seiner Länge einen angegossenen Aufsatz, gegen den sich die Schaufel einerseits lehnt, während mittels eines auf der andern Seite durch das Kettenglied gesteckten Splintes die feste Verbindung hergestellt wird. Außerdem ist noch an das eine Ende jedes Kettengliedes ein kleiner dornartiger An-

satz angegossen, welcher den Zweck hat, ein Gleiten der Triebstöcke an den Kettengliedern zu vermeiden. Ein solches Gleiten kann zwar ohnehin nicht stattfinden, wenn die Trommel nach Fig. 128 nur vier Triebstöcke hat, da in diesem Falle die Kettenglieder, wenn sie über die Trommel gehn, einen rechten Winkel gegen einander bilden, also von den Triebstöcken sehr sicher geführt werden; hat dagegen die Trommel 6 oder 8 Triebstöcke, so bilden die Kettenglieder beim Uebergang über die Trommel einen sehr stumpfen Winkel, und kann daher ein Gleiten sehr leicht eintreten, was sofort, außer andern Uebelständen, einen periodischen Stillstand der Maschine bewirkt. Dennoch führt es manche Nachteile mit sich, der Trommel nur 4 Triebstöcke zu geben; besser sind jedenfalls 6, am besten 8 Triebstöcke, und wird in diesem Falle durch den erwähnten dornartigen Ansatz an den Kettengliedern ein sicheres Erfassen derselben durch die Triebstöcke bewirkt.

Fig. 128.



Bisweilen hängen die Schaufeln an zwei Ketten, die parallel neben einander herlaufen, wie dies in Fig. 126 angenommen ist. Die einzelnen Glieder dieser Kette sind dann durch gemeinschaftliche Schraubenbolzen verbunden, doch genügt im Allgemeinen eine Kette. Damit die Schaufeln nicht an dem Boden des Förderkastens schleifen, und dadurch die Reibung vermehren, sind auf den Boden jenes Kastens 2 kleine Leisten befestigt, welche eine Führung der Schaufeln bilden. Um gleichzeitig Seitenschwankungen der Schaufelkette bei der Bewegung zu vermeiden, sind die Leisten so hoch gemacht, daß die Schaufeln unterhalb zu beiden Seiten ein wenig ausgeklüfft werden müssen.

Die Arbeit des Schaufelwerkes erfolgt, indem die obere Trommel entweder mittelst einer Kurbel durch Menschenhände gedreht, oder durch einen Pferdegöpel in Bewegung gesetzt wird. Auch bei dieser Maschine kommt es auf eine möglichst schnelle Bewegung der Schaufeln an, wenn der Effect ein günstiger, und der Verlust an zurückfließendem Wasser ein möglichst geringer sein soll; diese schnelle Bewegung ist aber bei Anwendung eines Pferdegöpels auf die Dauer nicht zu erreichen, und deshalb ist die Wirkung der Schaufelwerke immer nur eine unvollkommene und ihre Anwendung eine seltene.

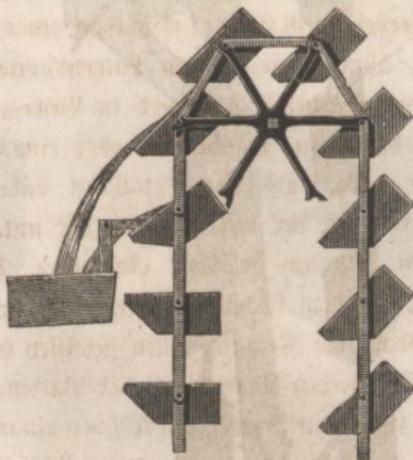
1) Die **Kastenwerke** oder **Norien** liefern dagegen selbst für größere Hubhöhen sehr günstige Resultate, und sind daher schon seit langer Zeit, besonders in Italien, zur Anwendung gekommen. Das Ausschöpfen des Wassers geschieht hierbei durch Eimer, welche an einer Kette ohne Ende hängen; letztere ist, ähnlich wie bei den Paternosterwerken, über zwei Walzen oder Trommeln geführt, und wird in Bewegung gesetzt, indem die obere Trommel durch eine Handkurbel oder eine andre mechanische Vorrichtung gedreht wird. Die Eimer tauchen dabei unter Wasser, füllen sich hier, werden auf der andern Seite der untern Trommel emporgehoben, nehmen, indem sie über die obere Trommel hinweg gehen, eine geneigte, auf dem höchsten Punkte eine horizontale Lage an, und gießen oben, sobald die Neigung einen gewissen Grad erreicht hat, das Wasser aus. Die beiden Trommeln oder Walzen, über welche die Kette geführt wird, liegen meistens vertical über einander.

Das Wichtigste bei der Construction dieser Maschinerie ist: zu bewirken, daß erstens die Eimer sich möglichst vollständig mit Wasser füllen, und daß zweitens das Wasser oberhalb möglichst vollständig aufgefangen wird, so daß nicht ein Theil desselben in den auszuschöpfenden Raum zurückfließt. Der Widerstand der, beim Füllen der Eimer in denselben vorhandenen Luft, ist häufig die Ursache, daß sie sich nur theilweise füllen; ebenso ist es schwierig, zu verhindern, daß nicht ein Theil des gehobenen Wassers unaufgefangen zurückfließt, und durch beide Verluste wird der Effect der im Uebrigen einfachen, und nicht eben vielen Stockungen unterworfenen Maschinerie wesentlich verringert. Das Auf- und Niedergehn der Eimer muß langsam geschehen, und gestattet

die Construction mannigfache Verschiedenheiten, von denen hier nur die hauptsächlichsten angeführt werden sollen.

Fig. 129 zeigt die Construction einer Norie, bei welcher die Eimer flache, oberhalb offene Gefäße mit theilweise geneigtem Boden sind; diese Kästen hängen in zwei Ketten ohne Ende, eine zu jeder Seite der Ketten. Sowohl je 2 aufeinander folgende Kettenglieder unter sich, als auch die correspondirenden Glieder beider Ketten sind durch einen starken Bolzen verbunden; an jedem derselben hängt ein Kasten, so daß letzterer sich um den Bolzen drehen kann. Die Bolzen stehen außerhalb vor den Kästen vor, so daß sie von den Armen einer Gabelwalze erfaßt werden

Fig. 129.

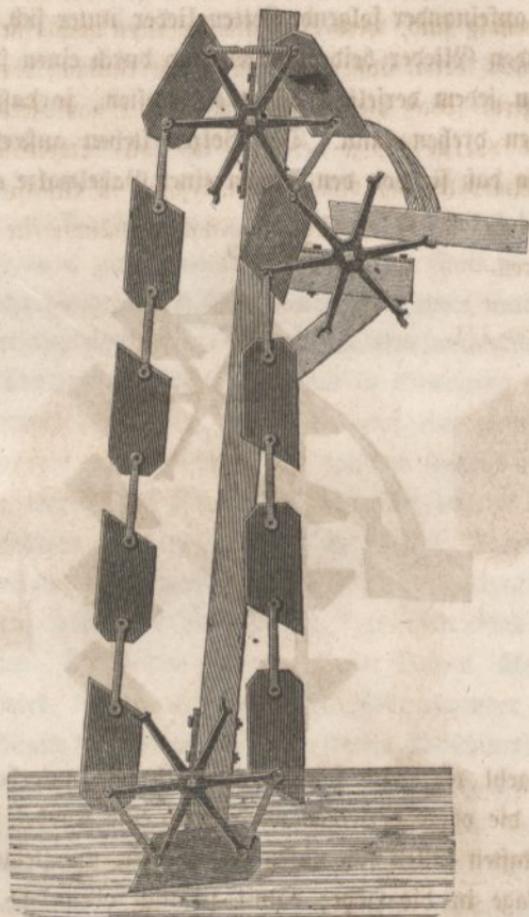


können, und geht die Kette sowohl oberhalb wie unterhalb über eine solche Walze; die obere derselben wird durch eine Kurbel in Bewegung gesetzt. Die Kästen füllen sich unten mit Wasser, und steigen in nahezu horizontaler Lage in die Höhe; damit sie nun oben das Wasser ausgießen, ist über dem Auffange-Bassin eine Vorrichtung: ein fester Haken, eine feste Stange, oder dergl. angebracht, durch welche jeder Kasten, sobald er sich in der geeigneten Höhe befindet, in eine schräge Lage gebracht wird, welche das Ausfließen des Wassers herbeiführt.

Bei dem Fig. 130 dargestellten Kastenwerk haben die Wassergefäße mehr die Eimerform, und dient zugleich jeder Eimer als Verbindungs-

dungsglied der Ketten. Jeder Eimer hat nach Fig. 131 oberhalb in der Seitenwand eine Oeffnung, durch welche das Wasser eindringt, und außerdem im Boden eine Klappe, ein Ventil; bei der Abwärts-Bewe-

Fig. 130.



gung befindet sich die Einfluß-Oeffnung unterhalb, der Boden mit dem Ventil oberhalb, und ist das letztere in Folge seiner eignen Schwere geöffnet. Sobald der Eimer unter Wasser taucht, beginnt er sich zu füllen; das Wasser verdrängt die im Eimer befindliche Luft, und letztere kann durch das geöffnete Ventil entweichen; dieses schließt sich indessen von selbst, sobald der Eimer in die aufwärts gehende Bewegung über-

geführt wird. Je 2 auf einanderfolgende Eimer sind durch 2 Kettenglieder verbunden, und ist die Verbindung auch hier durch Bolzen bewirkt, welche durch die Eimer hindurchgehen, außerhalb aber hervorstehen, so daß sie durch die Arme der Gabelwalzen erfaßt werden. Außer den beiden Gabelwalzen, die oberhalb und unterhalb zur Führung der Ketten nothwendig sind, wird oberhalb zuweilen noch eine dritte Gabelwalze angebracht, deren äußerer Umfang den Umfang der obersten Gabelwalze tangirt, so daß diese dritte Gabelwalze das Kettenglied erfaßt, sobald es die oberste Walze verläßt. Es soll hierdurch nur bewirkt werden, die Eimer bei der Abwärts-Bewegung in eine so geneigte Lage zu bringen, daß sie ihr Wasser möglichst vollständig in die Auffangrinne entleeren.

Fig. 131.



Fig. 132.

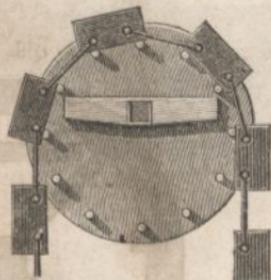
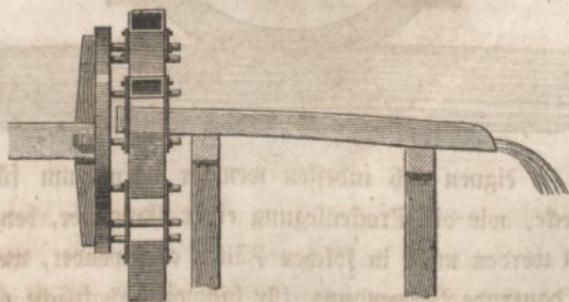


Fig. 133.

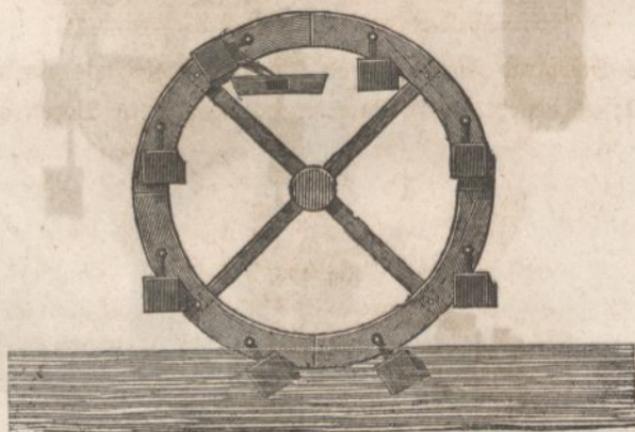


Bei einer dritten, Fig. 132, und 133 dargestellten Construction der Kastenwerke dienen die Kasten ebenfalls als Verbindungsglied der Ketten, und werden oberhalb und unterhalb über eine mit hervorstehenden Ar-

men versehene Trommel geführt. Die Kästen sind nur an einer Seite offen, und beginnt hierbei der Wasser-Ausfluß bei jedem Eimer, sobald derselbe über die Horizontale von der Axe der oberen Trommel gelangt. Das Wasser muß hierbei in einem trogartigen Behälter aufgefangen werden, dessen Länge annähernd dem Durchmesser der Trommel gleich ist, und der möglichst nahe über der Trommelwelle stehen muß. Aus diesem Trog wird das Wasser durch eine Abflusrinne fortgeführt.

g) Die Schöpfräder und Schneckenräder. Die Schöpfräder stehen bezüglich der Art und Weise, in welcher das Wasser gehoben wird, den Kastenwerken sehr nahe; die Hebung des Wassers erfolgt ebenfalls durch eimerartige Gefäße, diese werden jedoch nicht durch eine Kette, ohne Ende auf- und abwärts bewegt, sondern sitzen an dem Umfange eines Rades, durch dessen Drehung das Heben und Senken der Eimer resp. Kästen erfolgt. Auch diese Maschinen gestatten eine sehr mannigfache Construc-

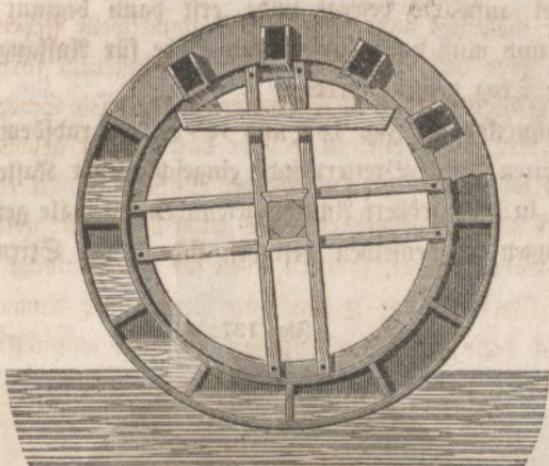
Fig. 134.



tionsweise; sie eignen sich indessen weniger dazu, um für vorübergehende Zwecke, wie die Trockenlegung einer Baugrube, benutzt zu werden, sondern werden mehr in solchen Fällen angewendet, wo es sich um eine länger dauernde Verwendung, für landwirthschaftliche oder gewerbliche Zwecke, handelt, z. B. für Entwässerungen oder Wasser-Hebewerke. Bei dem Schöpfrade Fig. 134 sitzen an einer Seite des Radtranzes kleine Eimer, welche vermittlest Bügeln so an hervorstehenden Bolzen

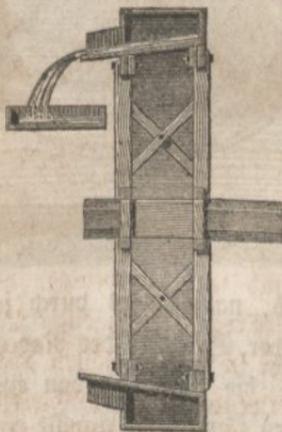
hängen, daß sie um letztere eine drehende Bewegung machen können. Oberhalb ist ein Wassertrog so angebracht, daß die Eimer, während sie an demselben vorbeistreichen, eine geneigte Stellung einnehmen müssen, und ihr Wasser in den Trog ausgießen.

Fig. 135.



Das Schöpfrad Fig. 135 und 136 ist ähnlich wie ein Staberrad konstruirt; es besteht aus 2 Radkränzen, durch einen Boden am innern

Fig. 136.

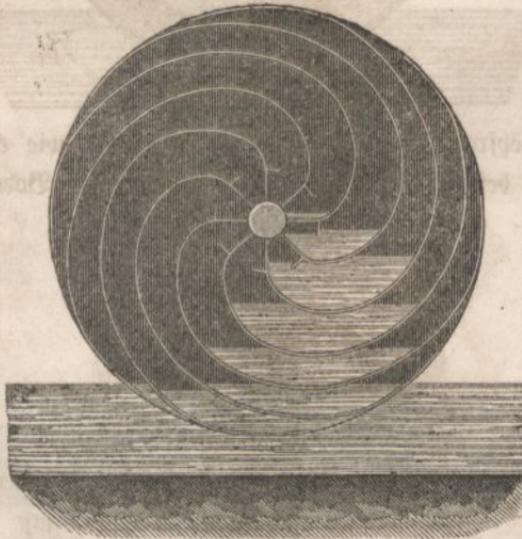


und äußern Umfang der Radkränze wird der Raum zwischen denselben von allen Seiten fest umschlossen und dieser Raum wird durch einzelne

radial gestellte Wände in mehrere Abtheilungen getheilt. In einem der beiden Radfränze befinden sich viereckige Ausfluß-Deffnungen, und der innere Boden des Rades ist nach der Seite dieser Deffnungen hin geneigt. In Folge dieser Neigung können sich die in das Wasser tauchenden Abtheilungen füllen und das Wasser halten, bis sie um einen gewissen Winkel aufwärts bewegt sind; erst dann beginnt das Wasser auszufließen und muß daher in gewisser Höhe für Auffangen des Wassers in einen Trog gesorgt werden.

Das Schneckenrad Fig. 137 und 138 ist ein radförmig gestalteter von allen Seiten durch Bretterwände eingeschlossener Kasten, dessen innerer Raum in eine größere Anzahl gewundener Canäle getheilt ist; die Einflußöffnungen zu denselben befinden sich in der Stirn des Rades.

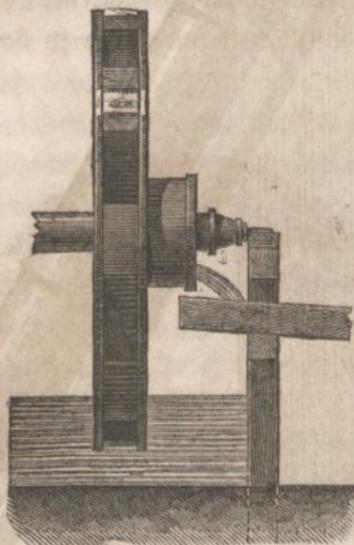
Fig. 137.



Das Wasser bewegt sich, nachdem es durch jene Deffnungen in das Rad eingetreten ist, bei der Drehung des Rades, innerhalb der Canäle allmählig zur Aze hin; die Welle ist von einem ringförmigen Trog rings umgeben, in welchen sämtliche Canäle einmünden. Das Wasser ergießt sich daher aus den gewundenen Canälen in diesen Trog, und von dort in eine Abflurinne.

Die Kastenwerke sowohl, wie die Schöpfräder, haben den Nachtheil, daß bei ihnen nicht die ganze Hubhöhe, auf welche das Wasser gehoben werden muß, zur Geltung kommt; um vielmehr die gehobnen Wassermengen möglichst vollständig aufzufangen, müssen die Eimer resp. Kasten sich in ein Bassin entleeren, welches in gewisser Tiefe unter der Scheitelhöhe liegt. Dies ist ein Verlust an Nutz-Effect, resp. ein Mehraufwand an Arbeitskraft; denn es gehört eine größere Arbeitskraft dazu, das Wasser auf 3<sup>m</sup>, als dazu, es auf 4<sup>m</sup> Höhe zu heben, und es ist also ein Verlust an Arbeit, wenn das Wasser auf 4<sup>m</sup> Höhe gehoben

Fig. 138.



ben werden muß, damit es auf 3<sup>m</sup> Höhe abfließen kann. Diesen Nachtheil bieten die Schneckenräder nicht, wenigstens in bedeutend geringerem Maaße, da die Abflusssrinne dicht unter dem Ausguß des Ausfluß-Canals liegen kann.

h. Die archimedische Wasserschnecke, Fig. 139 und 140, ist die nächst den Pumpen wohl gebräuchlichste Wasserschöpf-Maschine. Sie besteht aus einem hohlen Cylinder, in welchem sich ein an einer Spindel sitzender schneckenförmig gewundener Canal befindet, durch dessen Umdrehung die Wasserförderung erfolgt. Der Mantel des Cylinders be-

steht aus einzelnen schmalen Brettern von möglichst gleicher Breite, die, parallel neben einander liegend, durch eiserne Zugbänder in Entfernung

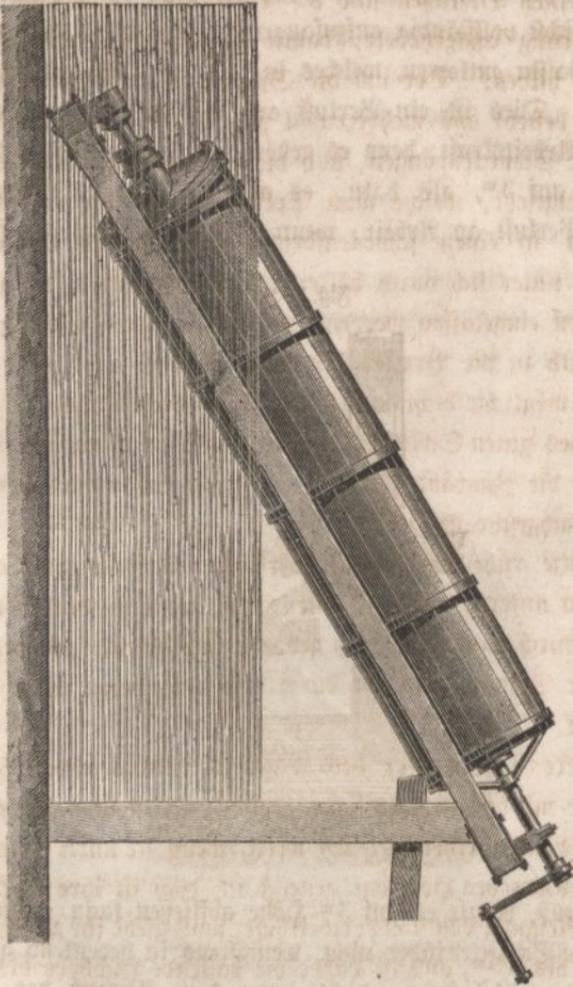
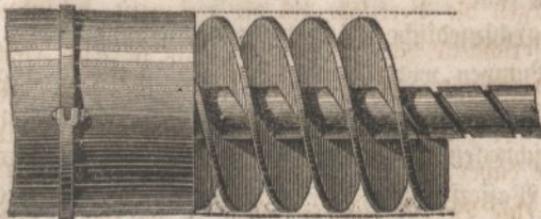


Fig. 139.

Fig. 140.



gen von je 1 bis  $1\frac{1}{4}^m$  zusammengehalten werden. Die Fugen zwischen den Brettern der Mantels werden durch Berg und Theer gedichtet, die einzelnen Brettchen sind 8—10<sup>zm</sup> breit, und nach Innen zu etwas kreisförmig ausgehobelt, damit sie hier eine möglichst genaue Cylindrerform bilden. Der um die Spindel schneckenförmig herum geführte Canal besteht aus mehreren, 2 bis 3, neben einander liegenden Abtheilungen, Schneckengängen, und diese werden ebenfalls aus Brettchen zusammengesetzt, welche man Splisse nennt. Letztere greifen mit einem Zapfen in einen schneckenförmig fortlaufenden Einschnitt der Spindel, sind unter sich durch hölzerne Nägel verbunden, die gleich beim Zusammensetzen eingelassen werden, und ihr äußeres Ende greift mittelst einer Nutz in die Bretter des Mantels ein, oder stößt auch nur stumpf, aber möglichst dicht schließend, gegen diese Bretter. Zur Herbeiführung eines guten Schlusses zwischen dem Mantel und den Schneckengängen dienen die Zugbänder, welche daher so eingerichtet werden müssen, daß sie nachgeschraubt werden können.

Das Ganze ruht in einem festverbundenen Geschlinge von starken Hölzern, dessen unteres Ende mit einer Haspelwelle in Verbindung stehen kann, um hierdurch nach Bedürfniß gehoben und gesenkt zu werden. Die Bewegung der Schnecke geschieht durch eine am oberen Ende der Welle sitzende Kurbel.

Der innere Durchmesser des Mantels beträgt etwa  $\frac{2}{3}^m$  selten darunter; alle mit der archimedischen Schnecke angestellten Versuche haben ergeben, daß sie am vortheilhaftesten wirkt, wenn sie unter einem Winkel von 30 Grad gegen den Horizont geneigt ist, doch ist ihre Wirkung auch noch bei einer Neigung von 45° vortheilhaft; man giebt ihr gewöhnlich eine Länge von 5,5 bis 6,5<sup>m</sup>, und ist daher die passende Hubhöhe bis zu 2,5<sup>m</sup> anzunehmen. Für die Ansteigung der Windungen ist eine Neigung von 55 bis 65° gegen die Vertikale als die geeignetste befunden worden.

Die Wasserschnecke hat den Vortheil, daß sie sehr leicht aufzustellen ist, in einem beschränkten Raume Platz findet, und daß ferner ihre Wirksamkeit durch ein tiefes Eintauchen in das Wasser nicht beeinträchtigt wird. Man kann sie daher in der Baugrube auch von Hause aus so aufstellen, daß sie, ohne eine Veränderung der Lage zu erfordern, das Wasser bis

auf die Sohle ausschöpft. Ein großer Vorzug der archimedischen Schnecke besteht ferner darin, daß sie keine Ventile und Kolben erfordert, also durch trübes Wasser und Sand nicht beschädigt oder verstopft wird, demnach in dieser Beziehung der Pumpe voransteht; indessen bietet sie auch mancherlei Nachteile. Zunächst ist die Bewegung der nicht vertikal, sondern gegen die Lothrechte geneigt stehenden Kurbel sehr unbequem und unvortheilhaft. Durch Anordnung von Zwischen-Maschinen, namentlich durch Verbindung der Kurbel mit einem horizontal liegenden Gestänge, oder durch Anbringung eines Getriebes mit Vorgelege, läßt sich dieser Uebelstand zwar beseitigen, indessen ist das einerseits nicht ohne Kraft-Verluste, wie sie jede Zwischen-Maschine mit sich bringt, möglich, andererseits wird dadurch die Vorrichtung complicirter und verliert den Vorzug der leichten Aufstellung. Ferner ist es nicht zu vermeiden, daß ein Theil des durch die Schnecken gehenden Wassers zurückfließt; denn wenn auch durch Anzieln der eisernen Zugbänder ein ziemlich dichter Schluß zwischen den Kanälen und dem Mantel zu erreichen ist, so wird doch die Reibung um so größer, je dichter jener Schluß ist, und wird dadurch die Bewegung von Neuem erschwert. Ein geringer Spielraum zwischen der Schnecke und dem Mantel wird also immer vortheilhafter sein.

Die in dem Vorstehenden besprochenen Wasserschöpf-Maschinen sind nur die gebräuchlichsten von den vorhandenen, indessen auch sie werden heutzutage nur in seltenern Fällen angewendet, ein Theil nur bei kleineren Bauten, und wo die zu bewältigenden Wassermengen nicht zu groß sind, ein andrer Theil vorwiegend da, wo es sich um ein permanentes Ausschöpfen des Wassers handelt.

Bei größeren Bauten, wo es sich um die schnelle Beseitigung größerer Wassermengen handelt, sind die erwähnten Schöpfmaschinen unzureichend, und durch die häufigen Reparaturen, welche sie erfordern, unbequem, und bedient man sich daher einfacherer und sicherer wirkender Maschinen.

Entschieden wirksamer, vortheilhafter und bequemer sind die sogenannten **Canalpumpen**, das sind zweistieflige eiserne Saugepumpen, von denen Fig. 141 und 142 eine Ansicht und einen Querschnitt liefert. Sie haben in den Stiefeln 10 bis 20<sup>zm</sup> Durchmesser. Die Kolben bestehen aus einem siebartig durchlöchernten gußeisernen Becken, welches

unterhalb von gegossnen Armen getragen, und mittelst dieser an die Kolbenstangen angeschraubt wird, und über dem Becken befindet sich die

Fig. 141.

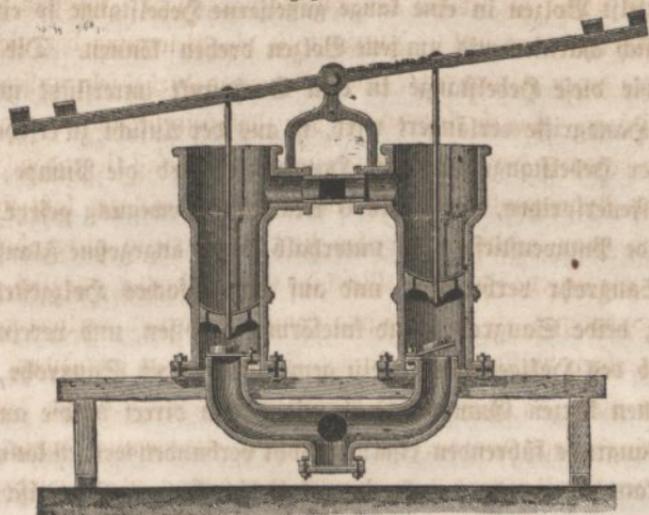
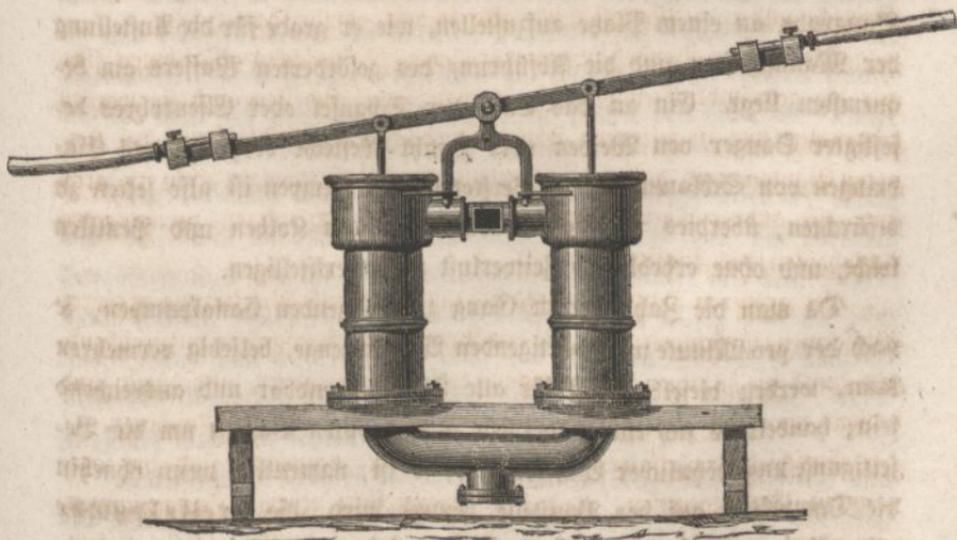


Fig. 142.



Viderung, eine starke, ebenfalls beckenförmig ausgeschlagne Lederplatte, welche mit kleinen Schrauben auf das gußeiserne Sieb aufgeschraubt wird.

Das Boden-Ventil besteht aus einer Lederplatte, welche mit einem Schraubenbolzen auf einem Flansch des Zuflußrohres aufgeschraubt, und mit einer Eisenplatte beschwert wird. Die beiden Kolbenstangen sind mittelst Bolzen in eine lange gußeiserne Hebelstange so eingehängt daß sie sich charnierartig um jene Bolzen drehen können. Die Art und Weise wie diese Hebelstange in dem Drehpunkt unterstützt und durch hölzerne Handgriffe verlängert wird, ist aus der Ansicht zu ersehen. Mittelst jener Hebelstange und der Handgriffe wird die Pumpe, ähnlich wie die Feuersprizen, von 4 bis 6 Mann in Bewegung gesetzt.

Beide Pumpenstiefel sind unterhalb durch angegoßne Flanschen mit einem Saugrohr verbunden, und auf ein einfaches Holzgestell aufgeschraubt; beide Saugrohre sind knieförmig gegossen, und vereinigen sich unterhalb des Holzgestelles in ein gemeinschaftliches Saugrohr, welches durch einen kurzen Gummischlauch mit einem direct in die auszupumpende Baugrube führenden eisernen Rohr verbunden werden kann. Ebensovohl kann man aber auch einen beliebig langen Gummischlauch an das Saugrohr anhängen, und ist dadurch in den Stand gesetzt, die Pumpen 12 bis 15<sup>m</sup> weit, auch in noch größerer Entfernung von der Baugrube, an einem Platze aufzustellen, wie er grade für die Anstellung der Mannschaften und die Abführung des geförderten Wassers am bequemsten liegt. Ein an das Ende der Schaufel oder Eisenrohres befestigter Sauger von Weiden oder Draht-Geflecht verhindert das Eindringen von Schlamm &c., ein Verstopfen der Pumpen ist also selten zu befürchten, überdies ist jede Reparatur an den Kolben und Ventilen leicht, und ohne erheblichen Zeitverlust zu bewerkstelligen.

Da man die Zahl der in Gang zu bringenden Canalpumpen, je nach der pro Minute zu bewältigenden Wassermenge, beliebig vermehren kann, werden dieselben fast für alle Fälle anwendbar und ausreichend sein; handelt es sich endlich bei sehr ausgedehnten Bauten um die Beseitigung ungewöhnlicher Wassermenge, so ist, namentlich wenn ohnehin die Dampfkraft auf der Baustelle benutzt wird, die Kreiselpumpe allen übrigen Wasserschöpfmaschinen vorzuziehen.

## § 8.

## Die Fundirung auf gutem Baugrunde.

Hat man sich nun von der Tüchtigkeit des Untergrundes hinlänglich überzeugt, so folgt die Absteckung des Bauplatzes nach der Zeichnung, welche im verjüngten Maßstabe gefertigt ist.

Dieselbe hat keine Schwierigkeit wenn das Gebäude unmittelbar zwischen zwei andere zu stehen kommt, da dann die Länge der Baugrube gegeben und nur die Breite abzustecken ist. Die Tiefe wird wo möglich nicht größer angenommen, als die der Fundamente von den nachbarlichen Gebäuden, um das kostspielige Absteifen, respective Unterfahren derselben zu vermeiden.

In anderen Fällen wird immer die Richtung oder Flucht einer Front und zwar meistens die der Vorderfront bestimmt sein; nach dieser Flucht zieht man möglichst horizontal eine Schnur und bestimmt auf derselben denjenigen Eckpunkt, des Gebäudes, welcher wegen der Grenzen oder anderer Ursachen eingehalten werden soll; indem man auch wohl in die Schnur eine Stecknadel oder ein dünnes Spänchen steckt. Von diesem Punkt mißt man die Länge der Front auf der Schnur ab, und bemerkt ebenso den anderen Eckpunkt, um später die Länge der gegenüberliegenden Front vergleichen zu können. Diese beiden Punkte markirt man auf dem Boden durch kleine Pfähle von etwa 50<sup>cm</sup> Länge und 4<sup>cm</sup> Stärke.

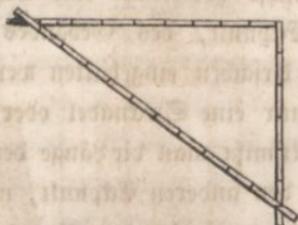
Jetzt bestimmt man ungefähr die beiden anderen Ecken a', indem man mit dem Maßstabe die Tiefe des Gebäudes von den vorderen Eckpfählen aus abmißt und dabei den rechten Winkel mit dem Augenmaß nimmt. Hierauf legt man den Winkel bei a Fig. 146 an, zieht eine Schnur von a in der Richtung des anderen Schenkels nach der Tiefe des Gebäudes und bringt den Pfahl a' in diese Richtung. Ebenso richtet man den letzten Eckpfahl ein.

Einen rechten Winkel bilden je 3 Linien (oder Latten), welche nach den Maaßen 3, 4, 5, oder aus einem Factor und 3, 4, 5, also etwa  $2 \times 3$  und  $2 \times 4$  und  $2 \times 5$  gebildet sind, (weil in jedem rechtwinkligen Dreieck das Quadrat der Hypotenuse gleich der Summe der Quadrate der beiden Katheten ist, welches bei den Zahlen 3, 4, 5 der Fall ist

(auch wenn man sie mit einem gemeinschaftlichen Factor multiplicirt.)

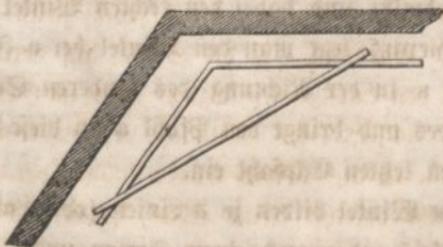
Man bildet also einen solchen rechten Winkel, wenn man 2 Latten von etwa 10—12<sup>m</sup> Länge nimmt, darauf aus der Ecke, wo man sie zusammengesetzt hat, nach der einen Seite 6<sup>m</sup>, nach der andern 8<sup>m</sup> absezt, so entstehen die beiden Katheten des rechtwinkligen Dreiecks. Hierauf nimmt man eine dritte Latte und befestigt sie, nachdem man 10<sup>m</sup> auf derselben abgestochen hat, so auf den beiden andern, daß die beiden Endpunkte der äußern Kante dieser Latte auf die Endpunkte der beiden Katheten zu liegen kommen, welche sich ebenfalls in den äußern Kanten der beiden erwähnten Latten befinden, und man erhält ein rechtwinkliches Dreieck. In Fig. 143. sind die inneren Seiten 6, 8 u. 10<sup>m</sup>.

Fig. 143.



Die beiden Latten, welche die Katheten bilden, können immer etwas länger sein als die darauf abgesteckten Maaße, da sie alsdann die Richtung des rechten Winkels noch weiter hin angeben. Die Maaße zu klein zu

Fig. 144.

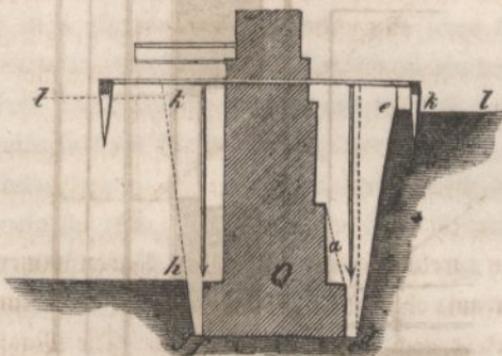


nehmen, ist nicht gut, da die rechtwinklige Richtung um so ungenauer angegeben ist, je kleiner man die Dreiecke macht. Will man auf ähnliche Art schräge Winkel wie in Fig. 144 abstecken, so verfährt man

ganz ähnlich, indem man den schrägen Winkel durch Latten bildet. Diese Winkel anstatt durch Latten mit Schnuren zu bilden, taugt nicht; da die Schnur sich zu leicht der Länge nach verzieht und Unrichtigkeiten ergiebt.

Die Aussteckung der Winkel nennt man die Verreichung. Sind die 4 Winkelpfähle auf diese Art bestimmt, so pflegt man zur Probe der Richtigkeit noch mit einer Schnur beide Diagonalen des Vierecks zu messen, die alsdann gleich sein müssen. Da bei dem Ausgraben der Erde die Pfähle *a a* Fig. 146. wieder weggenommen werden, so verfährt man, um anstatt ihrer andere feste Punkte zu erhalten, folgendermaßen. Es sei Fig. 145. der Querdurchschnitt, Fig. 146. der Grundriß. *Q* der

Fig. 145.

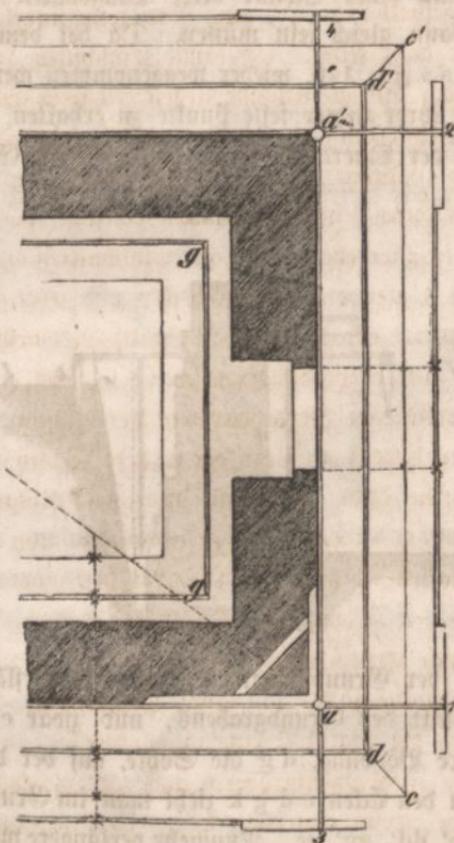


Querdurchschnitt der Grundmauer, *lk* die Erdoberfläche, *cdefgk* der Querdurchschnitt des Grundgrabens, und zwar *cd* und *kg* die äußere und innere Böschung, *dg* die Sohle, auf der die Grundmauer *Q* aufsteht. Von den Ecken *cdgk* zieht man im Grundrisse Fig. 143 die Vierungen *cc'*, *dd'*, *gg'*, *cc*. Nunmehr verlängere man die Vierungslinie der Ecken *aa'* auf beiden Enden in gerader Richtung nach 1, 2, 3, 4, und mache daselbst kleine Böcke, jeden aus 2 Pfählchen, 8<sup>zm</sup> stark, 60<sup>zm</sup> über der Erde stehend, mit einem quer über diese Pfähle genagelten Lattenstück, so daß diese Lattenstücke gleichlaufend mit den zugehörigen Vierungspfählen *aa* werden. Man macht diese Latten gleichlaufend, wenn man von *a 1.*, *a 3.*, *a 2.*, *a 4.* gleiche Abstände

nimmt, und die äußern Kanten der Latten in diese Richtung einrichtet.

Die Verlängerung der Vierungslinien giebt man durch Striche mit Bleistift und Einschnitte (oder Kerbe) auf jeder Latte an, sticht die Mauerstärke nach innen ab und zieht über den äußeren und inneren Kerb jeder

Fig. 146.



Latte eine Schnur, so geben diese Schnuren die äußere und innere Mauerlinie an. Ebenso bestimmt man die Breite der Fundamentgräben für die Mittel- und Quermauern. Hat das Gebäude keine rechten Winkel, so verfährt man ganz in ähnlicher Art mit den schiefen Lattendreiecken, wie man bei rechtwinkligen verfuhr.

Statt des großen rechten Winkels, dessen Transport unbequem ist,

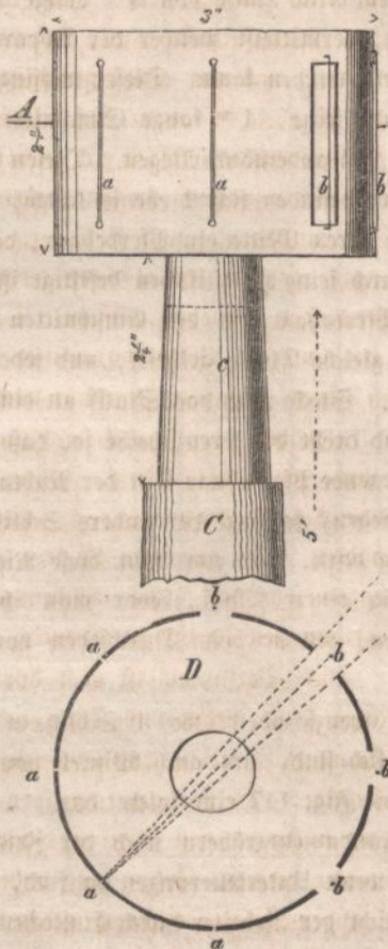
wenden jetzt auch mehrere Maurermeister zum Abstecken der Baugrube die sogenannte Kreuzscheibe an. Dieselbe muß von einem Mechanikus gefertigt sein; sie besteht aus einem messingenen Cylinder von 8<sup>zm</sup> Durchmesser, 5<sup>zm</sup> Höhe und 0,4<sup>zm</sup> Stärke, ist mit einem Deckel versehen, damit es nicht hineinregnet und mehr Steifigkeit erzielt wird, und mit einem Boden, an dem eine Hülse von 6<sup>zm</sup> Länge und 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>zm</sup> Durchmesser angelöthet ist, vermittelst welcher der Apparat auf einen Stoc von 1,5<sup>m</sup> Länge gestellt werden kann. Dieser messingene hohle Cylinder hat 2 senkrechte, ganz feine, 4<sup>zm</sup> lange Einschnitte, welche um einen rechten Winkel oder 90° auseinanderliegen. Diesen Einschnitten a diametral entgegengesetzt, befinden sich 2 ebenso lange, aber 0,8<sup>zm</sup> breite Einschnitte b und in deren Mitte ein Pferdehaar, das oben und unten in kleinen Löchern durch feine Holzstiftchen befestigt ist. Durch die Einschnitte a und die Pferdehaare in den Einschnitten b ist der Umfang des Cylinders in 4 gleiche Theile getheilt, und jeder Theil umschließt einen rechten Winkel. Steckt man das Statif an einem Endpunkt senkrecht in die Erde und dreht die Kreuzscheibe so, daß der eine Schlitze a und das gegenüberliegende Pferdehaar b in der Richtung der einen Front oder einer Schnur liegen, so liegt der andere Schlitze und das andere Pferdehaar rechtwinklig dazu, und um nun diese Richtung festzuhalten hat man nur nöthig einen Pfahl, bevor man ihn fest schlägt, so lange rücken zu lassen, bis er beim Durchsehen von dem Pferdehaar gedeckt wird.

Man hat auch Kreuzscheiben, wo 4 Schlitze a und gegenüber 4 Pferdehaare b befindlich sind, um auch Winkel von 45° einsehen zu können, und stellen die Fig. 147 eine solche dar.

Hat man die Fundamentgräbern nach der Zeichnung abgeschnürt oder die Baugrube, wenn Unterkellerungen da sind, und auch die Böschung zugesezt, so sticht der Arbeiter durch Einstechen mit der Schippe, an den Schnuren entlang, die einzelnen Fluchten ab; hierauf werden die Schnuren weggenommen und die Erdschicht so tief ausgegraben, als die Fundamente oder Kellerungen werden sollen. Sind keine Kellerungen vorhanden und keine tiefen Fundamente nöthig, so wird der Boden aus den Fundamentgräbern mit der Schippe gefördert und ent-

weder zur Seite geworfen oder verkarrt. Ist sehr viel Boden auszuheben, dann beginnt man gleich mit dem Karren und hat bei tiefen Fundamentgräben darauf zu achten, daß die Karrenfahrten (Laufdielen) zweckmäßig und nicht steiler als im Verhältniß von 1 : 10 gelegt werden.

Fig. 147.



Was die Tiefe der auszugrabenden Stellen anlangt, so braucht man dieselbe, wenn keine Keller vorhanden, also blos Fundamentgräben zu machen sind, bei gutem Baugrund selbst für schwere massive Gebäude nie größer zu nehmen als 1 höchstens  $1\frac{1}{2}$  m, da nur bis auf diese Tiefe

die Witterungsverhältnisse Einfluß haben. Niedrige massive Gebäude und Fachwerksgebäude bis zu 2 Stockwerk hoch brauchen eine Fundamenttiefe von 50<sup>zm</sup>. Es wird also hierbei schon genügen, wenn der Abraum über der festen Erdschicht, welcher gewöhnlich 50<sup>zm</sup> stark liegt, fortgegraben wird. Bei 50<sup>zm</sup> Tiefe der Fundamente wird zwar die Witterung jedenfalls durch Kälte, Frost, Hitze zc. Einfluß auf den Untergrund unter den Fundamenten üben, da aber solche leichte Gebäude, wie die genannten, auch nur einen geringen Druck auf den Untergrund ausüben, so ist eben deswegen der Einfluß der Veränderung des Untergrundes so unbedeutend, daß er gar nicht berücksichtigt zu werden braucht und man zur Ersparung an Fundament dieselben eben nur 50<sup>zm</sup> tief macht. Die Fundamente noch flacher zu legen, wie leider oft genug geschieht, ist nicht rathsam, da alsdann jedenfalls aus den angeführten Gründen Senkungen entstehen müßten. Damit die Ränder der Fundamentgräben, bei lockerem Boden durch ihre eigene Last, und bei festerem Boden durch Regenauswaschungen nicht nachstürzen, ist es nothwendig, die Fundamentgräben oben breiter als unten anzulegen, man nennt diese schräge Linie die Dossirung.

Man nennt solche Absätze Banquettes. Besonders trüglisch sind Lehm- und Thonschichten. Bei trockenem Wetter sind darin angelegte Fundamentausgrabungen sehr fest, aus welchem Grunde die Maurer auch selbst tiefe Ausgrabungen in diesem Erdreich ohne alle Dossirung (senkrecht) anlegen. Dies Verfahren ist aber durchaus schlecht, denn bei anhaltendem Regen wird Lehm und Thon von demselben erweicht und es geschieht alsdann nicht selten, daß solche zu wenig oder gar nicht dossirte Erdwände einstürzen, die Fundamentgräben verschütten, und bei großer Tiefe auch wohl die in den Gruben befindlichen Arbeiter beschädigen oder gar tödten können. Man muß daher auch bei scheinbar festem Boden eine angemessene Dossirung geben oder die senkrechten Erdwände mit Brettern bekleiden und absteifen.

Bei Fundamenten von nur 50<sup>zm</sup> Tiefe ist gar keine Dossirung erforderlich; in diesem Falle werden die Fundamentgräben eben so breit gemacht als die Fundamentmauern selbst werden sollen; auch sucht man bei Fundamenten bis zu 1<sup>m</sup> Tiefe ohne Dossirung fortzukommen und

giebt andernfalls den Gräben eine 8<sup>m</sup> starke Dossirung; bei 1,3—2<sup>m</sup> Tiefe, je nach der Standfähigkeit des Bodens eine 15—30<sup>m</sup>; bei größeren Tiefen und leichtem Boden giebt man 50<sup>m</sup> Dossirung und legt außerdem in Höhen von 2<sup>m</sup> Banquettes von 60<sup>m</sup> Breite an, so wird man gegen Verschüttung der Baugrube und der Arbeiter hinlänglich gesichert sein. Bei sehr lockerem Boden muß der Fuß der Dossirungen erforderlichen Falles noch durch eingeschlagene Pfähle, Streben und vorgeschobene Bretter gehalten werden.

Eine andere Nothwendigkeit bei den Fundamentgrabungen ist:

Das Feststampfen der Sohle der Fundamentgräben. Außer Felsgrund wird jede Erdschicht von der Last des darauf ruhenden Gebäudes senkrecht zusammengedrückt und zugleich nach den Seiten hin fortgedrängt, bis der Widerstand des unterhalb und nach den Seiten zu befindlichen Erdreiches diese Pressungen nach und nach aufhebt. Hierdurch erfolgt das senkrechte Einsinken oder die Senkung eines jeden Gebäudes. Um aber diese Senkung von vorn herein so unschädlich als möglich zu machen, verfährt man folgendermaßen:

Mit gewöhnlichen etwa 50<sup>k</sup> schweren hölzernen Handrammen wird die Sohle der Fundamentgräben bis zu der möglichsten Festigkeit abgerammt. Hierdurch wird das Erdreich schon vorher so stark zusammengedrückt, daß der Druck des später aufgeführten Gebäudes nur noch eine sehr geringe oder auch gar keine Wirkung mehr machen wird und also auch keine Senkung desselben weiter erfolgen kann.

Daß das Abrammen nur bei an sich festem Boden die meisten Dienste in dieser Hinsicht leisten wird, ist einleuchtend. Sehr weicher Boden taugt überdies zu Gründungen nur, wenn eigenthümliche Vorrichtungen dabei angewendet werden, die sogleich folgen sollen.

Hat man keine Kellerungen, sondern blos etwa 1<sup>m</sup> tiefe horizontale Fundamentgräben für ein kleineres Gebäude mit senkrechten Wänden ausgehoben, so mauert man diese Gräben gewöhnlich voll aus bis zur Höhe des Terrains oder Planums, und setzt erst dort die Mauern ab.

Hat man hingegen eine Baugrube für Kellerungen oder tiefere Fundamentgräben ausgehoben, so führt man die Mauer in Banquettes auf, spannt zunächst oben die Schnuren für dies unterste Banquette

aus, lothet etwa alle 3<sup>m</sup> einen Stein ein, verlegt aber im Uebrigen die unterste Schicht häufig nach dem Augenmaß, weil die Schnuren wegen der großen Menge Steine, die an verschiedenen Stellen heruntergeworfen werden, leicht reißen. Waren hingegen die Schnurböcke nicht lang genug, um die Banquette abzuschnüren, so schnürt man das reine Mauerwerk ab, lothet an den Ecken herunter, und läßt von einem andern Maurer die Ecksteine nach dem Metermaaß im Winkel von 45° so weit hinaus rücken, bis sie nach beiden Seiten den erforderlichen Ueberstand haben. Hierauf zieht man die Schnur unten und richtet so viel Steine nach derselben ein als nöthig. Zu dieser untersten Schicht verwendet man die größten, lagerhaften Steine, verlegt sie oft trocken, also ohne Mörtel, rammt sie aber gehörig fest und gleicht die Stosfugen und Ungleichheiten mit passenden kleineren, aber plattensförmigen Steinen in Mörtel aus. Für die zweite Schicht der Umfassungsmauern bestimmt man die Lage der Ecken ganz genau und mauert dieselbe nach der Schnur. In diese Schicht muß die zweite Schicht der Mittel- und der Scheidewände eingebunden werden. Die Lage der Mittelwände ist entweder mittelst Schnurböcken bestimmt oder wird wie die Lage der Scheidewände (oder Pfeilervorlagen) mittelst Maßlatten an den Umfassungsmauern bezeichnet, da das Abmessen auf der Mauer mit dem Maaßstock Irrthümer veranlassen kann.

Hingegen werden Oeffnungen in den Scheidewänden, selbst ohne Latten, bloß mit dem Maaßstock abgemessen, ihre Mitte (Mittel) wird, mit Schiefer oder Blei auf der Mauer angezeichnet, von dieser Mitt aus der Grundriß der Oeffnung vorgeschrieben und die erste Schicht bald angelegt.

Bisher hatten wir guten Baugrund vorausgesetzt. Oft findet sich aber eine feste Erdschicht erst in einer Tiefe von 2½—4—5<sup>m</sup> unter der Oberfläche. Ob es in diesem Falle besser ist die Erdschichten bis zu diesen Tiefen durchzugraben, auf die feste Erdschicht ein gewöhnliches Mauerfundament zu legen und darauf den Bau zu führen; oder ob es besser wäre, eine der nunmehr folgenden künstlichen Gründungsarten dabei zu benutzen, hängt von vielerlei Umständen, Verticlichkeiten und Erfahrungen ab, muß jedesmal dem Ermessen des Baumeisters über-

lassen, nicht aber, wie es so oft geschieht, durch die Unkenntniß und den Eigensinn des Bauherrn bestimmt werden.

Sind über die Tragfähigkeit der Schicht, auf welcher man die Fundamentirung beginnen will, nicht von vornherein sichere Schlüsse zu ziehen, so stellt man zuweilen Probe-Belastungen an; man packt nach Aushebung der Baugrube auf den erreichten Grund schwere Lasten, Steine, Eisenschienen zc. über einander, läßt sie eine längere Zeit ruhen, und urtheilt dann aus dem tieferen oder geringeren Einsinken über die Tragfähigkeit des Baugrundes. Ein geringes und gleichmäßiges Sichen Senken schadet dem Bauwerke im Allgemeinen nicht, ein ungleichmäßiges Einsinken ist dagegen nicht statthaft, denn es erzeugt zunächst Sprünge und Risse, und kann den Einsturz zur Folge haben.

Wenn der Grund und Boden nicht so beschaffen ist, um ohne Weiteres das darauf zu errichtende Gebäude tragen zu können, so giebt es verschiedene Mittel, um ihn entweder gradezu tragfähig zu machen, oder um den Druck des Gebäudes von den oberen nicht tragfähigen Schichten auf die tiefer liegenden tragfähigen zu übertragen. Die wichtigsten und gebräuchlichsten dieser Mittel sind:

- |                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| 1) Sandschüttungen,  | 4) Koste,                      |
| 2) Bétonschüttungen, | 5) Fundamentpfeiler,           |
| 3) Senkbrunnen,      | 6) Eiserne Pfeiler und Röhren, |

und hängt es ganz und gar von den örtlichen Verhältnissen ab, welches dieser Mittel in jedem einzelnen Falle zu wählen ist.

### § 9.

#### Die Sandschüttungen.

Ist ein Boden, auf dem gegründet werden soll, zu weich, als daß er Mauerwerk tragen könnte, und will man zugleich keinen Kost der Koste wegen anfertigen, so ist das einfachste Mittel, den weichen Boden durch eine Sandschüttung dichter, folglich fester, also tragbarer zu machen.

Man bedient sich hierzu wo möglich eines sehr groben Kiesandes, der so wenig wie möglich erdig oder gar leetig ist. Je reiner der Sand und je gröber derselbe, um so mehr wird er dem gewünschten Zweck

entsprechen; scharfsantiger Sand wird im Ganzen besser sein als rundkörniger. Zur obersten Schicht rammt man dann feineren Sand zur Ausgleichung. Das Ganze beruht darauf, daß man auf den weichen Boden eine hinlänglich dicke und breite Sandschicht schüttet, damit sie dem Drucke des aufzuführenden Gebäudes widerstehe, und besonders auch nach der Seite hin nicht ausweiche. Es muß also die Sandschüttung nach allen Seiten hin bedeutend breiter werden, als das darauf zu errichtende Gebäude Flächenraum hat. In Gegenden am Meere, in der Nähe großer Ströme, wo vielleicht vielfach Baggerungen vorgenommen werden, kann man mit Vortheil die Baggererde zu Aufschüttungen benutzen, wenn sie viel Sand enthält und außerdem nicht zu muschelig und schlammig ist. In Greifswald wurde vor einigen Jahren ein massiver Theerspeicher ein Stockwerk hoch, über dem mittleren Theile mit einem hölzernen Aufbau, auf Sandschüttung erbaut. Der Ort, worauf er zu stehen kam, war weicher Wiesengrund; auf diesem war seit mehreren Jahren die Baggererde des vorbeifließenden Ryckgrabens gehäuft worden, welche nach gehörigem Setzen eine Dicke von etwa 2<sup>m</sup> hatte. Die Baggererde bestand aus feinem Meeresande, viel kleinen Muscheln und Schlamm. Nichts desto weniger hat sich das genannte Gebäude gut gehalten.

Auf demselben Terrain längs des Ryckgrabens stehen mehrere große aber leichte Gebäude, welche zur Härringsräucherei dienen, auf eben solcher ausgebaggerten Schüttung. Auch der Ballast, welchen die Seeschiffe mitbringen und der häufig aus grobem Riesgerölle besteht, kann mit Nutzen zu dergleichen Sandschüttungen benutzt werden, da er in der Regel sehr wohlfeil zu haben ist.

Der französische Ingenieur Gauzence gründete das Portal der Wache von Mousserolles zu Bayonne auf Sandschüttung.

Der Boden, auf dem dieses Portal errichtet werden sollte, bestand aus fettem, schlüpfrigem Lehm, der sich auf eine bedeutende Tiefe erstreckte; man hatte anfänglich vorgeschlagen, eine große Plattform aus Holz (liegenden Kosi) zur Aufnahme des Steinfundamentes zu legen; es wurde jedoch der Vorschlag des Herrn Gauzence angenommen und in Ausführung gebracht, was dadurch geschah, daß der fette Lehm-

boden ungefähr 1<sup>m</sup> tiefer, als der steinerne Unterbau zu liegen kam, und an der Stelle, wo eine Säule errichtet werden sollte, ausgegraben wurde; dieser 1<sup>m</sup> wurde mit Sand ausgefüllt, den man sehr fest in die ausgestochenen Oeffnungen einrammte. Ueber diesen Sand wurden zwei Lagen Bruchsteinmauerwerk gelegt, und darüber eine Lage von behauenen Bausteinen, welche die Unterlage für die Säule bildeten. Bevor man die Säulen oberhalb beendigte, wurde eine derselben zum Versuche mit einem Gewicht von 10,000<sup>k</sup> beladen, wodurch gar keine bemerkbare Störung im Fundamente erzeugt wurde. Auch noch bis jetzt hat sich kein Sinken oder Verschieben des Fundamentes bemerkbar gemacht, obgleich jede Säule ein Gewicht, das man auf 10,000<sup>k</sup> annehmen kann, trägt. Eine Mauer desselben Wachthauses, auf gewöhnliche Art gegründet, hat sich nicht unbedeutend gesenkt.

Dieselbe Gründungsart auf Sandschüttung ist mit Erfolg bei einigen Festungsbauten in Bayonne befolgt worden, wo die zu errichtenden Bauten auf weichen, nachgiebigen Boden zu stehen kommen mußten.

Eine Sandgründung von ungefähr 80<sup>cm</sup> Dicke wurde mit gleich befriedigendem Erfolge für ein Bollwerk eines kleinen englischen Hafens ausgeführt. Für die Erbauung des Artilleriearsenals in Bayonne wurde eine andere Art von Sandgründung angenommen. Der Boden bestand gleichfalls aus sehr fettem Lehm und Thon wie vorhin. Es war unmöglich einen Holzrost hier anzuwenden, denn einestheils ist das Holz in dortigen Gegenden sehr theuer, anderntheils dringt bei hohem Wasserstande eine Menge Wasser in den Boden und mußte dann auch das Fundament erreichen, wodurch die Holzpfähle oder Holzdecken schnell verfault wären; der Oberst Durbach schlug daher vor: sich der Pfähle, die man Sandpfähle nannte, zu bedienen. Der Theil des Gebäudes, der für die Schmiede bestimmt ist, ist von viereckigen Pfeilern umgeben, die durch eine Mauer verbunden sind; jeder Pfeiler hat mit dem Zimmerwerke, das er trägt, ungefähr ein Gewicht von 40,000<sup>k</sup>. Die Sandpfähle sind so vertheilt, daß jeder nur ungefähr eine Last von 2000<sup>k</sup> zu tragen hat. Das Verfahren, diese Sandpfähle anzulegen, war folgendes: Man trieb in den Boden einen gewöhnlichen Holz-

pfahl von ungefähr 18<sup>m</sup> Dicke und 2<sup>m</sup> Länge, sodann zog man denselben wieder heraus und füllte das Loch, welches er gebildet hatte, nach und nach schichtenweise mit Sand, welcher fest in das Loch lagenweise eingestampft wird. „Alsdann wurde die Oberfläche des Bodens und dieser Sandpfähle gut geebnet und das Mauerwerk darauf erbaut.“

Indeß möchte eine einfache Sandschüttung vorzuziehen sein.

Das Verfahren des Oberst Durbach wurde in Paris beim Bau des St. Martinkanals vom Ingenieur Herrn Mery, jedoch mit einigen Abänderungen befolgt. Der Grund, für den es benutzt werden sollte, war sehr oft vom Wasser durchzogen, und sehr stark davon durchdrungen, als man zur Arbeit schritt; der Sand hätte daher leicht weggespült werden können, man bediente sich deshalb statt desselben einer Mischung von Mörtel und Sand (Béton), die aus  $\frac{1}{7}$  hydraulischem Kalk und  $\frac{6}{7}$  Sand bestand. Diese Mischung erhärtete sehr bald, nachdem sie an Ort und Stelle gelegt war.

Was den Sand betrifft, den man für obige Zwecke im Allgemeinen empfiehlt, so ist zu bemerken, daß er nur mittelmäßig fein, möglichst gleichförmig und nicht erdhaltig sein soll. Man muß denselben durcharbeiten und immer in Lagen von 20—24<sup>m</sup> Dicke aufgeben und festrammen.

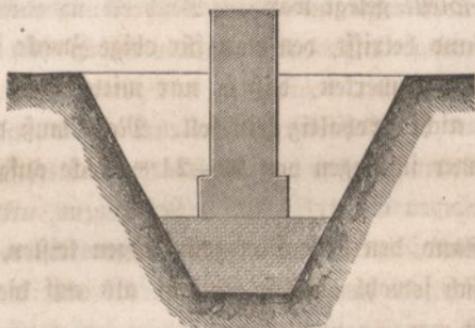
Der Widerstand, den diese Sandgründungen leisten, beruht darauf daß der Druck sich sowohl auf die Seiten, als auf die Unterlage des Grundes vertheilt.

Daß die Gründung auf Sandschüttungen bereits im Alterthume bekannt war, ist außer Zweifel, und man hat nach neueren Untersuchungen starken Grund zu glauben, daß selbst die ungeheuren ägyptischen Pyramiden, welche in dem schlammigen Niltale sich erheben, auf eine ähnliche Art gegründet sind.

Da der auf eine Sandschicht ausgeübte Druck, in Folge der Reibung der Sandkörnchen an einander, aufgehoben, und nicht fortgepflanzt wird, kann man sich beim Fundiren in Fällen mancherlei Art der Sandschüttungen bedienen. — Zunächst in dem Falle, wo der gute Baugrund nur 1—2<sup>m</sup> tiefer liegt, als die durch anderweite Verhältnisse bedingte Tiefe der Fundament-Sohle. In solchem Falle hebt man die Funda-

mentgräben bis auf die tragfähige Schicht aus, füllt aber, um Mauerwerk, und damit bedeutende Mehrkosten zu sparen, den untern Theil mit einer Schüttung von scharfem Sande aus und beginnt erst darüber das Mauerwerk. Die Ersparniß ist freilich nicht so erheblich, als man sie nach dem Gesagten im ersten Augenblick anzunehmen geneigt wäre. Der Sand ist zwar an und für sich erheblich billiger als eine gleiche Masse Mauerwerk, allein hiermit ist es nicht abgethan; denn die Sandschüttung ist, namentlich bei einer Mächtigkeit von nur 0,6 bis 1<sup>m</sup>, nicht absolut fähig, den auf sie ausgeübten Druck aufzuheben, sondern bewirkt mehr eine gleichmäßige Vertheilung des Druckes, und ist es daher nothwendig, die Sandschüttung erheblich breiter zu machen, als die Sohle des Fundaments. (Fig. 148). Es wird demnach durch

Fig. 148.



vermehrte Erd-Arbeiten und die mehr erforderliche Menge von Sand die Ersparniß an Mauerwerk zum Theil aufgehoben.

Sodann läßt sich auch ein weicher, lockerer, an und für sich nicht tragfähiger Baugrund, Torf- oder Wiesenerde, weicher, schlüpfriger Lehm zc., durch eine darüber aufgefüllte Sandschüttung tragfähig machen; eine solche ersetzt die später zu besprechenden theuren Koste, und kommt daher in neuerer Zeit, wo der Mangel an Bauholz sich immer mehr bemerklich macht, und die Holzpreise immer höher werden, häufiger zur Anwendung. Es ist auch in diesem Falle Haupt-Bedingung, der Schüttung eine möglichste Breite zu geben, um den Druck auf einen großen Flächenraum zu vertheilen; es werden daher wiederum nicht nur die Funda-

mentgräben so breit ausgehoben, daß die Sandschüttung um mehrere Fuß breiter wird, als das Mauerwerk darüber, sondern wird in einzelnen Fällen die Ausschachtung über die ganze zu bebauende Fläche ausgedehnt, und zwar so, daß die Sandschüttung einen bedeutend größern Flächenraum annimmt, als die zu bebauende Fläche selbst.

Die Dicke der Sandschüttung ist abhängig von dem größern oder geringeren Druck des auszuführenden Gebäudes, sowie von der Beschaffenheit des Untergrundes, und wechselt in den ausgeführten Fällen zwischen 1 und 2<sup>m</sup>. Statt dessen hat man auch in einzelnen Fällen Wasser über die Sandschüttung geleitet, und zwar so viel, als der Sand aufzunehmen vermochte, wodurch, sobald das Wasser theilweise verdunstet, zum Theil auch in den Untergrund eingezogen ist, ein gleichmäßiges Sich-Setzen und eine feste Ablagerung des Sandes bewirkt wird.

Im Nachstehenden folgt eine nähere Beschreibung einer Fundirungsart auf Sandschüttung, angewendet bei den Gebäuden des Thüringenschen Bahnhofes in Leipzig, beschrieben in Erbkam's Zeitschrift, welche wir dem „Handbuch der Bauconstructionslehre von G. Wanderley“ entnehmen; diese Gründungen sind besonders deshalb interessant, weil hierbei sowohl die Ursachen des anfänglichen Mißlingens, als auch die verschiedenen Vorsichtsmaßregeln, welche als Gegenmittel angewendet und diese Fundirungsmethode am besten erklären, mitgetheilt sind.

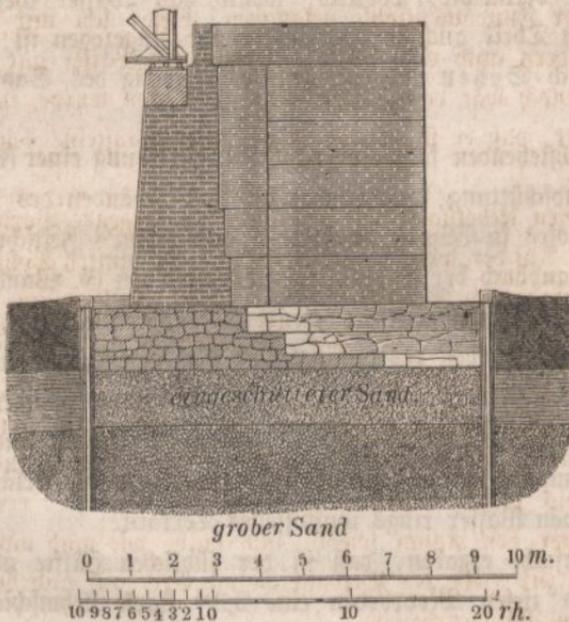
Der Bauplatz war ein sumpfiges, von vielen Wasserläufen durchschnittenes, von Wasser rings umflossenes Terrain.

Bohrversuche ergaben, daß in der südlichen Hälfte unter einem 0,94—1,25<sup>m</sup> tiefen Moorboden eine 0,3<sup>m</sup> starke Lehmschicht lagerte, unter der sich ein mächtiges Kieslager befand, während sich im nördlichen Theile der Kies 3,14<sup>m</sup> unter das Terrain senkte. Ueber dem Kies lagerte ein lehmiger, häufig mit dünnen Sandschichten durchzogener Boden, dessen oberste Schicht ein 0,6—0,9<sup>m</sup> tiefer Moor bildete. Viel Unregelmäßigkeiten wurden durch die genannten Wasserläufe herbeigeführt.

Wenngleich nun hiernach eine eigentliche Tragfähigkeit dem Baugrunde nirgends fehlte, so gewann er diese doch erst in solcher Tiefe,

daß, um dieselbe mit den Fundamenten zu erreichen, letztere eine bedeutende Tiefe hätten erhalten müssen, zumal das Terrain bis zur Plannumhöhe noch um 2,5—2,8<sup>m</sup> ausgefüllt werden mußte. Die Fundamente hätten kolossale Mauermassen konsumirt, und weil durch einen Schwellrost wenig an Mauerwerk gespart worden wäre, indem er wenigstens in der Höhe des niedrigstens Wasserstandes hätte angelegt werden müssen, so entschloß man sich zur Fundirung mit Sand, zumal dieses Material sich ausreichend in der Nähe des Bahnhofes vorfand.

Fig. 149.



Das erste Gebäude, welches in Angriff genommen wurde, war der Locomotivschuppen für 9 Maschinen mit einer Wasserstation und einer Reparaturwerkstatt, welche Gebäudetheile sämmtlich im Massivbau ausgeführt sind.

Nach Reinigung der Baustelle von Bäumen, Sträuchern und Wurzeln wurde der sehr comprimibare Moorboden auf 1,25—1,5<sup>m</sup> Tiefe und in einer Flächenausdehnung, die die äußeren Umfassungsmauern

der Gebäude nach jeder Richtung hin um wenigstens  $3,14^m$  übertraf, abgegraben.

Sodann wurde zur Operation der Sandausfüllung geschritten, indem man die Baugrube, die sich immer sehr schnell mit Wasser füllte, trocken legte und demnächst in der Höhe des Grundwasserspiegels mit möglichst reinem, gleichförmigem Sande recht schnell zuschüttete.

Hätte man den Sand in die mit Wasser ausgefüllte Baugrube gestürzt, so wäre eine dichte Ablagerung der Sandmassen, wie man sie jetzt verlangte, nicht möglich gewesen. Zur Comprimierung des Sandes unter den Fundamenten wendete man schwere viermännige Rammen, sowie Einwaschungen an, indem man, mit der Sandausschüttung bis zur Höhe der Fundamentsohle gekommen, diese nicht nur tüchtig abrammte, sondern auch noch durch aufgeglichenes Wasser gut zusammenspülte. Dennoch war der Sand, wenn er trocken wurde, in der obern Lage so locker, daß er sich durch aufgebrauchte Bausteine leicht hin und herschob.

Um diesen Uebelstand zu beseitigen kam folgende Vorkehrung zur Anwendung: Auf der wohl eingeebneten und gerammten Sohle der Fundamente wurden nach Art der Packlagen bei Chaussirungen, Steinstücke in der Größe von  $8 - 13^m$  und in einer Breite, die das untere Banket der Fundamente auf jeder Seite um  $0,3^m$  übertraf, nebeneinander gereiht, alsdann verzwieft, mit einem recht steifen Mörtel abgeglichen und abgerammt. Mit dieser Manipulation fuhr man so lange fort bis dieser Rammbeton die Stärke von  $0,3^m$  erreicht hatte, schüttete ferner den Raum sowohl innerhalb, wie auch außerhalb der Gebäude bis zur Höhe der Betonschicht mit Erde auf und begann nunmehr mit den Mauerarbeiten.

Die Verbreiterung der Fundamente war der Belastung derselben entsprechend angeordnet, so das beispielsweise eine  $7,8^m$  hohe, auf ca.  $47^m$  Länge freistehende,  $2\frac{1}{2}$  Stein oder  $0,63^m$  starke Mauer des Locomotivschuppens zwei Bankets von  $0,94$  und  $0,63^m$  Höhe und  $1,17$  und  $1,72^m$  Breite erhielt (Fig. 150).

Die Fundamentmauern wurden von sehr unregelmäßig brechenden Bruchsteinen (da keine anderen zu haben waren) in gutem hydraulischen

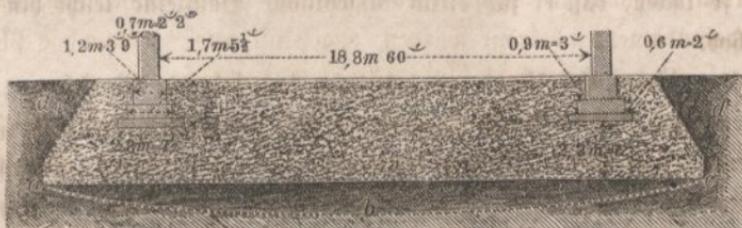
Mörtel ausgeführt, und mit dem fortschreitenden Mauerwerk wurde auch gleichmäßig das Terrain innerhalb und außerhalb des Gebäudes aufgefüllt.

Durch vorhergegangene Versuche mittels freistehender Mauerpfeiler war die Stärke der Compression des Untergrundes durch die Belastung vermittelt worden, und dieser entsprechend hatte man auf eine Senkung des Gebäudes von 26<sup>cm</sup> gerechnet.

Man konnte sich nicht verhehlen, daß bei dieser Fundirungsart und dem übereilten Betrieb ein starkes Setzen des Gebäudes stattfinden würde, und es war unter diesen Umständen die hauptsächlichste Aufgabe, die Verbreiterung der Fundamente nach Maßgabe ihrer Belastung anzuordnen, um hierdurch ein gleichmäßiges Setzen zu ermöglichen.

Hierauf überließ man das Mauerwerk einige Tage sich selbst, stellte

Fig. 150.



mehrere Pumpen in den innerhalb des Gebäudes liegenden Brunnen auf und setzte mittels derselben die ganze Baustelle derart unter Wasser daß die obere Sandschicht vollständig gesättigt erschien. Der Erfolg dieser Wässerung war eine Senkung des Sandes, mit dem die Fundamente verfüllt waren um 5—8<sup>cm</sup>. Auch die Fundamente der Umfassungswände des Maschinenschuppens hatten sich gleichmäßig gesetzt, während unregelmäßige Senkungen des anstoßenden Werkstatgebäudes beobachtet wurden. Bei einer abermaligen Spülung zeigte sich keine weitere Wirkung mehr, mit Ausnahme der südwestlichen Ecke, die sich nun weitere 5<sup>cm</sup> senkte, nachdem sie das erste Mal um ca. 8<sup>cm</sup> gesunken war.

Man nahm hierauf eine Belastung der Theile des Fundamentes vor, in welchen die stärkste Senkung sich herausgestellt hatte, und suchte

dieselbe so einzurichten, daß sie dem Maximum der künstlichen Belastung entsprach. Es folgte wieder eine Senkung so daß nunmehr die fragliche Ecke ca. 13<sup>m</sup> tiefer lag, als die übrigen Fundamente. Selbstredend hatten sich Risse gebildet, welche die gesenkten von den übrigen Theilen des Fundaments trennten. Nachdem eine Bewegung der Mauertheile nicht mehr wahrgenommen werden konnte, wurde das aufgelegte Belastungsmaterial beseitigt, die obere Schicht des Mauerwerks, soweit die Senkung vorgekommen war, aufgenommen, und alsdann das Fundament im Niveau mit dem andern Mauerwerk wieder aufgeführt. An den Stellen, wo die Risse sich gezeigt hatten, wurde das Mauerwerk abgebrochen und in einem recht guten Verbande wieder hergestellt. Man griff jetzt die Mauerarbeiten aufs Neue rüstig an und begann das aufgehende Mauerwerk aufzuführen.

Inzwischen waren die Erdarbeiten weiter vorgeschritten, Erdmassen wurden ringsum in hügelartiger Erhöhung, dessen Gipfel von den Gebäudefundamenten bekrönt wurden, angehäuft und es bekam das Planum für die Bahnhofsgebäude eine größere Ausdehnung.

Nun trat jedoch eine Erscheinung ein, auf welche man nicht gerechnet hatte.

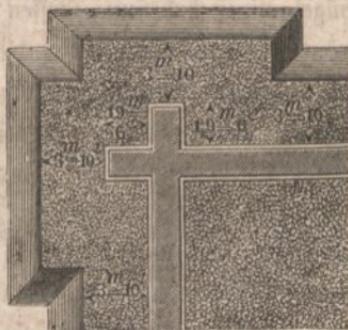
Die Fundament- und Plintenmauer der östlichen Längsfronte auf eine Länge von ca. 47<sup>m</sup> freistehend, bauchte sich etwa 13<sup>m</sup> nach der äußeren Seite aus, indem sie hier auch ebensoviel aus dem Lothe wich und die vertikalen Mauerflächen dadurch eine windschiefe Form annahmen. Diese unerwartete Erscheinung hatte in Folgendem ihrem Grund: Man hatte in der ganzen Ausdehnung des Gebäudes den lockern Moorboden bis auf den festen Baugrund, der ein vielfältig von Sandschichten unregelmäßig durchschnittener, lehmiger, ziemlich erweichter und in nicht unbedeutendem Grade zusammendrückbarer Boden war, ausgehoben und beseitigt. Statt des ausgehobenen leichten Moorbodens wurde der schwere Sand eingebracht und bis zu einer Höhe von  $1,25 + 2,80 = 4,05^m$  aufgeschüttet.

Der Untergrund erhielt also nicht nur einen größeren Druck als früher, sondern auch durch die Form der aufgefüllten Sandmasse in der Art eine ungleichmäßige Belastung, daß dieselbe an den Rändern der Baugrube geringer war, als weiter nach der Mitte hin.

Hierdurch entstanden im Untergrunde ungleiche Pressungen und dadurch ungleiche Senkungen, durch welche die Sohle der Baugrube eine concave Form, etwa nach der punktirten Linie a b c (Fig. 150) annahm. Als nun später die Ausschüttung des Planums eine größere Ausdehnung gewann, erlitt auch der Grund bei a und c eine größere Pressung und in Folge derselben eine stärkere Senkung, wodurch die Sohle ihre ursprüngliche horizontale Lage wieder annahm, dadurch aber die darauf liegenden Mauermassen in Bewegung brachte und der Längsfronte die vorhin erwähnte Form gab.

Die Ecken dieses Gebäudes waren dieser Bewegung weniger gefolgt, weil sie durch die Giebelmauern mehr Stabilität erhielten, auch die Vorsorge getroffen war (Fig. 151) äußerlich 1,9<sup>m</sup> vorspringende

Fig. 151.



Stützpfiler gegen die Ecken zu legen, und denselben entsprechend die Baugrube zu erweitern. Es ließ sich vorläufig zur Beseitigung der eingetretenen Uebelstände nicht eher etwas thun, als bis die Bewegung des Untergrundes aufgehört hatte, und um dieses zu beschleunigen, wurden die betreffenden Stellen möglichst stark mit Baumaterialien belastet. Als der gewünschte Zeitpunkt der Ruhe eingetreten war, ließ man das Fundamentmauerwerk auf eine Länge von 19—22<sup>m</sup>, wo dasselbe eben am stärksten aus dem Lothe gewichen war, abtragen, alsdann senkrecht wieder aufmauern und endlich gegen die Frontmauer in der Tiefe der Fundamente noch drei solide Strebpfiler setzen. Da sich nun weiter keine bedenkliche Erscheinungen zeigten, wurden die Umfassungs-

mauern und die innern Wände aufgeführt, dabei aber als weitere Sicherung auf beiden Giebelseiten des Locomotivraumes, welche bei einer Tiefe von 19<sup>m</sup> durch 3 Thore von je 3,77<sup>m</sup> lichter Weite durchbrochen sind, durchgehende eiserne Anker eingelegt, welche den Schub aufheben sollten. Außerdem erhielt jeder der 5,65<sup>m</sup> von einander entfernt liegenden Dachbinderbalken starke Maueranker, welche nicht unwesentlich zur Stabilität der Frontwände beitragen.

Der Erfolg dieser Fundirung kann als wohl gelungen bezeichnet werden und wurden daher auch die übrigen Baulichkeiten unter Berücksichtigung der gemachten Erfahrungen in derselben Weise fundirt. Man ließ nun aber den Sandgrund bis zum nächsten Jahre sich setzen, alsdann wurden beim Beginn des Baues 8 Rammstrammen in Thätigkeit gesetzt, die mittels 6—8 Centner schwerer Bären bei 3,77—3,14<sup>m</sup> Fallhöhe den in einer Stärke von ca. 0,3<sup>m</sup> aufgeschütteten Beton abrammten. Die Rammstrammen werden auf Schwellen beweglich aufgestellt. Das Mischungsverhältniß des Betons war festgesetzt auf 0,6<sup>km</sup> hydraulischen Kalk, 0,15<sup>km</sup> Ziegelmehl, 1,50<sup>km</sup> Sand, 3<sup>km</sup> Steine, welche ca. 4,4<sup>km</sup> Beton gaben.

Der Rammklotz fiel wenigstens 6 mal auf jeden Punkt, wonach die Ramme etwas weiter geschoben wurde. Während des Rammens mußte der Beton ununterbrochen genäßt werden.

Durch diese Behandlung bekamen die Fundamente eine verhältnißmäßig solide Grundlage, jedoch nicht eine so feste, um es wagen zu können, die Pfeiler der Einfahrtsthore in dem nördlichen und südlichen Giebel unmittelbar darauf zu stellen; es mußte hier eine besonders weit ausladende Basis aus Sandsteinquadern gebildet werden, wie Fig. 152 ersichtlich macht.

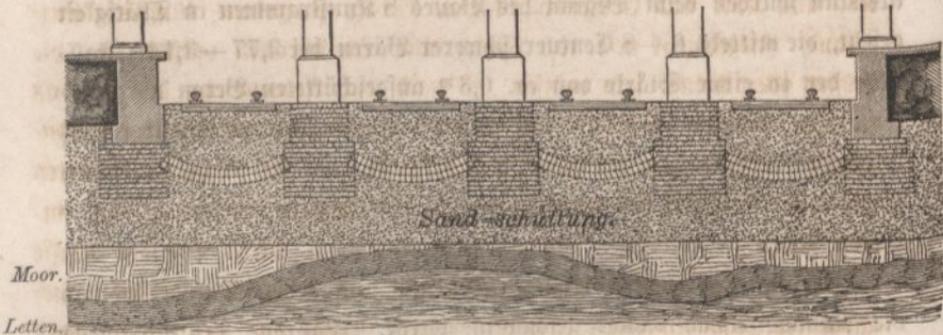
Ebenfalls erschien es nothwendig, damit die einzelnen Pfeiler eine gleichmäßige Belastung ausübten, dieselben mit Erdbögen zu verbinden.

Wenn hier im Vorstehenden die Schilderung einer Fundirung gemacht wurde, welche erst nach vielen Schwierigkeiten und Aushülsen solide ward, so darf nicht übersehen werden, daß dieselbe gerade aus diesem Grunde für uns am lehrreichsten ist. Der Leser wird gefunden

haben, daß größtentheils die schnelle Ausführung der Sandschüttung, welche sich noch nicht völlig gesetzt hatte, die ersten Widerwärtigkeiten verursachten. Möglichenfalls wird der vorhandene Sand auch nicht von der wünschenswerthen Güte gewesen sein.

Ferner war die Fundirung bei diesem Hohlbau (ohne Scheidewände) um so schwieriger, als durch das Schwanken der Bodenmassen und den Mangel an Verankerungen (Balken z.) eine Drehung der Mauer Massen verursacht wurde, und in Folge dessen Strebe- Pfeiler und größere Fundamentbasis nothwendig erschienen.

Fig. 152.



Diese Hilfsmittel sind bei allen derartigen Neubauten durchaus zu empfehlen; auch erhöht die erwähnte Betonschicht die Tragfähigkeit der Fundirung ganz bedeutend, obgleich erstere, bei sorgfältiger Ausführung der Sandschüttung, nicht unbedingt nothwendig ist.

Haben die zu fundirenden Gebäude einige Scheidewände, wie es am häufigsten der Fall sein dürfte, so ist eine sorgfältig hergestellte tragbare Sandschüttung von etwa 2—4<sup>m</sup> Mächtigkeit, falls der darunter befindliche Boden nicht sehr zusammenpreßbar ist, hinreichend; eine Schwankung der Bodenmassen ist dann durch den Druck der innern Mauern, sowie durch die Balkenverankerung nicht zu befürchten.

Eine andere, von der vorgenannten wesentlich verschiedenartige, Sandfundirung muß hier noch angeführt werden, weil sie unter Umständen wohl zu empfehlen ist.

Im Princip läßt sie sich mit der Pfeilerfundirung vergleichen und

auch bei denselben Bodenverhältnissen (schwimmende Bodenmassen ausgenommen) anwenden; am zweckmäßigsten eignen sich aber die thonigen, lehmigen u. Bodenarten. Es werden mittelst hölzerner Bestrebungen Schächte bis auf den tragbaren Boden hergestellt und diese mit Sand ausgefüllt. Unter stetigem Begießen und Abrammen erhalten die Sandsäulen eine solche Tragfähigkeit, daß sie, mittelst Gurtbögen verbunden und letztere oberhalb abgeglichen, 1—2 stöckige Wohnhäuser zu tragen vermögen.

## § 10.

## Die Bétonschüttungen.

Unter Gußmauerwerk wird eine Mischung von hydraulischem Mörtel, aus Kalk und Cementzuschlägen, (Traß, Puzzolane, künstliche Puzzolane, Ziegelmehl u. s. w.) Sand und Steinbrocken verstanden, die größer oder kleiner sein müssen, je nach der Anwendung des Bétons zu Grundwerken bei Wasserbauten, oder zu Mauern gewöhnlicher Wohnhäuser. Der Béton hat die Eigenschaft an der Luft schnell zu erhärten und mit der Zeit, besonders unter Wasser und an feuchten Orten, immer fester zu werden. Man kann die größten Blöcke aus der Masse des Béton, ja Wasserbehälter (Bassins) und dergleichen gießen, auch ganze Fundamentmauern daraus fertigen, so wie sich, wenn sehr feiner Sand und kleine Steine dabei gebraucht werden, ein sehr gut aussehendes Mauerwerk damit fertigen läßt. Wird der Béton zur Gründung verbraucht, so beruht seine Anwendung auf ganz ähnlichen Grundsätzen, wie wir oben bei der Sandgründung gezeigt haben. Die Hauptsache, worauf es ankommt, ist folgende: \*Bei weichem Grunde, wo man der größeren Kosten wegen keinen Pfahlrost oder liegenden Rost anbringen kann oder will, macht man ein Bétonfundament, welches, wenn es erhärtet ist, eine Untermauerung des darüber stehenden gewöhnlichen Mauerwerkes, gleichsam aus einem einzigen großen Steine gebildet, darstellt. Der Béton ist, vermöge seiner Zusammenfügung fester und schwerer als die Sandschüttung. Ebenfalls sind alle dieselben Rücksichten dabei zu nehmen, welche wir ähnlich bei den Rosten und der Sandschüttung bemerkt haben; nämlich hinlängliche Dicke der Bétonlage, hinlängliche Breite derselben und hinlängliche Verstärkung der Eck-

punkte des Gebäudes, um namentlich diese gegen das Einsinken in den weichen Grund zu schützen.

Ferner ist einleuchtend, daß ein Gebäude, je mehr innere Abtheilungen es hat, je kleiner also dessen Fundamenträume werden, um so leichter wegen der im Ganzen dadurch verbreiterten Grundfläche getragen wird, und um so weniger brauchen verhältnißmäßig die einzelnen Grundmauern und die dazu gehörige Bétonunterlage verbreitert zu werden.

Umgekehrt, je weniger das Bauwerk innere Abtheilungen hat (wenn es z. B. nur aus 4 großen und schweren Ringmauern bestände), um so breiter würde der Bétonfuß werden müssen, um die darauf ruhende Last gegen das Einsinken zu sichern, und um so mehr müßte der Bétonfuß an den Ecken aus demselben Grunde verbreitert werden.

Es finden sich an vielen Orten Kalk, welche hydraulische Eigenschaft, d. h. die Eigenschaft haben, rein oder mit Sand gemischt, einen unter Wasser schnell erhärtenden Mörtel zu geben, und dieselbe Eigenschaft besitzt auch der Cement. Beide haben die Eigenschaft, an der Luft schneller zu erhärten, und fester zu werden, als Kalkmörtel, erlangen aber ihre größte Festigkeit unter Wasser. Aus diesem Grunde ist auch der Béton zwar unter allen Verhältnissen mit Vortheil anwendbar, in welchem eine Sandschüttung am Orte wäre, ganz besonders aber sind Bétonschüttungen in dem Falle vorzuziehen, wo die Fundirung unter Wasser geschehen muß: wo also entweder die Baustelle von Wasser bedeckt ist, oder wo man mit einem starken Andrang des Grundwassers zu kämpfen hat.

Die früher gebräuchliche Methode, in einem solchen Falle zu fundiren, bestand darin, daß man die unter Wasser, z. B. in oder an einem Flusse befindliche Baustelle mit festen Holzwänden, sogenannten Fangedämmen, wasserdicht umschloß, dann die Baugrube innerhalb der Fangedämme trocken legte, und hierauf erst die Fundamentirung, je nach der Beschaffenheit des Flußbettes, mit oder ohne Krost, begann. Diese Gründungsart ist indessen mit großen Kosten und Schwierigkeiten verknüpft; die Trockenlegung der Baugrube ist, selbst unter günstigen Verhältnissen, eine beschwerliche Arbeit, die Fangedämme sind häufig nur mit vieler Mühe und vielen Unkosten wasserdicht herzustellen und zu erhalten, und selbst wenn sie wasserdicht sind, ist der fortwährende

Andrang des Wassers in die Baugrube von unten her, durch das Grundwasser, nicht zu verhindern, also eine unaufhörliche Beseitigung des Wassers erforderlich. Zudem sind die Fangedämme, deren Construction beschrieben wurde, sehr theuer; um so theurer, als sie nach Vollendung des Baues zwar überflüssig sind, aber ihre Beseitigung so viele Kosten verursacht, daß der Gewinn des kaum wieder zu verwendenden Materials die Beseitigungs-Kosten wenig übertrifft. Die Umschließung der Baugrube wird dagegen bei einer Bétonschüttung wesentlich vereinfacht, und daher wesentlich billiger; der Abschluß braucht nemlich nicht ein wasserdichter zu sein, und genügt daher hierzu eine Spundwand, die eben nur den Zweck hat, dem im teigartigem Zustande einzubringenden Béton seine Hauptform zu geben, d. h. die Ausdehnung des zu gießenden Mauerwerks nach Länge und Breite abzugrenzen.

In den Fällen, wo Bétonschüttungen an Stelle der Sandschüttungen zur Anwendung kommen, gilt auch das von den letzteren Gesagte: daß nemlich bei weichem nachgiebigen Untergrunde die Last auf eine möglichst große Fläche vertheilt werde, daher die Breite der Bétonschüttungen größer gemacht werden muß, als die Breite der darüber aufzuführenden Fundament-Mauern. Bei Béton-Fundierungen unter Wasser muß zunächst die Baugrube vertieft werden, um die Sohle von Schlamm, Wurzeln u. zu befreien, und dies geschieht, so lange die Wasserhöhe nicht mehr als 0,3 bis 0,5<sup>m</sup> beträgt, durch Ausgraben bei höheren Wasserständen dagegen durch Ausbaggern. Das Baggern erfolgt bisweilen vor dem Einschlagen der Spundwände, oder auch zuweilen, nachdem die Baugrube von Spundwänden eingeschlossen ist, und muß jedenfalls auf die ganze Fläche der Baugrube gleichmäßig erfolgen. Nachdem die Spundwände eingeschlagen und verholmt sind, erfolgt die Versenkung des Bétons.

Die Bestandtheile des Bétons sind, wie erwähnt; hydraulischer Kalk oder Cement, scharfer Mauer sand und Steinstücke (zerschlagene Bruchsteine oder Felssteine oder Ziegelstücke). — Der hydraulische Kalk, d. h. ein unter Wasser erhärtende Kalk, unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Kalk durch seine Zusammensetzung: während nemlich der letztere, der sogenannte Fettkalk, höchstens 5—6% fremde Bestand-

theile, namentlich Thonerde, enthält, beginnt die hydraulische Eigenschaft des Kalkes, sobald derselbe mindestens 10% Thonerde enthält, und wächst mit dem Gehalt an Thonerde. Kalk mit 20 bis 30% Thonerde, erlangen unter Wasser eine große Festigkeit; sie finden sich in verschiedenen Gegenden von der Natur gebildet vor, und gelangen dort unter dem Namen „schwarzer Kalk“ oder „Graukalk“ in den Handel. Dieser Graukalk, in Breslau auch unter dem Namen Haasler Kalk bekannt, wird nicht, wie der gewöhnliche Kalk, gelöscht, sondern gedämpft, abgedämpft, d. h. er wird in Haufen von 26 bis 30<sup>m</sup> Höhe aufgestellt, gehörig mit Sand abgedeckt, und dann mittelst einer Gießkanne mit Wasser übergossen. Der Kalk zerfällt dabei allmählig; ob er hinreichend mit Wasser übergossen ist, merkt man, wenn man mit einem Stabe in den Haufen hinein stößt. Sobald man hierbei nicht auf Steinstücke stößt, ist der Kalk fertig abgedämpft; der Haufen wird dann mit einem Kalkhaken gehörig umgerührt, so daß sich der pulverisirte Kalk mit dem Sande innig mischt, und in diesem Zustande wird das Gemenge weiter verarbeitet, d. h. unter Zusatz von weiterem Sande mit Wasser zu Mörtel angerührt. Finden sich beim Umwerfen des Haufens noch Steinstücke in demselben, so werden dieselben sorgfältig ausgelesen, von Neuem mit Sand bedeckt und mit Wasser übergossen; was nach diesem zweiten Abdämpfen nicht zerfallen ist, muß, als fremder Bestandtheil entfernt werden. Das Uebrige hingegen muß, wenn es nicht sofort verarbeitet werden kann, an einem trocknen Orte aufbewahrt werden.

Es giebt ferner Gesteine und Erdarten, welche, dem Fettkalk beigemischt, denselben hydraulisch machen; Stoffe dieser Art sind, namentlich eine in Italien sich vorfindende Thonerde, die unter dem Namen Puzzolannerde bekannt ist, und der Trass, ein Thonschiefer, welcher in den Rheingegenden gebrochen wird; beide werden, in ein gemahlenem Zustande, dem gelöschten Kalle zugesetzt, und bewirken ein schnelles Erhärten desselben unter Wasser. Auch Ziegelmehl, fein gemahlen, und pulverisirte Thonscherben, dem gelöschten Kalk an Stelle des Sandes zugesetzt, geben einen guten hydraulischen Mörtel. Die Verhältnißzahlen, nach welchen der Trass oder das Ziegelmehl z. dem

Fettkalk beigemischt werden, sind sehr verschieden, und richten sich nach der Beschaffenheit des Kalkes; in dem Sinne, daß sehr fetter Kalk einen größeren Zusatz von Thonerde braucht, als weniger fetter oder magerer Kalk, um hydraulisch zu werden. 1 Theil Fettkalk und 2 bis 3 Theile gemahlener Trass oder Ziegelmehl; 1 Theil magerer Kalk und 1 Theil Trass u. sind gebräuchliche Mischungs-Verhältnisse.

Endlich können auch dem Fettkalk im ungelöschten Zustande diejenigen Zusätze gegeben werden, welche ihn hydraulisch machen, und in diesem Falle entsteht ein Fabricat, welches als Cement in den Handel kommt. Derselbe wird dargestellt, indem sowohl der gebrannte aber ungelöschte Kalk, sowie die cementirenden Zuschläge fein gemahlen beide mit einander gemischt und mit Wasser angemacht werden. Die teigartige Masse wird zu Ziegeln geformt, diese werden getrocknet, gebrannt, schließlich fein gemahlen, in pulverisirtem Zustande in Fässer gepackt, und so versandt. Da der Cement, wenn er vor dem Gebrauche mit Feuchtigkeit in Berührung kommt, sehr leicht verdirbt, muß er vor letzterer sorgfältig geschützt werden, und ist daher der Cement in der Tonne stets mit mehrfachen Lagen Pöschpapier überdeckt. Der Cement liefert, mit Wasser angemacht, ohne weitere Bedingungen, einen sowohl unter Wasser als an der Luft vorzüglich schnell erhärtenden und sehr fest werdenden Mörtel, indessen der Mörtel würde, so zubereitet, im Allgemeinen zu theuer werden; man verwendet den Cement daher stets mit einem Zusatz von Mauer sand, und zwar, je nach dem Grade der verlangten Festigkeit, und je nach andern zu berücksichtigenden Umständen, mit einem Zusatz von 1, 2 auch 3 Theilen Sand auf 1 Theil Cement. Der beste Cement bleibt immer noch der ächt englische Portland-Cement, indessen liefert auch die stettiner und die pommersche Cement-Fabrik ein sehr gutes Material, und bestehen außerdem noch Cement-Fabriken in Bonn, in Oppeln u.

Das Verhältniß, in welchem die zum Béton erforderlichen Bestandtheile mit einander gemischt werden, ist sehr variabel, und richtet sich nach der Beschaffenheit des hydraulischen Mörtels. Bei Anwendung des schwarzen Kalkes wird z. B. als Mischungs-Verhältniß angegeben: 3 Theile Kalk, 7 Theile grober Sand und 8 Theile klein ge-

schlagener Steine: besser aber sind: 3 Theile Kalk, 6 Theile Sand und 7 Theile geschlagener Steine, oder auch: 3 Theile Kalk, 3 Theile Sand und 3—4 Theile geschlagener Steine oder Ziegelstücke. Bei Verwendung des Haasler Kalkes ist ein gutes Gemisch: 2 Theile Kalk, 1 Theil Ziegelmehl, 2 Theile Sand und 6—7 Theile zer Schlagener Steine. Beim Trass hingegen ist das Verhältniß: 1 Theil Fettkalk, 2 Theile Trass, ohne Sand oder mit 1 Theil Sand, und 4 Theile klein geschlagener Steine. Benutzt man endlich den Cement zur Béton-Bereitung, so mischt man: 1 Theil ächten Portland- oder Stettiner Portland-Cement mit 3 Theilen Sand, und setzt hierzu 7 Theile geschlagener Steine und Ziegelstücke resp. 4 Theile Ziegelstücke und 3 Theile groben gesiebten Kies.

Die zum Béton zu verwendenden Steine anbelangend, so müssen dieselben vor allen Dingen fest und hart sein; man verwendet dazu am liebsten Granit und granitische Gesteine, und sind Kiese und gesprengte Feldsteine vorzüglich brauchbar, indessen ebenso Kalksteine, fester Sandstein und Grauwacke, auch werden feste, scharf gebrannte Ziegel häufig zum Béton verwendet. Die Steine wie die Ziegel werden zu Stücken von möglichst gleicher Größe, und zwar nach allen Dimensionen hin etwa 1 bis 5<sup>cm</sup> groß, geschlagen, und ist es für die bessere Anhaftung des Mörtels nothwendig, daß die Steinstücke eine rauhe Oberfläche haben, und gut, wenn sie möglichst scharfkantig sind; doch verwendet man auch groben durchgeworfenen Kies, also Steinstücke mit rund abgeschliffenen Ecken und Kanten.

Bei der Zubereitung des Bétons ist es Hauptbedingung, daß sowohl die Mischung des Mörtels als auch die Vermengung desselben mit den Steinen sehr sorgfältig geschieht, so daß eine vollständige Umhüllung aller Steinstücke mit Mörtel erreicht wird. Außerdem muß der Mörtel, damit er schnell erhärtet, mit möglichst wenig Wasser ange-macht werden, so daß er einen zähen dickflüssigen Teig bildet. Das Mischen des Mörtels geschieht am besten, indem auf einer Bretter-Dielung der hydraulische Kalk mit dem Sande in trockenem Zustande gemengt und mit dem Kalkhafen gehörig durchgearbeitet wird, und der Masse alsdann erst der Zusatz von der erforderlichen Menge Wasser

gegeben wird. Wird der Mischung von vorneherein Wasser hinzugefügt, was allerdings die Arbeit erleichtert, so muß sie in einem flachen Kasten erfolgen. Bei Anwendung des Bétons in großen Massen, erfolgt die Mischung durch Mörtelmaschinen, das sind hölzerne oder eiserne Trommeln von unterhalb halbkreisförmigem Querschnitt, die an der obern Seite offen sind. Die Fig. 153, 154 und 155 zeigen eine solche

Fig. 153.

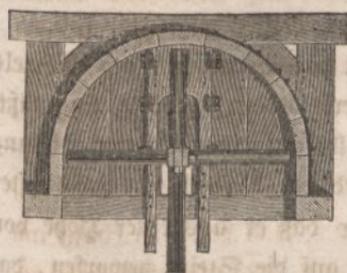


Fig. 154.

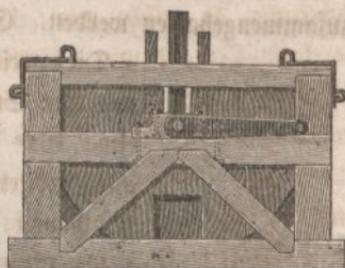
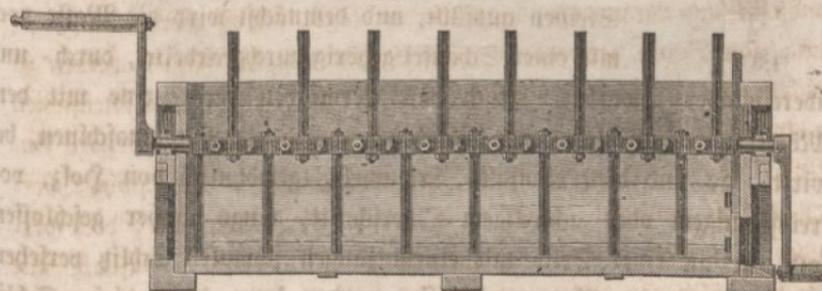
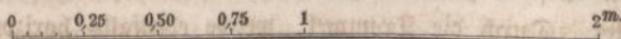


Fig. 155.



Maasstab zu Fig. 153 — 155.

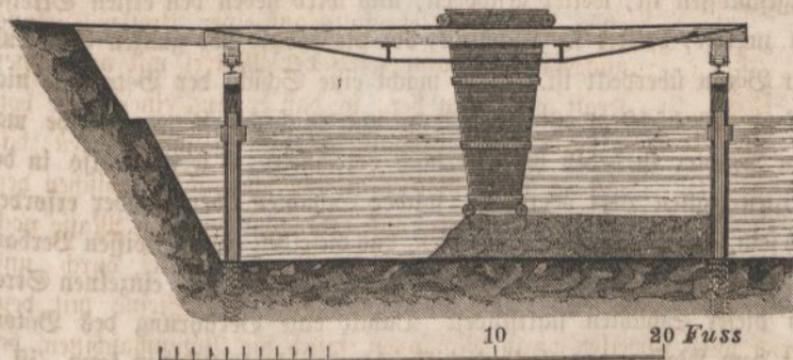


Mörtelmaschine in der Ansicht, im Querschnitt und im Längenschnitt. Die Trommel liegt horizontal, die senkrecht stehende Vorder- und Hinterwand sind durch eine in Zapfenlagern drehbare eiserne Axe verbunden, und rings um diese Axe sitzen, in geringen Entfernungen von einander, eiserne Messer, entweder gegen die Axe schief stehend, oder normal auf die Axe gerichtet, und in letzterem Falle zuweilen von andern Messern gekreuzt, welche parallel zur Axe stehen. Die Umdrehung der eisernen Axe geschieht entweder mittelst Kurbeln, durch

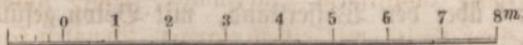


schung zu Boden fällt. Wollte man den Bétou in kleinen Massen von oben her herunterwerfen, so würden schon während des Herabfallens die einzelnen Bestandtheile in Folge ihrer verschiedenen Schwere sich trennen, und würde das Wasser, durch welches die Masse hindurchfallen muß, dazu beitragen, den Bétou auszuwaschen. Um dieses Auswaschen zu vermeiden, ist es nothwendig, daß erstens das in der Baugrube befindliche Wasser keine Strömung hat; schon deshalb ist die Umschließung der Baugrube durch feste Wände nothwendig, und ist während des Versenkens jedes Auspumpen oder Ausschöpfen des Wassers aus der

Fig. 157.



Maassstab zu Fig. 157.



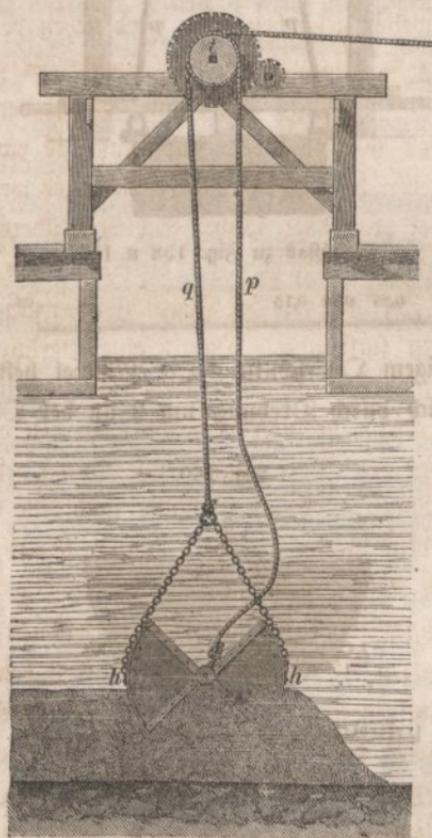
Baugrube sorgfältig zu vermeiden, weil hierdurch und durch das nachdringende Grund- oder Quellswasser ein Strömen hervorgerufen wird. Zweitens muß der Bétou während des Versenkens mit dem Wasser überhaupt möglichst wenig in Berührung kommen.

Um dies alles zu erreichen, kann die Versenkung auf 2 verschiedene Arten erfolgen: entweder durch trichterförmige Behälter, Trichter oder Tüten genannt, oder durch Versenken in Kästen. Das Versenken in Trichtern ist in Fig. 157 dargestellt. Die Baugrube ist mit einem leichten Gerüst überbaut, und dieses bildet eine horizontale Bahn, auf welcher der Trichter von einem Ende bis zum andern verschoben werden kann. Der Trichter ist oben und unten offen, und ruht oberhalb in

einem mit kleinen Rädern versehenen Gestell, mittelst dessen das Hin- und Herschieben auf der Bahn leicht zu bewirken ist. Wird der Trichter von oben her mit Béton angefüllt, so fällt der letztere unterhalb zu Boden, bedeckt vertical unter dem Trichter die Sohle der Baugrube, und der eingefüllte Béton wird so lange nachsinken, bis die herausgeflossene Schüttung den untern Rand des Trichters erreicht hat; alsdann wird der Trichter weiter geschoben, die Ausleerung erfolgt von Neuem und so legt sich allmählig über die ganze Breite der Baugrube ein Streifen Béton von der ungefähren Breite des Trichters. Demnächst wird das ganze Gerüst auf den festen Holzwänden, von denen die Baugrube eingeschlossen ist, weiter geschoben, und wird neben den ersten Streifen ein zweiter, dritter u. geschüttet, bis die Sohle der ganzen Baugrube mit Béton überdeckt ist. Man macht eine Schicht der Bétonlage nicht dicker, als höchstens 60 bis 80<sup>mm</sup>, und muß die Länge, welche man dem Trichter zu geben hat, hiernach berechnen; es werden also in den meisten Fällen zwei oder drei solcher Schichten übereinander erforderlich sein, und ist dabei zu beobachten, das dieselben einen gewissen Verband halten, d. h., daß ein Versetzen der Fugen zwischen den einzelnen Streifen dieser Schichten stattfindet. Damit eine Berührung des Bétons mit dem Wasser innerhalb des Trichters nicht stattfinden kann, ist es nothwendig, daß derselbe ununterbrochen bis an den obern Rand, oder mindestens bis über den Wasserstand, mit Béton gefüllt sei; dennoch findet bei Anwendung der Trichter immer noch eine zu vielfältige Berührung zwischen dem Béton und dem Wasser Statt, und wird daher die Versendung in Kästen meistens vorgezogen. Ehe zur Beschreibung derselben übergegangen wird, ist nur noch zu erwähnen, daß der Trichter unterhalb zwei Walzen erhält, welche den Zweck haben, den geschütteten Béton zu comprimiren und abzuebnen; bei der jedesmaligen Weiterführung des Trichters muß nemlich die hintere von beiden Walzen über den frisch geschütteten Theil des Bétons herübergleiten, und drückt hierbei auf denselben, indem sie zugleich die Oberfläche des Bétons abgleicht. In dem angegebenen Beispiel ist angenommen, daß die Baugrube eine Breite hat, bei welcher es möglich ist, dieselbe mit einem Gerüst zu überdecken, welches durch eine leichte Eisen-Construction abgesprengt ist.

Als Träger dieses Gerüsts dienen die verholzten Hauptpfähle der Spundwand, mit welcher die Baugrube umschlossen ist. Um das Gerüst auch nach der Längsaxe der Baugrube bewegen zu können, sind auf die Holme Eisenbahnschienen gelegt; das Gerüst wird von Schwellen getragen; letztere ruhen auf kleinen Rädern, und durch diese ist das Gerüst auf den Eisenbahnschienen leicht verschieblich. Genauere Details über die Construction des Trichters giebt Hagen's „Wasserbaukunst“ und Beckers „Baukunde“ zc.

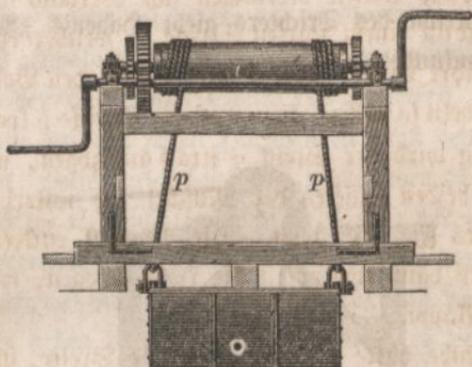
Fig. 158.



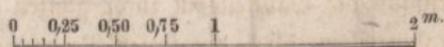
Die Kästen in welchen der Béton versenkt wird, bestehen aus Holz oder Eisen; die beiden genannten Werke liefern verschiedene Beispiele davon: die Figuren 158 bis 160 zeigen die Vorrichtung, welche beim

Bau des neuen Wasser-Hebewerks in Breslau zur Anwendung gekommen ist, und welche einige Abweichungen von den bisher veröffentlichten Constructions erhalten hat, sich aber als sehr practisch bewährte. Der Kasten besteht hierbei in einem muschelartigen Gefäß aus Eisenblech,

Fig. 159.

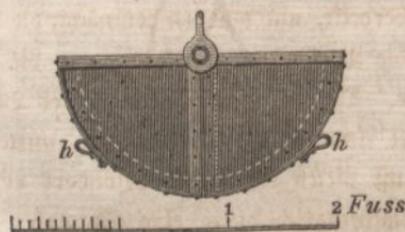


Maafstab zu Fig. 158 u. 159.

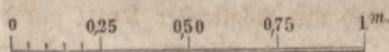


von halbkreisförmigem Querschnitt. Die Muschel besteht aus 2 Quadranten, welche sich durch Drehung um 2 an der Oberkante durchge-

Fig. 160.



Maafstab zu Fig. 160.



steckte Bolzen leicht auseinander klappen lassen. An jedem dieser Bolzen sitzt eine starke eiserne Dese, und mittelst der Dese ist die Muschel an die starken Stricke p. p. angehängt. Beide Stricke führen über eine

Trommel *t*, welche durch eine in Zapfenlagern gehende eiserne Aze von einem leichten Holzgerüst getragen wird, und welche durch 2 auf der Aze sitzende Kurbeln, mit Vorgelege, in Bewegung gesetzt wird. Die Muschel wird über Wasser mit Béton gefüllt und dann herabgelassen. An den Seitenwandungen der Muschel sitzen je 2 Haken *h*, *h*, in welche ein Paar Ketten vereinigen sich oberhalb in einem Ringe, und dieser hängt an einem starken Stricke *q*, welcher ebenfalls über die Trommel *t* geführt wird. Sobald die Muschel den Boden berührt hat, werden die Kurbeln so nachgelassen, daß die Stricke *p* locker herabhängen, damit gleichzeitig wird der Strick *q* straff angezogen, und hierdurch bewirkt, daß die beiden Hälften der Muschel sich unterhalb auseinander klappen, wie dies Fig. 158 zeigt. Die Muschel entleert sich in Folge dessen, und wird dann wieder in die Höhe gezogen, wobei sie sich von selbst zusammenklappt.

Die Baugrube hatte eine zu erhebliche Breite, um sie mit einem festen Gerüst zu versehen, es wurde daher ein Gerüst auf Präbmen erbaut, welches ebenfalls die Baustelle in ihrer ganzen Breite überdeckte; zwischen je 2 Präbmreihen blieb ein freier Raum von 1<sup>m</sup> Breite, in welchem die Senkung des Bétons stattfand. Nachdem die Muschel in die Höhe gezogen war, wurde das Gestell, auf welchem sie ruht, vorwärts gerückt, abermals gefüllt und versenkt, und so fort; so wurde zunächst die Sohle der Baugrube nach ihrer ganzen Breite mit einem Streifen Béton überdeckt, und wurden demnächst die beiden Präbmreihen, zwischen welchen die Versenkung stattfand, um die Breite der Muschel seitwärts gerückt *z*. Da, bei dem Versenken des Béton in Kasten derselbe nicht, wie bei Anwendung der Trichter, mittelst der Walzen abgeglichen wird, muß dieses Abgleichen besonders vorgenommen werden, und geschieht es nachträglich durch eine Stampfe: durch eine schwere quadratische Platte, womöglich von Gußeisen, welche an einem langen Stiel befestigt ist und mit möglichster Kraft auf den frisch geschütteten Béton gestoßen wird. Durch eine Marke an der Stange ist der Höhenunterschied zwischen dem Wasserpiegel und der Oberkante der zu senkenden Bétonschicht bezeichnet.

Für kleinere Bauten, bei welchen mit Béton fundirt wird, wäre

es zu kostspielig, eine der bisher beschriebenen Methoden mit festen Bahnen zur Ausführung zu bringen. Hierbei empfiehlt sich die Anwendung eines Holztrichters in kleinen Dimensionen, wie er Fig. 161 dargestellt ist; derselbe ist aus Brettern zusammengesetzt, und sind diese durch einige leichte eiserne Bänder zusammengehalten.

Wir lassen beispielsweise das Verfahren folgen, welches in der Wiener Bauzeitung beschrieben, und über die in Straßburg ausgeführte Gründung einer Kaimauer mitgetheilt ist. Man sehe zugleich Fig. 162.

Fig. 161

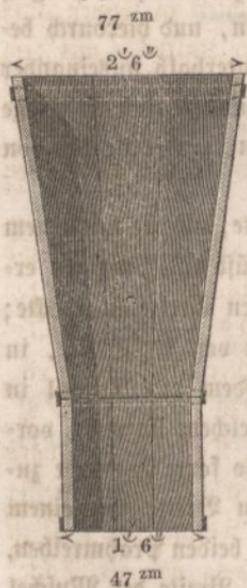
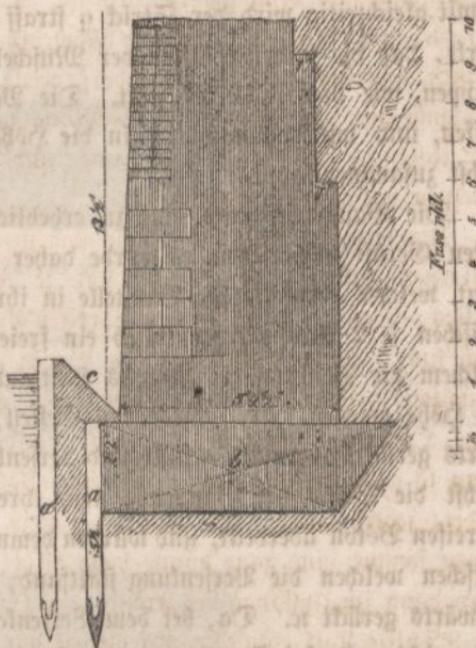


Fig. 162.



„Um die Kaimauer selbst herzustellen, benutzte man für deren Gründung die, in den letzten Jahren so vielfältig angewendete Bétonconstruction, und verfuhr dabei in folgender Art. Man schlug in der ganzen Länge der Kaimauer Spundpfähle (a) ein, welche theils (wegen der Härte des Untergrundes) mit eisernen Schuhen versehen, theils (wo der Boden weniger fest war) bloß zugespitzt waren. Diese Pfähle brachte man etwa 2<sup>m</sup> tief in den Grund, und schlug einen dicht neben den andern. Hierauf wurde mit eisernen Schaufeln der Grund auf etwa 0,6<sup>m</sup>

unter dem Scheitel der Pfähle, in der aus der Zeichnung bei (b) ersichtlichen Form herausgehoben, und eine Mischung von Mörtel aus 30 Theilen Wasserkalk (hydraulischem Kalk), 25 Theilen Ziegelmehl, 45 Theilen Sand, 40 Theilen Kies in der Größe von Eiern und 40 Theilen Bruchsteinbrocken angewendet (alles körperlich gemessen, nicht nach Gewichtstheilen).“

Der Béton, welcher zu diesem Bau verwendet wurde, ist auf folgende Art bereitet worden.

„Der Platz, auf welchem das Einlöschcn geschieht, ist ein gebielter Boden, um alle Mischungsverhältnisse genau beobachten zu können, und auf diesem Boden wird auch der Mörtel mittelst der Kalkhake mit dem Sande vermischt und umgewendet; eben so geschieht daselbst die Vermischung mit den Steinen. Eine Mischung von etwa 9 Theilen schwarzem Kalk, 21 Theilen grobem Sande und 25 Theilen klein geschlagenen Steinen hat sich als gut bewährt.

Um diese Quantitäten genau abmessen zu können, bedient man sich hölzerner Kästen ohne Boden, und je nachdem sie zum Abmessen des Kalkes, Sandes oder der Steinbrocken dienen, 30<sup>cm</sup>, 70<sup>cm</sup> und 85<sup>cm</sup> hoch sind. Diese werden auf den Boden gesetzt, zuerst der Sand eingeschüttet, geebnet und das Maaß empor gehoben, so daß man die genaue Quantität des erforderlichen Sandes hat. Dieser Sand wird dann so ausgebreitet, daß er eine Kreisfläche von etwa 1<sup>m</sup> Durchmesser bildet, jedoch in der Art, daß die innere Fläche, worauf der Kalk zu liegen kommt, eine ganz dünne Lage bildet. Von dem übrigen Sande wird dann im Umfange des Kreises ein Damm gemacht. Nachdem man die 9 Theile Kalk ebenfalls abgemessen hat, bringt man die ganze Quantität auf die dünne Bettung von Sand im Innern des Dammes, bildet davon einen abgestumpften, kegelförmigen Haufen, und bedeckt die ganze Oberfläche desselben mit Sand, den man als Damm in dem Umkreise des Kreises aufgehäuft hat. Sodann werden mit einem zugespitzten Stabe von etwa 4<sup>cm</sup> Dicke verschiedene Löcher in diesen Haufen gemacht, die mehrentheils senkrecht bis auf den Boden gehen, und in diese wird Wasser hineingegossen. So wie sich das Wasser in denselben verzogen hat, füllt man sie wieder mit Sand an, und läßt nun die ganze Masse

unter dem Sande sich löſchen, oder vielmehr abdampfen. Die Quantität Waſſer, welche zum Löſchen der gegebenen Menge Kalk gehört, iſt nicht beſtimmt, da dieſes auch von der Menge Feuchtigkeiſt abhängt, die der Kalk ſchon aus der Luſt angezogen hat; es iſt indessen leicht zu erfahren, ob man genöthigt iſt, noch Waſſer nachzugießen, nachdem der Kalk kein Zeichen innerer Bewegung mehr von ſich giebt, da man nur mit dem Stabe hineinzustoßen und zu fühlen braucht, ob ſich noch harte Stücke darin befinden. Die Dauer, in der ein ſolcher Haufen gelöſcht iſt, währt 12 bis 20 Stunden, und nach Verlauf dieſer Zeit wird ein Theil deſſelben,  $\frac{1}{3}$  oder die Hälfte auf dem Boden ausgebreitet, und 4 bis 5 Mal auf dem Dielenboden umgewendet und mit der Hacke umgearbeitet, ſo daß der Sand mit dem Kalk ſich gehörig vermiſcht. Dann mißt man die 25 Theile Kieſel ab, und arbeitet dieſe ebenfalls 2 bis 3 Mal mit dem Mörtel um, wonach er zum Verbrauch fertig iſt. Es iſt gut den ſo angefertigten Béton gleich zu verbrauchen, jedoch ſchadet es ihm nichts, wenn er 1 bis 2 Tage liegen bleibt. So blieb z. B. wegen ungünſtiger Witterung eine Quantität Béton 2 Tage lang liegen, der ſchon eine etwas harte Kruste bekommen hatte; da er jedoch einige Meilen weit gefahren werden mußte, ſo hatte die Bewegung ihn wieder ſo durchgearbeitet, und die noch nicht gelöſchten Theile ſo vollkommen aufgelöſet, daß er ſich vortrefflich verarbeiten ließ und ein ausgezeichnetes Reſultat lieferte. Was die Materie ſelbſt betrifft, ſo wird der ſchwarze Kalk einige Stunden weit von Straßburg gebrochen und gebrannt, und kommt in dieſem Zuſtande in die Hände der Maurer, die ihn jedoch mit (trocknem) Sande bedecken, damit er keine Feuchtigkeiſt aus der Luſt einſauge. Es verſteht ſich, daß er unter einem Dache liegen muß. Zum Sande nimmt man gern ſcharfen, groben Sand, der, wenn er Humuſtheile enthalten ſollte, geſiebt werden muß. Was die Steine betrifft, ſo nimmt man zwar abgerundete Kieſel, von etwa  $\frac{1}{2}$  Cubitzoll groß, jedoch ſind dieſe am wenigſten gut und Steine mit ſcharfen Bruchflächen vorzuziehen. Dann hat man beſonders zerſchlagene Feldſteine oder auch Stücke von rothem Sandſtein, der auch viele Ecken beim Zerſchlagen bekommt, ebenſo kann man zerſchlagene Ziegel nehmen.

„Einige ſind der Meinung, daß die oben erwähnte Miſchung zu

wenig Kalk enthalte, und mischen daher  $10\frac{1}{2}$  bis 12 Theile Kalk, 22 Theile Sand und 25 Theile Steine. Andere halten diejenige Mischung für die beste, wo statt 22 nur 11 Theile Sand, und 11 Theile klein gestoßene Ziegel, welche jedoch nicht stark gebrannt sein dürfen, genommen werden. Der Ingenieur Herr Legrom läßt solche Ziegel für seine Bauten eigens zu diesem Behufe brennen. Die zerschlagenen Steine müssen übrigens auch durch ein Sieb geworfen werden, um sie vom Staub und Pulver zu befreien."

„Der Gufsmörtel erhärtet, nachdem er 8 bis 10 Tage unter Wasser steht, so, daß das Bauen darauf fortgesetzt werden kann."

„Bevor aber weiter darauf gebaut wird, ist es nöthig, die Bétonlage zu ebenen, und wenn die Ebene derselben tiefer sein sollte, als der gewöhnliche Wasserstand, so daß man nicht im Trocknen arbeiten könnte, so werden die Spundpfähle (a) weiter von der Mauer eingeschlagen, etwa bei a', und so hoch gelassen, daß sie noch etwas über den höchsten Wasserpiegel vorragen. Es wird nun eine Abschrägung von Béton wie bei c und auf diese Weise ein Kasten gebildet, aus welchem das Wasser ausgepumpt werden kann. Es versteht sich von selbst, daß, um den Kasten zu bilden, oberhalb und unterhalb der Strecke, wo man so eben bauen will, Dämme von Béton oder wenigstens von Thon aufgefüllt werden. Aus der Zeichnung geht die übrige Construction der Kaimauern hervor. Diese wurden im Niveau der Straße mit großen Sandsteinplatten belegt."

„Das Aufführen der Kaimauern zu Straßburg wurde nach Plänen des Architekten Herrn F. Fries und unter dessen spezieller Leitung besorgt."

Man hat auch künstliche Quadersteine aus Béton gefertigt, jedoch mußte die Arbeit damit natürlich theurer werden als bei Gufswerk allein.

Was nun die Anfertigung der Bétonmauern selbst betrifft, so können zwei Fälle dabei eintreten. 1) Entweder es befindet sich über der zu fertigenden Bétonschüttung Wasser, oder 2) die Baugrube ist frei von Wasser. Im ersten Falle werden Kästen angefertigt, etwa  $1^m$  lang,  $0,6^m$  breit,  $0,3^m$  hoch, welche so eingerichtet sind, daß ihr Boden sich leicht nach unten öffnen läßt. In diese Kästen wirft man den fertigen Bétonmörtel,

bringt die Kasten auf das Wasser und leert sie über der Stelle, wo der Bétou zu liegen kommen soll, welcher hinunterfällt und sich auf der Stelle, wo der Bétou zu liegen kommen soll, welcher hinunterfällt und sich auf der Stelle etwas ausbreitet, wo er zu Grunde geht; statt der Kasten wendet man auch Trichter aus Bohlen an, die bis auf den Grund reichen. So fährt man fort bis die Schicht die gehörige Länge und Dicke hat. Ist die Baugrube wasserfrei, so wird der Bétoumörtel zwar mittelst eben solcher Kasten oder Trichter nach der gehörigen Stelle gebracht, es ist aber alsdann leichter ihm die erforderliche regelmäßige Gestalt zu geben, wobei bedeutend an Material gespart wird. Wo man Cement billig haben kann, verwendet man denselben auch zu Bétou und setzt ihm so viel Sand und Steinbrocken zu, daß der Cementmörtel nicht bald erhärtet, aber doch unter Wasser in mehreren Tagen fest wird. Wird der Bétou zur Gründung von Brückenpfeilern, überhaupt in fließendem Wasser angewandt, so sind schon zur Ausschachtung der Baugrube Spundwände nöthig, welche den Bétou bis zu seiner vollständigen Erhärtung schützen.

## § 11.

## Die Fundament-Pfeiler, Senkbrunnen und Senklasten.

Findet sich ein guter Baugrund erst in bedeutender Tiefe vor, so kann es freilich in einzelnen Fällen geboten sein, mit der Fundamentsohle bis auf diese Tiefe herabzugehen, und die Fundamente gleichmäßig durchzuführen, indessen ist dieses Verfahren jedenfalls kostspielig und die Ausführung nur dann anwendbar, wenn das Grundwasser sich erst unter jener Tiefe zeigt. In einem solchen Ausnahmefalle befand man sich bei dem vor einigen Jahren ausgeführten Bau der Kirche in Rimpfisch (in Schlesien.) Das Städtchen liegt auf einem hohen, isolirten, rings umher von Thälern umgebenen Plateau, welches fast seiner ganzen Ausdehnung nach mit einer durch Jahrhunderte aufgehäuften Lage von Schutt bedeckt ist. Unter diesem Schutt gelangt man auf einen sehr festen trockenen Lehm, jedoch ist die Schuttlage an den meisten Stellen der Stadt erst in einer Tiefe von 4 bis 5<sup>m</sup> durchdrungen, ja, beim Bau der Kirche mußte man an einzelnen Punkten bis zu einer

Tiefe von mehr als 6,6<sup>m</sup> herabgehen, ehe man den gewachsenen Boden erreichte. Zum Grundwasser gelangte man in dieser Tiefe noch nicht, und war es daher das einfachste und billigste Verfahren, das unterste Banquet durchweg auf dem gewachsenen Boden zu beginnen. Die Fundamentgräben wurden hierbei nicht mit Dossirung, sondern mit senkrechten Wänden angelegt, und wurden dieselben durch einen Ausbau von Stielen, Riegeln und Streben z. gegen den Einsturz gesichert.

Man zieht es in ähnlichen Fällen bisweilen vor, nur einzelne Pfeiler von angemessener Querschnitts-Fläche bis auf den guten Baugrund herab zu führen, diese mit Gurtbogen zu verbinden, und auf letzteren das Gebäude selbst zu errichten. Es wird hierbei an Material gespart, indessen werden diese Ersparnisse durch vermehrte Arbeitskosten wesentlich reducirt.

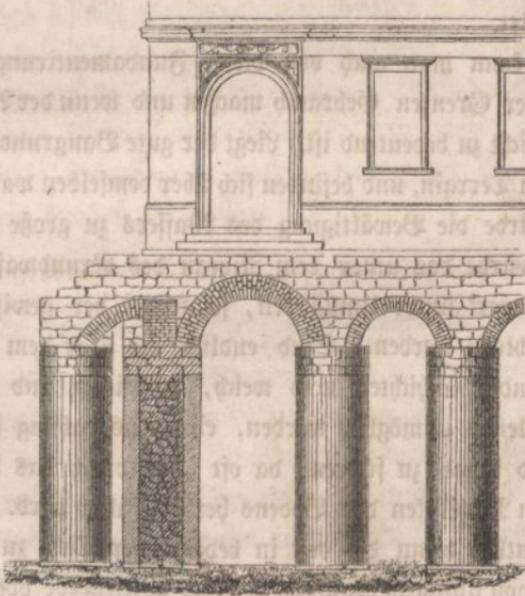
Jedenfalls kann man auch von dieser Fundamentirungsweise nur innerhalb gewisser Grenzen Gebrauch machen und wenn der Andrang des Grundwassers nicht zu bedeutend ist. Liegt der gute Baugrund tiefer als 5 bis 6<sup>m</sup> unter dem Terrain, und befinden sich über demselben wasserführende Schichten, so würde die Bewältigung des Wassers zu große Kosten verursachen, und würde das unter dem Niveau des Grundwassers auszuführende Mauerwerk unter Umständen, selbst bei der gewissenhaftesten Aufsicht, noch schlecht werden. Sind endlich die über dem tragfähigen Baugrund liegenden Schichten noch weich, nachgiebig und nachsinkend, so würde es vollends unmöglich werden, eine Ausgrabung bis auf den guten Baugrund hinab zu führen, da oft schon durch das Auspumpen des Wassers ein Nachsinken des Bodens herbeigeführt wird. In Fällen der Art: namentlich wenn der erst in bedeutender Tiefe zu erreichende gute Baugrund von flüssigem Sande, Torferde, Wiesenerde oder Schlamm bedeckt ist, wandte man ehemals gewöhnlich die später zu besprechenden Pfahlroste an; da dieselben aber an und für sich sehr kostspielig sind, und bei den von Jahr zu Jahr sich steigenden Holzpreisen auch die Kosten für einen Pfahlrost immer höher werden, vermeidet man jetzt die Anwendung eines solchen gern, und bieten dafür die heutzutage vielfach angewendeten Senkbrunnen vollkommenen Ersatz.

Die Fundamentirung auf Senkbrunnen eignet sich nicht nur für

alle Fälle, in welchen ein Pfahlrost nothwendig wäre, sondern ist die Anwendbarkeit derselben sogar eine ausgedehntere. Wie wir später sehen werden, ist es bei Anlage von Pfahlrosten erste Bedingung, daß dieselben, um ein Faulen des Holzes zu verhindern, noch unter dem niedrigsten Wasserstande liegen müssen, diese Bedingung fällt aber bei den Senkbrunnen fort. Während also Pfahlroste nur dann angewendet werden können, wenn sie ganz von Wasser bedeckt sind, ist die Ausführung der Senkbrunnen auch bei wasserfreien Schichten am Orte.

Die Fundamentirung mit Senkbrunnen besteht darin, daß, nach Fig. 163 und 164 einzelne Brunnen in gewissen Entfernungen von ein-

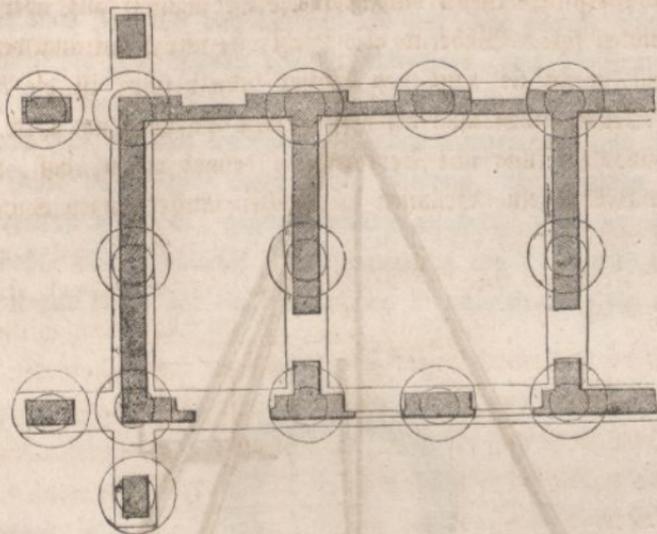
Fig. 163.



ander gesenkt, durch Gurtbogen mit einander verbunden werden, und auf diesen das Bauwerk selbst errichtet wird. Die Brunnen haben den Zweck, die Last des Bauwerks auf den guten Baugrund zu übertragen; ihre Größe und ihre Entfernung von einander richtet sich nach der Beschaffenheit des tragsfähigen Untergrundes und nach der Belastung, welche sie durch das Bauwerk erhalten, indessen sind Brunnen von 1—1¼<sup>m</sup> lichtigem Durchmesser, in Entfernungen bis zu 3 und 4<sup>m</sup> (von Mitte zu

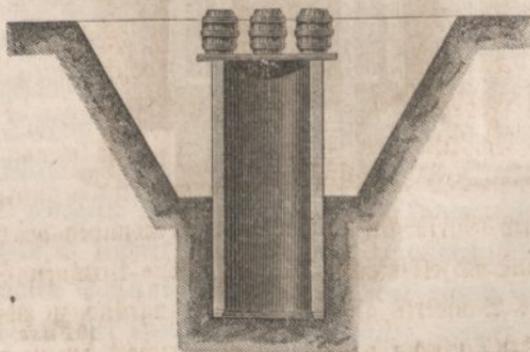
Mitte) gesenkt, für gewöhnliche dreistöckige Gebäude und mittelgutem Untergrund angemessen. Die Stellung der Brunnen richtet sich nach der Lage der Längen- und Quer-Mauern zu einander, so zwar, daß

Fig. 164.



unter jedem Eckpunkt von zwei unter einem Winkel zusammentreffenden Mauern ein Brunnen gestellt wird; es wird hiernach die Entfernung

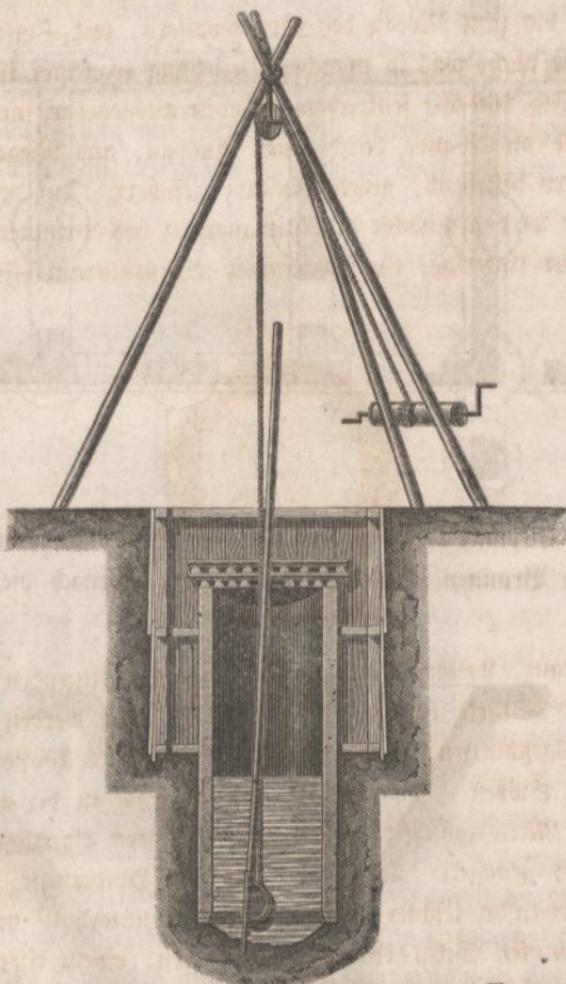
Fig. 165.



der Brunnen von einander schon in gewissen Grenzen bestimmt sein. Da auf die Brunnen unter den Hauptecken durch die Gurthogen ebenfalls der größte Seitenschub ausgeübt wird, ist es, namentlich bei frei-

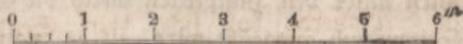
stehenden Gebäuden, nothwendig, denselben besonders abzufangen, und geschieht dies durch Senkung entweder eines Brunnens in der Nähe der Ecke und in diagonaler Richtung von derselben, oder durch zwei

Fig. 166.



10 Fuss

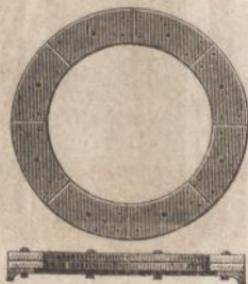
Maßstab zu Fig. 166.



Brunnen in der Nähe des Eckbrunnens, von denen jeder in der Verlängerung der die Ecke bildenden Seiten liegt. Diese Brunnen werden mit den Eckbrunnen durch Strebebögen verbunden.

Das Senken der Brunnen geschieht in folgender Weise: Es wird entweder nach Fig. 165 das Terrain bis auf eine gewisse Tiefe, unter Umständen bis zum Niveau des Grundwassers, mit Dossirung ausgegraben, oder auch, was in mancher Beziehung bequemer ist, die Baugrube nach Fig. 166 mit senkrechten Wänden ausgehoben, und werden in diesem Falle die Wände durch einen Ausbau, aus Riegeln, Stielen und Brettern bestehend, gegen Einsturz gesichert. Auf der ausgegrabenen Sohle wird demnächst die Aufmauerung des Brunnens begonnen, und dient zur Unterlage ein sogenannter Brunnenkranz (Fig. 167): ein

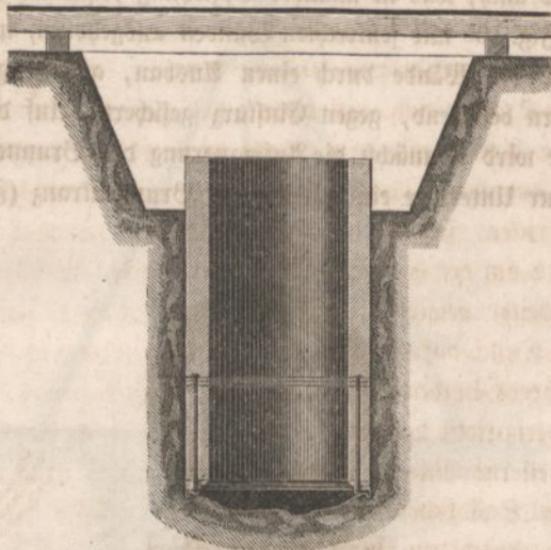
Fig. 167.



hölzerner Kranz, welcher aus zwei über einander liegenden Brettlagen von etwa 4<sup>zm</sup> Stärke besteht. Die Bretter dazu werden als Kreis-segmente ausgeschnitten, und, wie die Felgen eines Wasserrades, mit verwechselten Stößen — so nemlich, daß die Fuge in der einen Brett-lage auf die Mitte zwischen den Fugen der andern Brett-lage trifft, — über einander genagelt. Damit dieser Kranz Hindernisse, wie kleine Steine, Wurzeln u. leichter beseitige, wird er unterhalb meistens mit einem sogenannten Schneidekranze versehen: einem eisernen, rings herum mit zugespitzter Kante versehenen Ringe, welcher durch Bolzen an den Brunnenkranz angeschraubt wird. Auf dem letzteren wird die Aufmauerung des Brunnens begonnen. Der Brunnenkranz dient dazu, um zu verhindern, daß sich, beim Senken des Brunnens, von den unteren Schichten einzelne Steine des Mauer-

werks loslösen. Zuweilen, bei schwierigem Terrain, oder bei weiten Brunnenkesseln, wird in etwa 1<sup>m</sup> Höhe über dem untern Brunnenkranz ein zweiter eingelegt, und werden beide durch starke Schraubenbolzen mit einander verbunden (Fig. 168); daß auf diese Weise der untere Theil des Brunnens zu einem in sich fest geschlossenen Ganzen wird, ist einleuchtend,

Fig. 168.



jedoch ist diese Vorsichtsmaßregel nur in seltneren Fällen geboten. Die Aufmauerung des Brunnenkessels geschieht am besten und bequemsten durch keilförmig gestaltete Brunnenziegel, Fig. 169, und in Cement-

Fig. 169.



mörtel. Nachdem der Brunnenkessel 2,5 bis 3<sup>m</sup> hoch aufgemauert ist, kommt es darauf an, ihn zu senken; dies geschieht indem der Boden unterhalb des Brunnens vorsichtig beseitigt, und der Brunnen selbst allmählig beschwert wird. Das Beseitigen des Bodens unter dem gemauerten Brunnenkessel erfolgt, so lange man noch im Trocknen arbeitet, indem derselbe vorsichtig mit Schaufel und Hacke losgelöst, und die lose Erde heraufgeschafft wird; sobald hingegen die Arbeit unter dem Niveau des Grundwassers weiter geführt werden muß, bedient man sich dazu des Sackbohrers, Fig. 170. Derselbe besteht aus einem 1 bis

1 1/4<sup>m</sup> langen eisernen Gestell, welches seitwärts mit einem eisernen Bügel versehen ist, und unterhalb desselben mit einem langen eisernen Dorn endigt. An dem Bügel ist ein leinener Sack befestigt; das eiserne Gestell endigt oberhalb mit einer Hülse, mittelst deren es an einer hölzernen Stange befestigt ist. Die Länge dieser Stange richtet sich nach der Tiefe, in welcher mit dem Sackbohrer gearbeitet wird, und erhält sie bei 5 bis 6<sup>m</sup> Länge einen Durchmesser von 10 bis 13<sup>cm</sup>, bei größerer Länge auch eine entsprechend größere Dicke. Die Arbeit mit dem Sackbohrer geschieht, indem am obern Theile der hölzernen Stange mit Stricken ein Hebel befestigt wird. Der Bohrer wird auf den Grund herabgelassen, und 2 bis 3 Arbeiter bewirken einerseits durch möglichst starken Druck auf den Hebel ein Eindringen des Bohrers in den Erdboden, andererseits drehen sie mittelst des Hebels den Bohrer so, daß der eiserne Bügel die Erde löst, welche nun in den Sack hineinfällt. Damit das Lösen der Erde durch den Bügel um so leichter erfolgt, ist ein Theil desselben auf der äußern Seite als scharfe Schneide gestaltet. Zur besseren Handhabung des Sackbohrers sowohl, als auch zu anderen Zwecken, ist über der Baugrube nach Fig. 166 ein hohes Bockgestell aufgerichtet, welches aus 3 starken Stangen besteht; diese sind oberhalb durch einen Strick zusammen gehalten, und befindet sich dort zugleich eine frei herabhängende, in einem Bügel mit Zapfen lagernde und drehbare Rolle. Durch einen über diese Rolle geführten Strick, welcher unterhalb an dem Sackbohrer befestigt ist, kann letzterer gehoben und gesenkt, die in den Sack

Fig. 170.



eingedrungene Erde also beseitigt werden. Das Bockgerüst nebst Rolle und Seil dient außerdem noch dazu, um später bei Aufmauerung des Brunnenkessels die dazu erforderlichen Materialien in die Baugrube hinab zu lassen, und um das Heraufwinden und Hinablassen der Lasten leichter zu bewerkstelligen, wird der Strick über eine an zwei Ständern des Bockgerüsts befestigte Trommel geführt, welche durch ein Paar Kurbeln oder Haspeln in Bewegung gesetzt werden kann.

Mit dem Beseitigen des Bodens unterhalb des Brunnens muß gleichzeitig ein Belasten des gemauerten Kessels erfolgen, und geschieht dies entweder nach Fig. 165, durch darauf gestellte Tonnen, in welche die zu Tage geförderte Erde hineingeschüttet wird, oder nach Fig. 166 durch Eisenbarren, Eisenbahnschienen zc., welche gleichmäßig über einander geschichtet werden; zuweilen auch dadurch, daß auf den Brunnenkessel ein Schwellwerk, mit Brettern darüber, gelegt wird, und auf diese Mauerziegel zc. aufgestapelt werden. Dabei wird ein allmähliges Tiefer-sinken des gemauerten Kessels erfolgen, und ist hierbei nur sorgfältig darauf zu achten, daß das Sinken in genau lothrechter Richtung erfolgt, dem entsprechend also die Belastung so aufgelegt werden muß, daß stets nach allen Seiten hin Gleichgewicht vorhanden ist, und nicht eine Seite mehr belastet sei, als die entgegengesetzte. Um das lothrechte Senken zu controlliren, muß der Brunnen wiederholentlich abgelothet

Fig. 171.



werden; ein geringes Abweichen von der Verticale kann leicht eintreten, doch ist ein solches, rechtzeitig bemerkt, durch eine richtige Belastung und Untergrabung leicht zu reguliren.

Ist der Brunnen  $1\frac{1}{2}$ — $2^m$  aufgeführt, so wird das Mauerwerk nach Fig. 172 mit dünnen Brettern c und einem Tane d geschieht (wie solches auch im Grundrisse in Fig. 172 zu bemerken ist), um bei dem Senken, wenn solches, wie es öfter der Fall ist, nicht in ganz senkrecht

ter Richtung von Statten geht, das Verschieben und Auseinanderdrängen der Steine zu vermeiden. Nunmehr wird das Wasser, welches sich im Brunnen gesammelt hat, ausgeschöpft und mit dem Senken der Anfang gemacht. Das unter dem Kranze vorhandene Erdreich wird nach Erforderniß mit einer Hacke oder mit einem Stoßeisen, wie es die Brunnenmacher gebrauchen, losgestoßen, oder mit einem Spaten innerhalb des Umkreises des Kranzes 30 – 50<sup>zm</sup> tief ausgegraben und herausgeschafft, wobei der Brunnen durch seine Schwere sinkt. Auf diese Art fährt man mit dem Senken (wozu man bei Wasserandrang den Sackbohrer benutzt) so lange fort, bis der Kranz den festen Boden erreicht hat. Hierbei ist aber zu bemerken, daß, wenn der geschiente obere Theil so weit hinunter gekommen ist, daß er vom Erdreich umschlossen wird, die Schienen abgenommen, und wieder um den höher gemauerten Theil des Brunnens angelegt werden. Wenn der Brunnen den festen Boden erreicht hat, so wird ein auf 2 Latten genagelter runder Boden von 3<sup>zm</sup> starken Brettern, Fig. 173f, in denselben hinunter

Fig. 172.

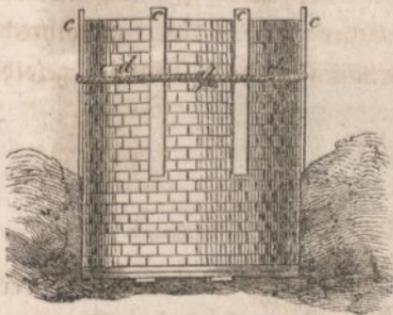


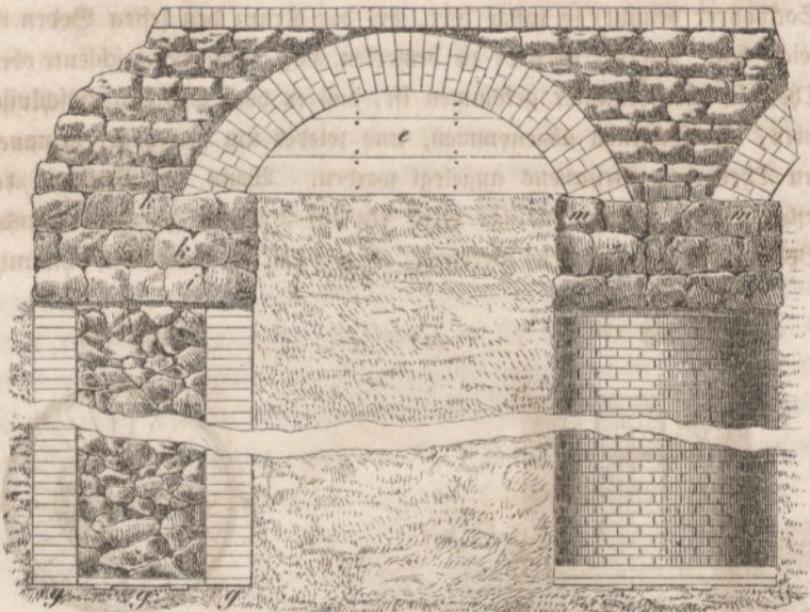
Fig. 173.



gelassen, und mit einigen großen Steinen beschwert, damit ihn das Wasser nicht wieder in die Höhe heben kann, und dann werden einige Karren feiner Kalk und Mauerschutt darauf geworfen. Dieser feine Schutt wird sich durch die Oeffnungen des Bodens drängen, und wie in Fig. 174 bei gg zu sehen, alle vorhandenen Zwischenräume ausfüllen, nachdem wiederum einige Karren Mörtel und einige Karren Steine hineingeworfen worden. Die Steine müssen aber nicht zu groß

sein, weil sonst Zwischenräume entstehen, und das Ganze nicht die gehörige Festigkeit erhalten würde; anderen Falls wenn man größere Steine versenkt, müssen dieselben lagerhaft sein und ihre Zwischenräume mit kleineren Steinen ausgefüllt und mit Rüststangen festgestampft werden. Sobald auf diese Art der Brunnen ausgefüllt ist und man über dem Grundwasser bequem arbeiten kann, wird der Brunnen ordentlich ausgemauert (so daß die letzte Lage wie bei Fig. 174 i einige  $z^m$  über

Fig. 174.



der Brunneneinfassung erhoben bleibt, um für das Zusammensetzen der Ausfüllung einigen Spielraum zu lassen); dann wird der Brunnenpfeiler ungefähr  $50z^m$  hoch, nach dem Profil Fig. 174 i und dem Grundrisse Fig. 175, übermauert. Auf dieser Lage wird das Mauerwerk eingezogen, und die Pfeiler werden als Fundamente zu den Bögen  $50 - 70z^m$  hoch aufgeführt und abgeglichen. Nunmehr werden die Lehrbögen e (Fig. 174 und 176) auf die Ecken der Pfeiler (Fig. 174) bei m aufgestellt, und, wie es sich von selbst versteht, wieder weggenommen, nachdem man die Bögen nn zugewölbt hat, auf welchen später das

Fundament zu dem erbauenden Gebäude aufgeführt wird. Die Stärke der Bögen richtet sich nach der zu tragenden Last, so wie hiernach auch die Weite der Brunnenkessel im Lichten. Die Entfernung der letztern

Fig. 175.

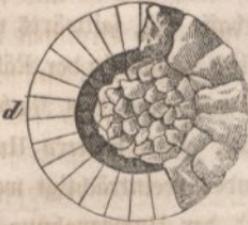
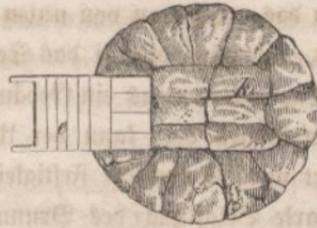
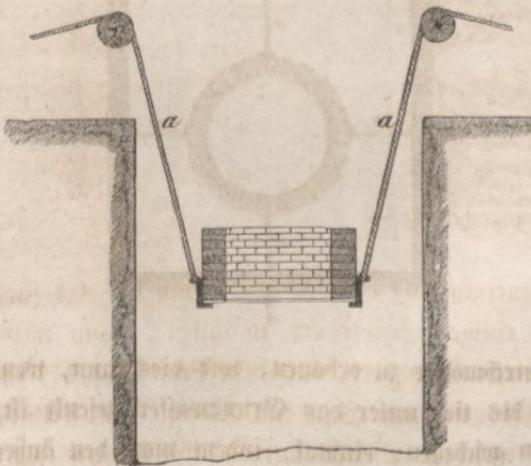


Fig. 176.



wird wieder nach dem Zweck des zu errichtenden Gebäudes bestimmt; doch werden sie gemeiniglich unter die Pfeiler oder Schäfte des Gebäudes, wie der Grundriß Fig. 178 zeigt, angeordnet; auch ist es gut, bei freistehenden Gebäuden außerhalb der Ecken, Brunnen, wie eben dieser Grundriß zeigt, und Strebebögen darauf anzubringen.

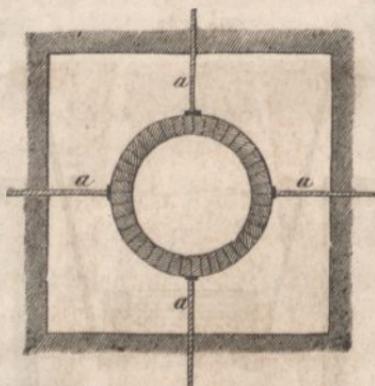
Fig. 177.



Das Senken der Brunnen geht unter gewöhnlichen Verhältnissen, bei günstiger Beschaffenheit der zu durchdringenden Schichten, und wenn die Arbeit von geübten Brunnenbauern gehandhabt wird, ohne Schwierigkeit von Statten. Meistentheils genügt schon eine geringe Belastung,

um den Brunnen, nachdem der Boden unterhalb beseitigt ist, zum Sinken zu bringen. Es treten indessen nicht selten Verhältnisse ein, die, nachdem der Brunnen eine gewisse Tiefe erreicht hat, eine Weiter-senkung erschweren, ja unmöglich machen. Namentlich sind die Schwierig-keiten dann erheblich, wenn man auf Triebſand-Schichten geräth, bei welchen das, was man von unten her fortgeſchafft hat, ſeitwärts wieder zuſießt, und wird hierbei das Senken bedenklich, ſobald in der Nähe des zu ſenkenden Brunnens ein Gebäude ſteht. Denn durch das Nachſinken von den Seiten her, kann der Untergrund auf einen weitem Umkreis gelockert und dadurch die Feſtigkeit des Gebäudes beeinträchtigt werden; eine ſtarke Be-laſtung des Brunnens während der Untergrabung iſt in ſolchem Falle das beſte Auskunſtmittel. — Iſt der geſenkte Brunnen-keſſel von hinreichender Weite, ſo wird es, wenn der Fall eintritt, daß ein Tieferſinken auf unüberwindliche Hinderniſſe ſtößt, bisweilen am geeig-netſten ſein, innerhalb dieſes Brunnenkeſſels einen zweiten von

Fig. 178.

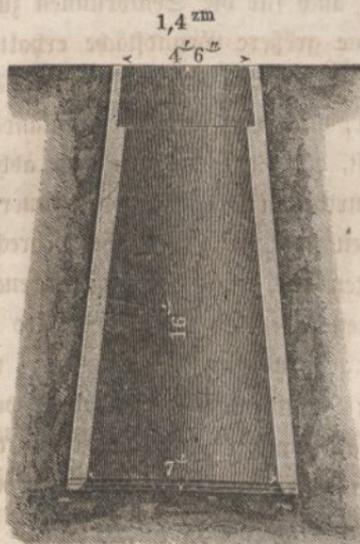


geringerem Durchmesser zu erbauen, und dies kann, wenn der äußere Mantel ſchon bis tief unter das Grundwaſſer geſenkt iſt, auf 2 verſchiedene Arten geſchehen: einmal, indem man den äußern Keſſel bis zum Niveau des Grundwaſſers mit ſcharfem Sand oder Kies füllt, die Aufmauerung des Brunnens auf dieſer Ausfüllung beginnt, und ſodann, Behufs Verſenkung des innern Keſſels, den eingefüllten Sand ꝛc. unter demſelben wieder ausbaggert. Demnächst kann man aber auch den

innern Kessel über Wasser mauern, und alsdann versenken. Es wird zu diesem Zwecke auf ein fest construirtes eisernes Gestell, welches, von starken Tauen festgehalten, innerhalb des bereits gemauerten Kessels frei schwebend hängt, ein Rost von neben einander liegenden Schwellen gelegt, und auf diesen Rost der innere Brunnenkessel aufgemauert, Fig. 178. Jedes der 4 Tawe ist zunächst über eine fest unterstützte Rolle, sodann über die Trommel einer feststehenden Winde geführt, und kann auf diese Weise der gemauerte innere Brunnenkessel allmählig herab gelassen werden. Daß dies in genau lothrechter Richtung geschehen muß, ist selbstverständlich; nachdem der Brunnenkessel so hoch aufgemauert, und zugleich so tief versenkt ist, daß er auf dem Grunde aufsteht, muß das Tiefersinken auf die früher beschriebene Art erfolgen.

Das Versenken der Brunnen geht jedenfalls leichter von Statten, wenn man denselben statt der cylindrischen Form die Form eines abgestumpften nach oben sich verjüngenden Kegels giebt, Fig. 179; denn

Fig. 179.



während bei einer cylindrischen Form des Brunnenkessels die Reibung, welche zwischen der äußern Wandung und dem umgebenden Terrain stattfindet, sehr erheblich ist, wird dieselbe bei einer conischen Form

eine sehr geringe. Man hat die letztere daher, wo die Boden-Verhältnisse das Senken eines cylindrischen Brunnenkessels gar zu sehr erschweren, in einzelnen Fällen angewendet, indessen spricht wohl auch Manches gegen die conische Form, weshalb man dieselbe im Allgemeinen nicht eben vorziehen wird. Abgesehen davon, daß bei einem abgestumpften Kegel das Ablothen, daher auch das vertikale Versenken, schwieriger wird, eine besondere Aufmerksamkeit, auch große Uebung erfordert, werden die conischen Brunnenkessel auch in vielen Fällen theurer, als die cylindrischen. Eine lichte Weite von 1<sup>m</sup> ist bei letzteren das geringste, aber dennoch häufig, bei Senkbrunnen vielleicht das am häufigsten vorkommende Maaß. Dieser Durchmesser würde auch bei conischen Kesseln der geringste für die obere Spitze sein, würde indessen nach unten zu erheblich zunehmen; um so mehr, je größer die Tiefe wird, auf welche der Brunnen gesenkt werden muß. Daß hiermit die Material- und Arbeitskosten erheblich vermehrt werden, ist einleuchtend.

Diese conische Form der Brunnenkessel (abgestumpfte Kegel) empfiehlt sich jedenfalls auch für die Senkbrunnen zu Mauergründungen, da diese alsdann eine größere Grundfläche erhalten. Ob man dabei den ganzen Brunnen oder etwa blos das untere Drittel im Aeußeren schräg aufführen will, wird von örtlichen Umständen (dem Boden und der zu tragenden Last, der Tiefe der Brunnen) abhängen und für jeden einzelnen Fall zu beurtheilen sein. Für den inneren Kessel des Brunnens wird es hingegen zweckmäßig sein, die lothrechte oder schräge Linie durchweg beizubehalten und nicht eine gebrochene Linie anzuwenden. Den lichten Durchmesser der Brunnenkessel wird man für Thürmchen oder dergl. etwa so groß nehmen wie diese sind, und die Mauern des Kessels entweder aus Brunnenkesselsteinen oder, wo man keine hat, ein Stein stark, im Wasser mit hydraulischem Mörtel, darüber mit gewöhnlichem Mörtel aufführen und dann wie früher beschrieben, ausfüllen.

Ist der feste Grund nicht über 2½—4<sup>m</sup> tief zu suchen, auch der Andrang des Wassers nicht bedeutend, so pflegt man statt der Brunnen nur viereckige Pfeiler von gewöhnlichem Ziegelmauerwerk aufzuführen, darüber Bogen zu spannen, wie vorhin, die Bogen oben wagerecht abzugleichen und darauf das Gebäude zu setzen.

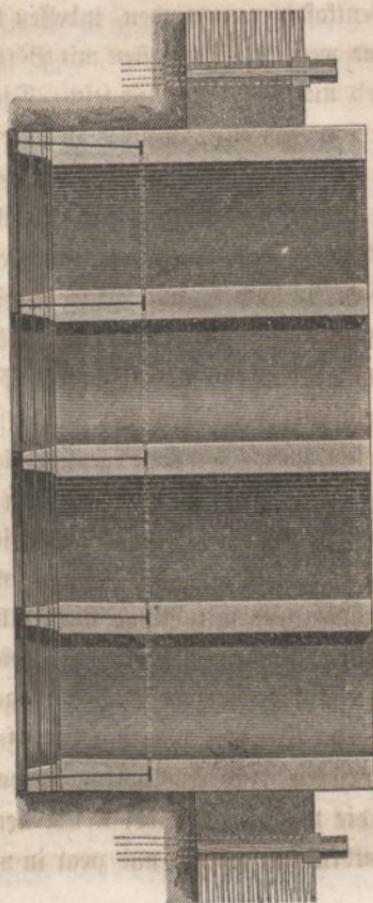
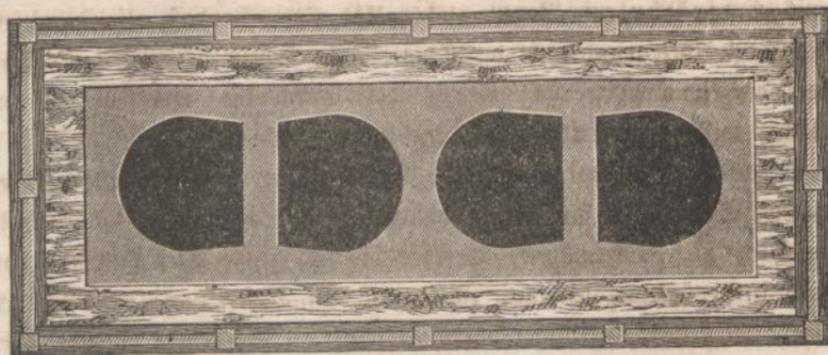
Iſt der Grund zwar tief, aber die Gründungſchicht feſt und wenig Waſſer zu überwältigen, ſo kann man mit großem Nutzen eine ſolche Pfeilerſtellung anwenden, welche oben mit Bogen überwölbt und unten mit umgekehrten Bogen ausgewölbt ſind, ſo daß alſo in dieſem Falle der Untergrund nicht durch die einzeln ſtehenden Flächen der Pfeiler oder Brunnen gedrückt wird, ſondern durch eine fortlaufende Mauerfläche, welches unſtreitig beſſer und ſicherer iſt.

Das Fundamentiren mittelſt Senkbrunnen iſt faſt in allen Fällen anwendbar, wo es ſich darum handelt, den tragfähigen Baugrund in größerer Tiefe aufzuſuchen, überdies bis auf große Tiefen ausführbar, und in genügend zahlreichen Fällen bis auf Tiefen von 18<sup>m</sup> und darüber ausgeführt. Billiger dürfte es ſein, an Stelle der Senkbrunnen hölzerne viereckige Senkfaſten anzuwenden, indeſſen kann bei dem hohen Preiſe des Holzes, und wenn die Senkfaſten mit Bêton ausgefüllt werden müſſen, der Unterſchied nicht ſehr erheblich ſein. Die Senkfaſten werden aus einem Geſchlinge von Schwellen, welches zu unterſt liegt, 4 Eckſtielen darüber, und einem zweiten Geſchlinge, welches die Eckſtiele oberhalb verbindet, conſtruirt; dieſe Hölzer werden durch Winkleiſen und Bolzen feſt mit einander verbunden, das Ganze wird auf der äußern Seite mit 5 — 8<sup>m</sup> ſtarken Bohlen umkleidet, und geſchieht die Verſenkung eines ſolchen Geſtelles ganz in der bei den Senkbrunnen beſchriebenen Weiſe: durch eine Beſeitigung des Bodens unterhalb der Senkfaſten, und durch eine gleichmäßige Beſtattung von oben her. Die Höhe eines ſolchen Kaſtens macht man nicht über 5,5 — 7<sup>m</sup>; genügt dieſelbe indeſſen nicht für die zu erreichende Tiefe, ſo ſetzt man auf den untern Senkfaſten einen zweiten, und kann ſomit ohne beſondere Schwierigkeiten die Senkfaſten bis zu einer Tiefe von 12,5 — 14<sup>m</sup> anwenden. Sie werden bis zum Niveau des Grundwaſſers mit Bêton ausgefüllt, darüber ausgemauert und ſodann durch Gurtbogen verbunden, wie die Brunnen.

Eine ſinnreiche und auf großartige Maaße ausgebehnte Anwendung der Senkbrunnen iſt beim Bau der rechten Ober-Ufer-Bahn, und zwar beim Bau der Oberbrücken zur Ausführung gekommen. Bei dieſen Brücken ſind nemlich die maſſiven Pfeiler, welche den eiſernen Oberbau tragen, als große Senkbrunnen gebaut, und zwar in verſchiedenen Weiſen.

Einzelne Strompfeiler sind, nach Fig. 180 und 181, so gebaut, daß jeder Pfeiler von ca. 12,5<sup>m</sup> Länge und 4<sup>m</sup> Breite einen großen Senk-

Fig. 180.

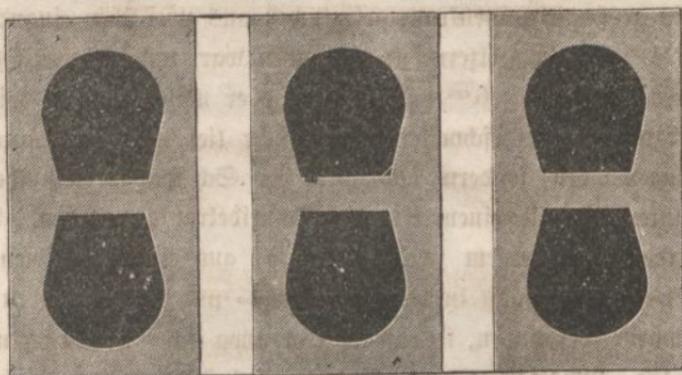


brunnen bildet, der durch 3 Querswände in 4 zusammenhängende Abtheilungen getheilt ist. Um den mächtigen Brunnen mitten im Strome, ohne Anwendung von Fangedämmen und Pumpen senken zu können, ist zunächst die Baugrube rings umher mit Spundwänden eingeschlossen, so daß zwischen den letzteren und dem später auszuführenden Mauerwerk ein Spielraum von 0,6—1<sup>m</sup> verblieben ist. Demnächst ist der Raum zwischen den Spundwänden mit Kies ausgefüllt, und zwar bis über das Niveau des derzeitigen Wasserstandes, und auf dieser Ausfüllung ist der Bau des Brunnens begonnen. Es wurde auf den Kies zuerst ein großer Brunnenkranz gelegt, der aus zwei über einander liegenden 24<sup>zm</sup> starken Hölzern fest verbunden war, und auf der Oberseite eine Breite von 40—46<sup>zm</sup> hatte, während er nach unten zu, wie jeder andere Brunnenkranz, schmaler wurde. Er lief nicht nur unter den Umfassungswänden, sondern auch unter den Scheidewänden umher, und wurde unterhalb mit einem eisernen Schneidekranze versehen. Außerdem wurde er mit einem zweiten Kranze, aus eisernen Schienen bestehend, welcher ebenfalls in den Umfassungs- und Scheidewänden durchgeführt wurde, verbunden, so daß letzterer etwa 2,5<sup>m</sup> über dem unteren Kranze lag, und geschah die Verbindung beider Kränze durch starke eiserne Schraubenbolzen, welche in den Umfassungswänden mit Dossirung nach Außen hin aufgestellt waren. Sodann wurde auf dem untern Kranze die Aufmauerung des ganzen Brunnens begonnen, und mittelst Austragung so weiter geführt, daß sämtliche Wände an den schwächsten Stellen 60<sup>zm</sup> stark wurden, daß ferner die Grundrißform des ganzen Brunnens im Außern die rechteckige Form behielt, während nach Fig. 179 im Innern die Ecken ausgerundet wurden. Dieselben bilden dadurch eine sehr compacte Verankerung, und erhalten die lichten Oeffnungen jeder einzelnen Abtheilung ungefähr die Grundrißform, welche man den Backöfen giebt. Nachdem die Aufmauerung bis zu einer gewissen Höhe gediehen war, erfolgte die Versenkung, und zwar ganz in der Weise, wie wir sie bei den Senkbrunnen kennen gelernt haben, indem in allen vier Abtheilungen gleichzeitig der Boden unter dem Brunnen mittelst Sackbohrern ausgegraben, und der ganze Brunnen durch Eisenbahnschienen oder Steine gleichmäßig beschwert wurde. In der

Ausführung aller weiteren Arbeiten ist keine Abweichung von dem schon früher bei den Senkbrunnen Beschriebenen.

Andere Pfeiler wurden so gesenkt, daß sie in einzelne gesonderte Brunnen zerfielen, so daß zwischen je 2 Brunnen ein Zwischenraum von etwa 1 m verblieb und bestehen z. B. die breiteren Landpfeiler nach Fig. 182 aus je 3 Brunnen, von denen jeder durch eine Querwand in 2 Abtheilungen getheilt ist. Die Senkung jedes dieser Brunnen ist

Fig. 182.



ganz in derselben Weise gehandhabt, wie sie vorher bei dem aus 4 Abtheilungen bestehenden Brunnen erwähnt ist, und wurden, nachdem die Senkung bis zur erforderlichen Tiefe erfolgt war, die 3 zu einem Brückenpfeiler gehörigen Brunnen durch Gurthögen verbunden, über welchen das eigentliche Fundament für den eisernen Oberbau gemauert wurde. Es ist nur noch hinzuzufügen, daß hier wie in den Strompfeilern die einzelnen Abtheilungen, nachdem die Senkung beendet war, mit Bétou ausgefüllt wurden.

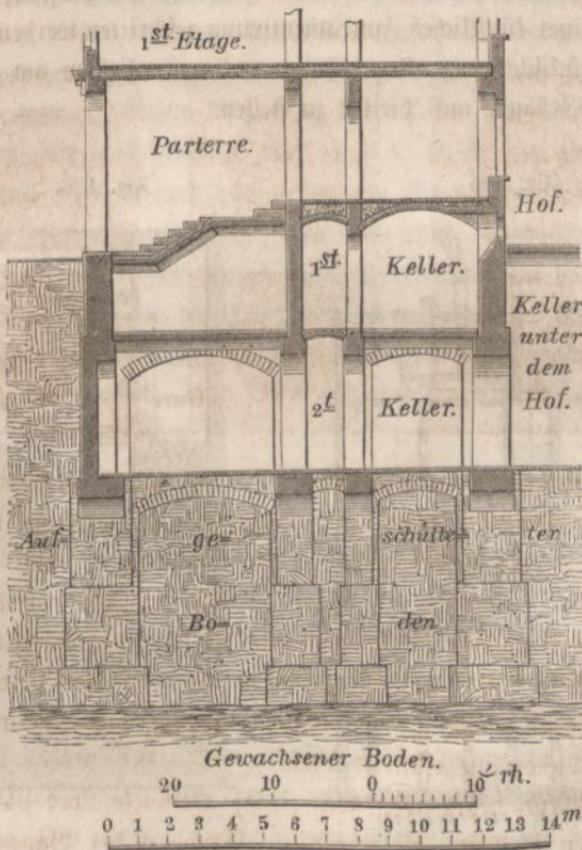
Nachstehend geben wir noch einige Beispiele über die Gründung auf massiven Pfeilern, die wir dem „Handbuch der Bauconstructionslehre von Wanderley“ entnehmen.

In Stettin in der Neustadt wurde nachfolgende Fundirung ausgeführt.

Bei der vorläufigen Untersuchung des Baugrundes stellte sich an einer Seite des Bauplatzes eine Tiefe bis auf den festen Baugrund

von 7,8—9,4<sup>m</sup> heraus, und schien deshalb eine Ausgrabung von ca. 6,3<sup>m</sup> Tiefe der ganzen Baustelle genügend, um die nöthigen Fundamentgräben auszuwerfen; bei dem scheinbar abgelagerten Baugrunde würde bei halber Böschung auf der einen Seite des Bauplatzes ein nachbarliches Gebäude unberührt geblieben sein, da es ca. 2,82<sup>m</sup> von dem neu zu errichtenden Gebäude absteht.

Fig. 183.



Nach Ausgrabung dieser 6,27<sup>m</sup> tiefen Erdmasse und fernerer Untersuchung stellte sich indessen heraus, daß der angenommene feste Baugrund nur auf einem kleinen Ecktheil gefunden und die Seiten-Böschungen des früheren alten Stadthauptgrabens bildete, und daß der ganze

übrige Baugrund erst in einer Tiefe von ca. 12,5—13,8<sup>m</sup> vom Straßenpflaster abgerechnet, mitten in dem alten Stadthauptgraben lag. Der ausgefüllte Boden bestand aus abwechselnden Schichten von losem Sand, Schutt und Erde, war also zum Bauen nicht geeignet.

Da eine durchschnittliche Ausgrabung des ganzen Planums bis auf den festen Boden nicht thunlich war, einestheils, weil dadurch die eine ganze Straße zerstört worden wäre, andernteils, weil den danebenstehenden Gebäuden bei weiterer Ausgrabung der Einsturz drohte, so mußte zu einer künstlichen Fundamentirung geschritten werden, und schien es mit Berücksichtigung aller bestehenden Eventualitäten am geeignetsten, das ganze Gebäude auf Pfeiler zu stellen.

Fig. 185

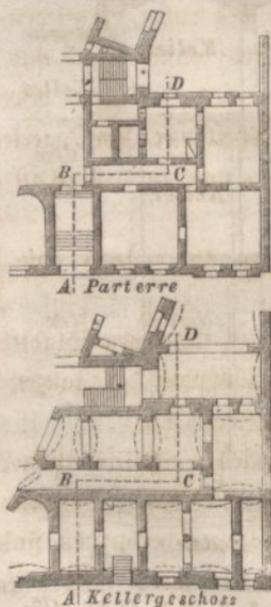
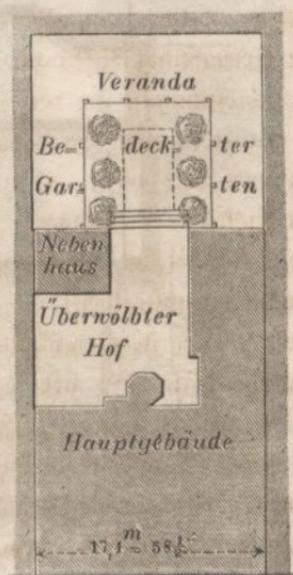


Fig. 186.



Die Herstellung der Pfeiler geschah nach dem oben angegebenen üblichen Verfahren.

Die Stellung der einzelnen Pfeiler wurde nach den Grundrissen durch die Lage der oberen Räumlichkeiten bedingt, und waren zum ganzen Gebäude 46 Stück erforderlich.

Nachdem sämtliche Pfeiler bis zur Höhe (von ca. 6,27<sup>m</sup>) der Sohle des ausgegrabenen Planums aufgeführt waren, wurden dieselben (Fig. 183) durch genügend starke Mauerbögen, nach Lage der oberen Wände, mit einander verbunden, wo es nöthig schien, mit eisernen Anfern verstärkt und dann mit dem Oberbau in gewöhnlicher Art fortgeführt.

In Fig. 185 sind die beiden Grundrisse des Parterres und des Kellers gegeben. Theils um zu vermeiden, daß die Pflasterungen in den Kellern sich senken möchten, theils auch, um den einmal durch die herausgehobene Erde gewonnenen Raum bis zu 6,27<sup>m</sup> Tiefe zu benutzen, schien es zweckmäßig, diesen Raum zu überwölben und dadurch einen zweiten Keller (Fig. 183 Schnitt nach A. B. C. D. in Fig. 185) herzustellen, wodurch zugleich auch das befürchtete Senken des Pflasters im oberen Keller, welches nunmehr auf Gewölben ruhte, vermieden wurde.

Die Erleuchtung dieses zweiten Kellers konnte jedoch nur sparsam mittels Lichtöffnungen in der Oberfläche des Hofkellers bewerkstelligt werden, genügt indessen, da der größere Theil nur zum Lagerkeller und für Holz und Torf dient. Ein Theil des unteren Kellers ist größtentheils zu Eiskeller eingerichtet.

Schließlich sei im Nachfolgenden (Fig. 186—188) eine ähnliche Pfeilerfundirung mitgetheilt.

Das Gebäude steht ebenfalls in Stettin im neuen Stadttheile am Victoriaplatz. Fig. 186 giebt den Situationsplan der ganzen Anlage, wodurch die andern Figuren verständlicher werden.

Im neuen Stadttheile in Stettin kommen so eigenthümliche Terrainformationen vor, daß die Gründungen der Gebäude daselbst in der Regel mit Schwierigkeiten, resp. großen Kosten verbunden sind. Das hier mitgetheilte Gebäude steht ebenso, wie das zuletzt beschriebene, über einem vor ca. 100 Jahren zugeschütteten Festungsgraben, so daß ein Herabgehen der Fundamente bis zu einer Tiefe von 12,5<sup>m</sup> nöthig wurde und die Fundamentirung in der oben mitgetheilten Weise erfolgte.

Es beträgt die Tiefe von dem Straßenspflaster bis zum natürlichen festen Baugrunde 12,5<sup>m</sup>, jedoch beginnt der aufgeschüttete Boden, vom Straßenspflaster an gerechnet, erst in einer Tiefe von ca. 6,27<sup>m</sup>,

so daß das aufgeschüttete Erdreich eine Mächtigkeit von ca. 6,27<sup>m</sup> besitzt (Fig. 188 und 189).

Fig 187.

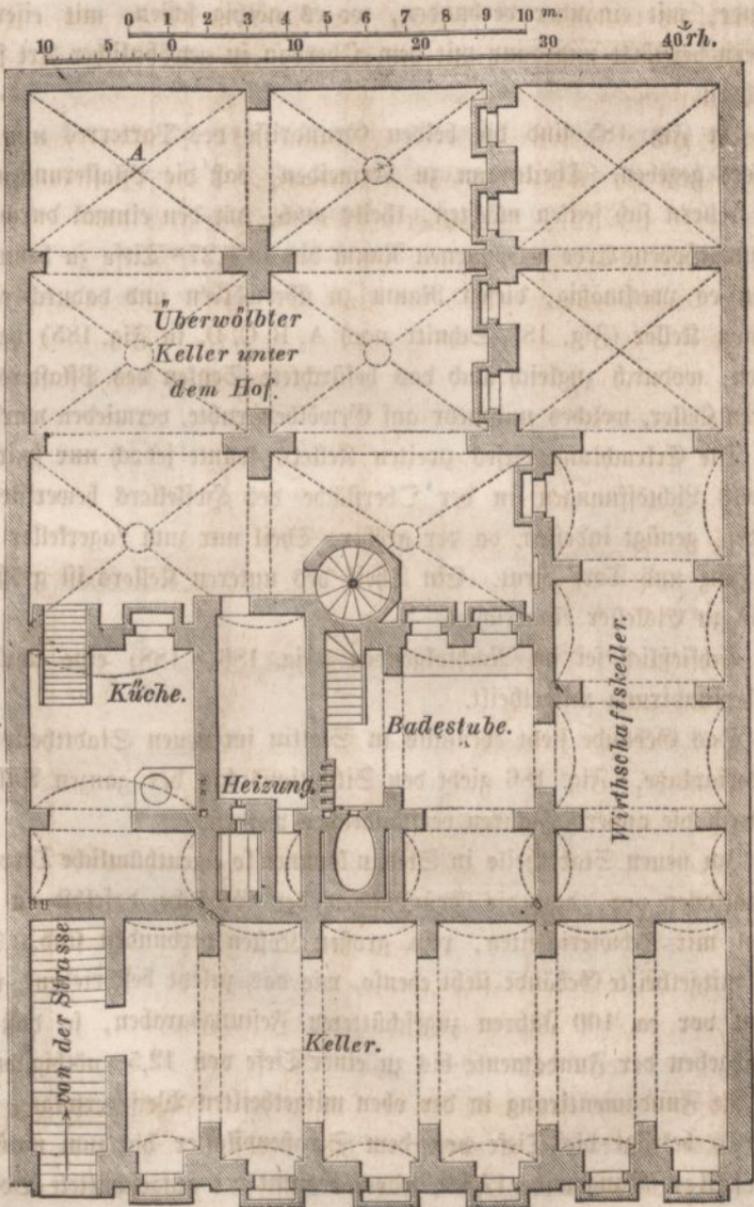
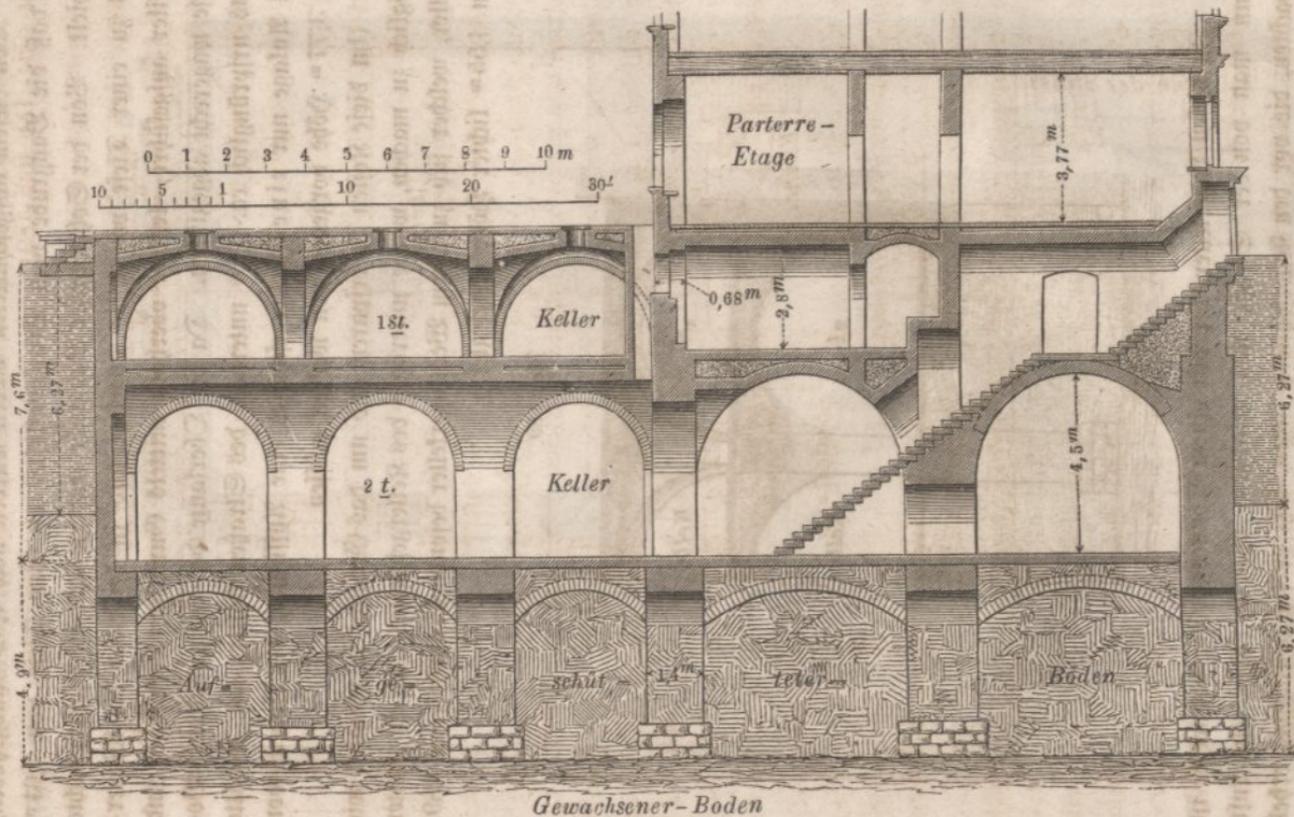


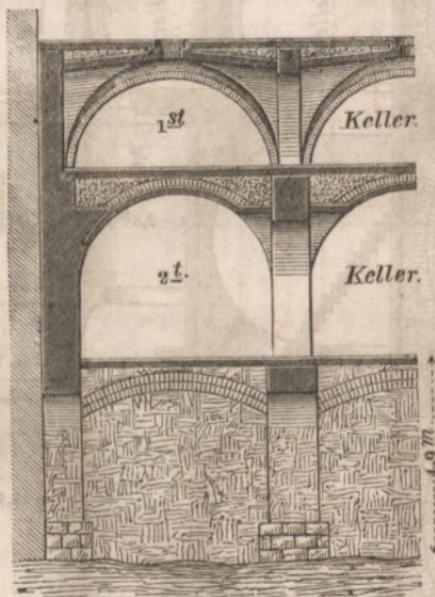
Fig. 188.



Von diesem aufgeschütteten Boden wurden noch  $1,32^m$  ausgehoben, so daß die Baugrube vom Straßenpflaster an eine Tiefe von  $7,61^m$  erhielt. Von der Sohle dieser Baugrube wurden nun die Pfeilerschachte bis zu einer Tiefe von  $4,94^m$  angelegt und in denselben die Mauerpfeiler aufgeführt, letztere oberhalb mittels Gurtbögen verbunden und diese wagerecht abgeglichen. Da die Oberkante des aufgeschütteten Bodens ursprünglich ca.  $6,5^m$  unterhalb des Straßenpflasters lag, so hätte bei Anlage nur eines Kellergeschosses eine Auffüllung des Bodens von ca.  $3,77^m$  Höhe vorgenommen werden müssen.

Um diese Kosten zu ersparen und um das Gebäude so rentabel wie möglich zu machen, wurde unterhalb des Kellergeschosses noch ein zweiter Keller, welcher sich zu einem Weinlagerkeller besonders eignet, (Fig. 189) von  $4,55^m$  lichter Höhe angelegt.

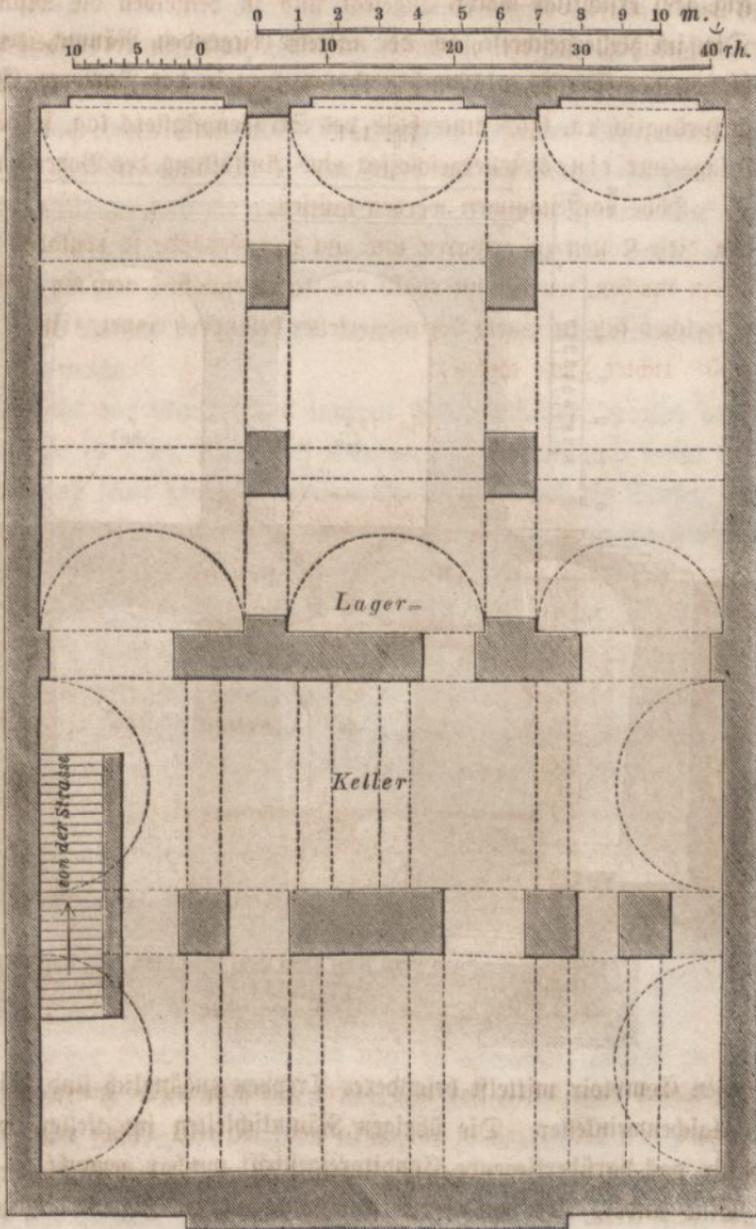
Fig. 189.



In diesen Lagerkeller, der mit einem Tonnengewölbe überwölbt ist, kann man von der Straße aus gelangen; mittelst Licht- resp. Luftschächten, die vor den Kellersfenstern liegen, läßt er sich vollständig erhel-  
len und ventiliren.

Die Anordnung der Tonnengewölbe ist im Grundrisse und in (Fig. 187—190) ersichtlich.

Fig. 190.

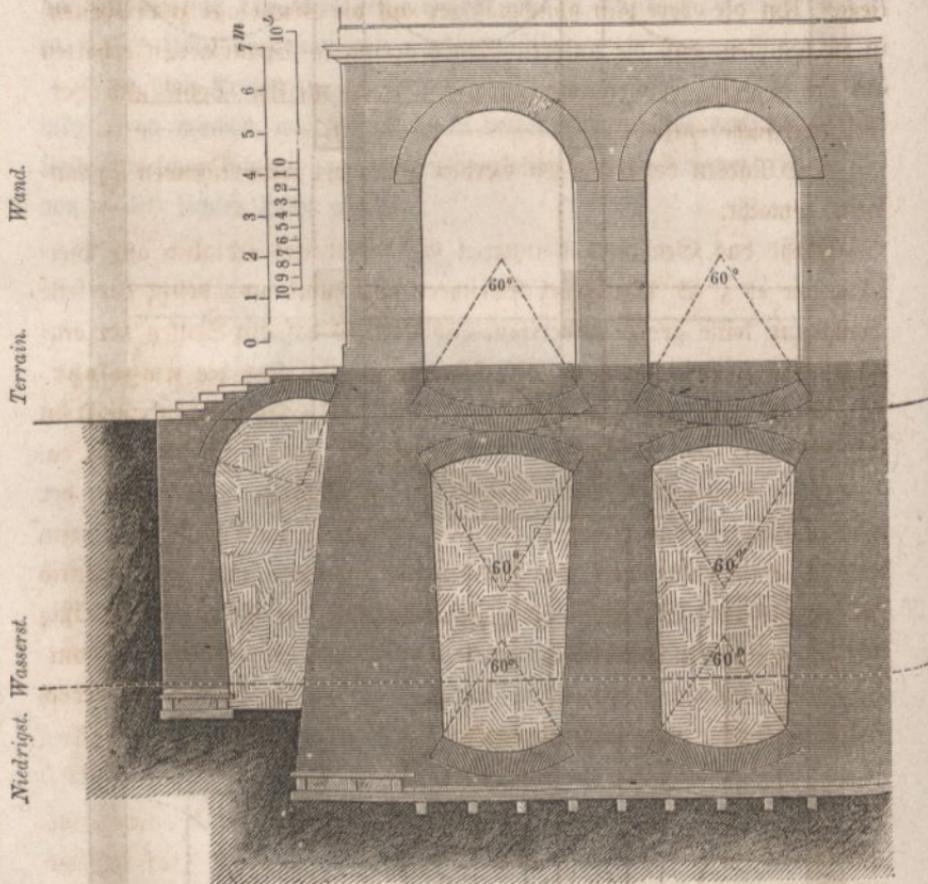


Ueber dem Lagerbierkeller befindet sich der gewöhnliche Hauskeller, derselbe ist auch noch unter dem Hofe mittelst Kreuzgewölben fortgesetzt.

Ueber dem überwölbten Theile des Hofes (A) steht das Nebenhaus, wie Fig. 186 ersichtlich macht.

Die im Kellergeschosse an der Straße liegenden Räume, welche sowohl von der Straße, als auch noch von dem in der Parterre-Etage

Fig. 191.



liegenden Comptoir mittelst besonderer Treppen zugänglich sind, dienen als Flaschenweinkeller. Die übrigen Räumlichkeiten im Kellergeschosse sind für das darüberliegende Conditoreigeschäft nutzbar gemacht.

Eine andere Art von Pfeilerfundirung ist in Fig. 191 gegeben.

Dieselbe kommt besonders dann zur Anwendung, wenn die obere Mauer von großen Oeffnungen durchbrochen ist, z. B. von Schaufensteröffnungen, und außerdem noch wenn im Grunde keine Keller angelegt werden sollen. Die tiefgehenden Fundamentmauern werden, den oberen Oeffnungen entsprechend, mit Bogenstellungen durchbrochen, um an Baumaterial zu sparen. Bei Fig. 191 ist angenommen, daß das ganze Gebäude auf einem Schwellrost (Beschreibung desselben siehe weiter unten) liege. Um die obere Last gleichmäßiger auf die Grundlage zu vertheilen, ist zu beachten, daß die unteren Bogen geringere Spannweiten erhalten als die oberen, wodurch eine möglichst große massive Sohle und Vertheilungsfläche entsteht.

Die Radien der Erdbögen werden gleich der entsprechenden Spannweite gemacht.

Ruht das Gewicht des inneren Gebäudetheiles lediglich auf Pfeilern, wie es z. B. häufig bei Speichern vorkommt, und besitzt der feste Baugrund keine große Widerstandsfähigkeit, so daß ein Senken der einzelnen Pfeilerfundamente zu befürchten steht, dann sind die umgekehrten Erdbögen sehr zu empfehlen (Fig. 192). Es werden zuerst in der Richtung der Pfeiler auf den tragbaren Boden die Bankets ca.  $1 - 1\frac{1}{4}^m$  hoch gesetzt, dan hierauf die umgekehrten Erdbögen in der Weise gemauert, daß die Bogenkämpfer den Pfeilern als Auflager dienen, und schließlich füllt man die sämtlichen Zwischenräume aus. Durch die umgekehrten Erdbögen wird die Belastung der Pfeiler gleichmäßig auf die ganze Fundamentfläche vertheilt. Zu den Bögen können sämtliche Bogenformen Verwendung finden, am zweckmäßigsten sind jedoch halbkreisförmige und Segmentbögen.

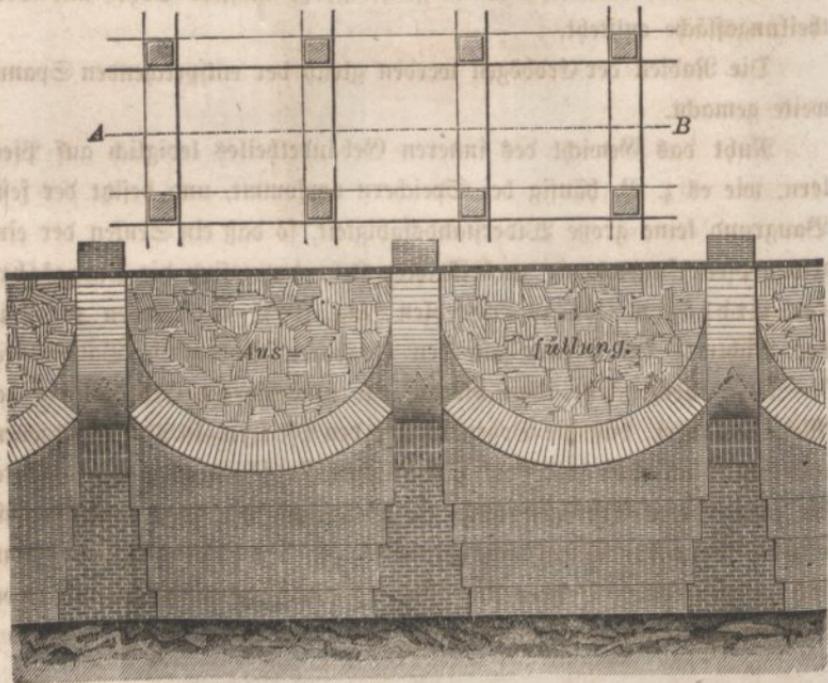
## § 12.

### Die Koste.

Ist der Grund und Boden nicht so beschaffen, daß er an und für sich fähig ist, der Last eines darüber zu errichtenden Gebäudes hinreichenden Widerstand entgegen zu setzen, so bedient man sich der Koste, um durch dieselben entweder den Boden tragfähig zu machen, oder die Last des Bauwerks auf tiefer liegende tragfähige Schichten zu übertragen.

Die Koste sind also in jedem Falle dazu bestimmt, das Bauwerk unmittelbar zu tragen, und ist daher eine lange Dauer erste Bedingung für dieselben; sie können demnach nur da angewendet werden, wo die Verhältnisse dazu angethan sind, das Holz zu conserviren. Es ist aber nur dann vor Fäulniß bewahrt, wenn es entweder ganz vor Feuchtigkeit geschützt ist, oder wenn es fortwährend unter Wasser liegt, während ein Wechsel von Trockenheit und Nässe am schnellsten ein Faulen des Holzes bewirkt. Koste können daher nur da gebraucht werden, wo sie

Fig. 192.



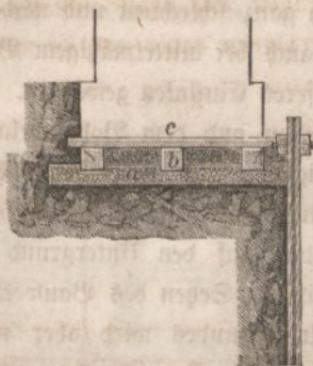
fortwährend unter Wasser liegen; die erste Regel für ihre Anwendung ist also die, daß sie unter den bekannten niedrigsten Wasserspiegel gelegt werden.

Es giebt 2 Arten von Kosten: den liegenden oder Schwellrost und den stehenden oder Pfahlrost.

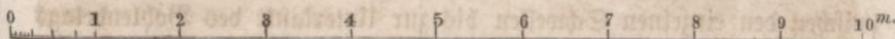
a. Der liegende Rost. Er besteht aus einer Verbindung von Lang und Querschwellen, über welchen ein Bohlen-Beleg

gestreckt wird; auf letzterem unmittelbar wird das Mauerwerk begonnen. Die gewöhnliche Art der Construction ist die, daß man, nachdem der Baugrund auf die erforderliche Tiefe ausgehoben ist, denselben genau horizontal abgleicht, und auf diesen, nach Fig. 193 zunächst die Querschwellen oder Zangen a, in Entfernungen von  $1\frac{1}{4}$  bis  $1\frac{1}{2}$  m von

Fig. 193.



Maßstab zu Fig. 193 — 195.



einander, gelegt; auf diesen werden, in Entfernungen von 0,6 bis  $1$  m auch  $1\frac{1}{4}$  m von einander, die Längsschwellen b aufgekämmt, und zwar so, daß sie mit den Querschwellen um 6 bis  $8$  cm überschritten werden, und auf die Längsschwellen wird mit starken hölzernen Nägeln der Bohlen-Belag c befestigt. Er besteht aus 6— $8$  cm, unter Umständen bis  $16$  cm starken Bohlen; er muß unter allen Umständen im Stande sein, das darüber zu errichtende Bauwerk ohne Durchbiegung tragen zu können, nach der größern oder geringern Last desselben richtet sich daher die Dicke der Bohlen, und nach letzterer zugleich die Entfernung der Längsschwellen von einander. Zu diesen sowie zu den Querschwellen verwendet man gewöhnlich Balken von 24 bis  $30$  cm Stärke, und heißt der Rost alsdann Schwellrost; doch, verwendet man dazu unter Umständen auch Halbhölzer oder starke Bohlen, und heißt der Rost in diesem Falle Bohlenrost. Die Bohlen oder Halbhölzer erhalten eine Stärke von  $13$  cm, müssen möglichst breit sein, und werden auch auf die

breite Seite gelegt. Jedemfalls richtet sich nach der Stärke der Längsschwellen auch die Entfernung der Querschwellen von einander, so daß, bei Verwendung von Halbhölzern oder Bohlen zu den Längsschwellen, die Querschwellen auch höchstens 1<sup>m</sup> (von Mitte zu Mitte) von einander entfernt liegen dürfen.

Es ist, nach der Construction der liegenden Koste, einleuchtend, daß dieselben weder bei ganz schlechtem und nachgiebigem Untergrunde anwendbar sind, noch auch bei mittelmäßigem Baugrunde vollständige Sicherheit gegen ein tieferes Einsinken gewähren. Die Verbindung der Zangen mit den Schwellen und dem Bohlenbelag bietet indessen eine nicht unerhebliche Steifigkeit, und vermehrt daher die Tragfähigkeit eines mittelmäßigen Baugrundes, indem sie zugleich die Last des darüber errichteten Gebäudes auf den Untergrund gleichmäßig vertheilt und zu einem gleichmäßigen Setzen des Bauwerks wesentlich beiträgt. Ein Ausweichen des Untergrundes wird aber noch mehr verhindert, wenn man denselben, bevor die Querschwellen gelegt werden, mit einer Lage von festgestampftem Bauschutt überdeckt, außerdem die Felder zwischen den einzelnen Schwellen bis zur Unterkante des Bohlenbelags ebenfalls mit festgestampftem Bauschutt ausfüllt. Man kann übrigens zu dieser Ausfüllung auch ebensowohl Lehm, Thon oder Sand verwenden; bei Anwendung des Lehmes ist es nothwendig, daß derselbe recht fest eingeschlagen werde, während der Sand, damit sich derselbe zwischen den Schwellen fest ablagert, reichlich mit Wasser übergossen werden muß; die Ausfüllung ist aber nur dann von eigentlichem Nutzen, wenn sie den ganzen Raum bis zur Unterkante des Bohlenbelags einnimmt, so daß letzterer von dem Ausfüllungs-Material mit getragen wird.

Endlich würde auch eine den Kost umgebende Spundwand dazu beitragen, ein Ausweichen des Untergrundes zu erschweren, und andererseits verhindern, daß der Kost unterspült wird, indessen kann die Spundwand beiden Zwecken nur innerhalb gewisser Grenzen dienen, und wird es daher seltener vorkommen, daß der Kost von allen Seiten durch eine Spundwand eingeschlossen ist. Dagegen wird es namentlich in der Nähe eines Wasserlaufes nothwendig, den Kost von dieser Seite her durch eine Spundwand gegen Unterspülen zu sichern, und ist die Lage

der letzteren entweder so zu wählen, daß sowohl die Querschwellen wie der Bohlenbelag bis an die innere Seite der Spundwand heranreichen, wie dies Fig. 193 zeigt, oder auch so, daß die äußere Langschwelle mit der innern Seite der Spundwand bündig liegt.

Die Fig. 194 u. 195 stellen von einem liegenden Koste das Längsprofil und die Ober-Ansicht dar, und sind auch hier die Querschwellen oder Zangen mit *a*, die Langschwellen mit *b*, und der Bohlenbelag mit

Fig. 194.

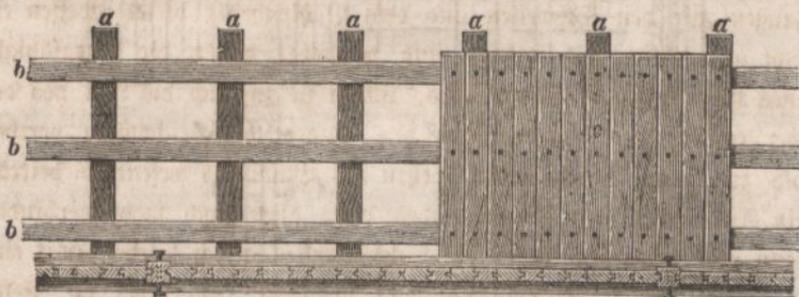
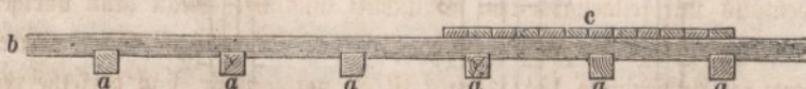


Fig. 195.

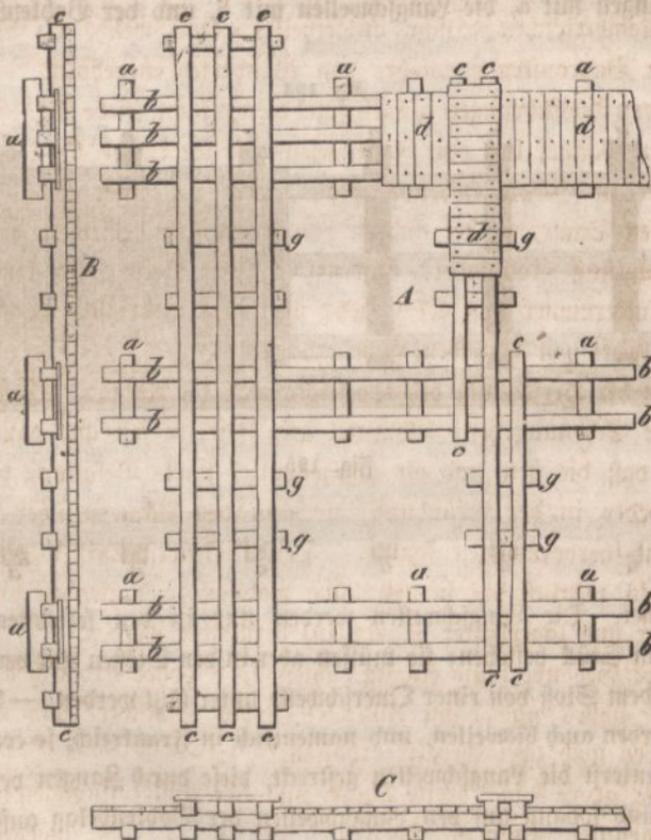


*c* bezeichnet. Die Langschwellen werden nur in den seltensten Fällen aus einem Stück bestehen; sie müssen aber in den Stößen gut verbunden, und in jedem Stoß von einer Querschwelle unterstützt werden. — Liegende Koste werden auch bisweilen, und namentlich in Frankreich, so construirt, daß zu unterst die Langschwellen gestreckt, diese durch Zangen verbunden werden, und sodann auf den Langschwellen der Bohlenbelag aufgenagelt wird, so daß er den Raum zwischen den Zangen ausfüllt. Hierbei treten die Zangen gewöhnlich über den Bohlenbelag hervor, indessen ist dies kein wesentlicher Nachtheil, und wird in der Schichtenlage des Mauerwerks über dem Koste der Höhen-Unterschied mit Leichtigkeit ausgeglichen.

Eine ähnliche Ungleichheit der Höhen in der Oberfläche des Kostes entsteht, wenn derselbe unter Mauern angeordnet wird, die sich unter

einem rechten oder schiefen Winkel schneiden. In diesem Falle werden die Querschwellen der einen Mauer mit den Längsschwellen der andern in gleiche Höhe gelegt, so daß also in dem Kreuzungspuncte die Längsschwellen der einen Mauer zugleich als Querschwellen der andern benutzt werden. Fig. 196 A, B und C zeigt dies in einem Beispiel für

Fig. 196.



die unter rechten Winkeln zusammenstoßenden Wände eines Gebäudes, und giebt A den Grundriß des liegenden Kostes für die Ecke, in welcher 2 Frontwände zusammenstoßen, während von diesen 1 Mittelwand und 2 Querwände abgehen. B und C geben den Längens- und Querschnitt. Entsprechend wird die Anordnung, wenn die Mauern sich, wie in Fig. 196, unter einem stumpfen Winkel treffen, und ist hierüber

nur noch zu erwähnen, daß in solchem Falle die Längschwellen stets parallel den Mauern gehen, unter welchen sie liegen, während die Querschwellen, soweit sich dies thun läßt, rechtwinklig gegen die erstern liegen. Die einzelnen Bohlen des Bohlenbelags müssen so zugeschnitten werden, daß jede derselben über sämtliche Schwellen fortreicht.

Nachdem diese Bemerkungen vorangeschickt worden, lassen wir hier die Kostfundirung des Backhofs in Halle a/Saale (von Baurath Stapel in der Romberg'schen Zeitschr. mitgetheilt) folgen, welche wir dem Handbuch der Bauconstructionslehre von Wanderley entnehmen, da dieselbe bei andern Ausführungen als Beispiel dienen kann, (siehe Fig. 197—199).

Den Backhof ließ eine Actiengesellschaft im Jahre 1834 bauen.

Der zu Gebote stehende Platz wurde an einer Stelle von der schiffbaren Saale, an der andern von einem Arm derselben, der hier in den Hauptfluß einmündet, begrenzt. Diese Seite sollte eine 28,25<sup>m</sup> lange Futtermauer von 4,7<sup>m</sup> Höhe über dem niedrigsten Wasser, jene ein Bollwerk von derselben Höhe erhalten.

Bei der Herstellung des Speichers war die Aufgabe gestellt, unter größter Schonung der Geldmittel und Zeit, so fest und dauerhaft zu bauen, daß die stete und oft ungewöhnlich starke Belastung des Speichers weder in der Gründung, noch in den Mauern über der Erde Nachtheil hervorbringen konnte. Der Kostenersparniß wegen mußten soviel als möglich die in der Nähe wohlfeil zu kaufenden Bruchsteine (Porphyr und lagerhafter Sandstein) verwendet werden.

Das Gebäude sollte ein im Lichten 4,4<sup>m</sup> hohes Erdgeschos, darüber ein 3,4<sup>m</sup> hohes und dann ein 2,5<sup>m</sup> hohes Stockwerk und über dem Dachboden noch zwei Gebälke erhalten.

Vier große 3,14<sup>m</sup> breite Thore, und zwei Windeöffnungen im Dache, sowie darunter in den Stockwerken, sollten in der Front angebracht werden, desgleichen zwei 3,14<sup>m</sup> breite Oeffnungen in der Kellermauer. Da die Hinterfront längs einer Straße lag, so durfte dieselbe weder Thüren noch Fenster, höchstens ganz kleine Luftöffnungen für die Keller, bekommen. Für den gewölbten Keller waren ca. 2,8<sup>m</sup> lichte Höhe bestimmt, und schließlich sollte das Gebäude, trotzdem die Vordermauer durch die vier großen Oeffnungen in der Kellermauer in hohem Grade durch-

brochen wurden, der Ersparniß wegen, sowie um den Verkehr nicht zu hindern, keine Querwände erhalten, so daß die vier Umfassungsmauern einen hohlen Raum bildeten. Es mußte daher um so mehr in der Anordnung der Gründung Alles geschehen, was nützlich sein konnte, um das Gebäude nach Möglichkeit standhaft zu machen, was um so nöthiger war, als die vorhandenen Bruchsteine nur einen sehr mangelhaften Verband geben konnten.

Endlich war festgesetzt, daß der Fußboden des Erdgeschosses sich nur  $0,3^m$  über der Hopfplasterhöhe oder  $8^m$  über dem höchsten bekannten Wasserstand befinden sollte. Die Tiefe des Gebäudes im Aeußern beträgt  $15,7^m$  und die Länge  $45,40^m$ .

Die Bohrversuche hatten nun ergeben, daß ein fester Sandgrund erst in durchschnittlich  $9,40^m$  Tiefe unter dem künftigen Hopfplaster lag, dessen Höhe durch die durchschnittliche Höhe der Oberfläche des Platzes und der an demselben liegenden Straßen, sowie durch die Grenze des höchsten Wasserstandes festgesetzt wurde. Bis zu ca.  $6,6^m$  Tiefe reichte der aufgeschüttete Boden, und darunter liegt etwa  $2,8^m$  hoch auf dem Sande ein fetter Moorboden von ziemlich gleichmäßiger Dichtigkeit.

In einer Tiefe von  $6,42^m$  befand sich der niedrigste bekannte Wasserstand der Saale.

Der aufgeschüttete Boden, meist aus Asche von der Saline bestehend, die seit Jahrhunderten hier nach und nach das hohe Ufer bildete, wurde nun gänzlich ausgegraben, und in  $6,6^m$  Tiefe der moorige Grund wagerecht geebnet, was wegen des allerniedrigsten Wasserstandes der Saale leicht geschehen konnte.

Es ließ sich nun annehmen, daß ein viel niedrigerer Wasserstand wohl nie zu erwarten sei, und daß der Koste, wenn seine Oberfläche  $6,42^m$  tief gelegt wurde, in jedem Falle vor dem Austrocknen und Faulen geschützt lag.

Es mußte aber auch auf die Senkung des Kostes durch die Last des Gebäudes gerechnet werden, und dieses Maß ließ sich allerdings blos durch ungefähre Schätzung feststellen, nämlich im Ganzen  $16^m$ .

Die Kostschweller bestanden aus  $16^m$  starken Hölzern, der Belag

aus ca. 8<sup>zm</sup> starken Bohlen, wonach die ganze Höhe des Rostes excl. Verkämmung 47<sup>zm</sup> betrug.

Es wurden nun die untersten Schwellen in den geebneten Boden versenkt, so daß die Oberkante der Bohlen in 6,28<sup>m</sup> Tiefe zu liegen kam, die sich dann nach vollbrachter Senkung von 16<sup>zm</sup> auf 6,42<sup>m</sup> stel-

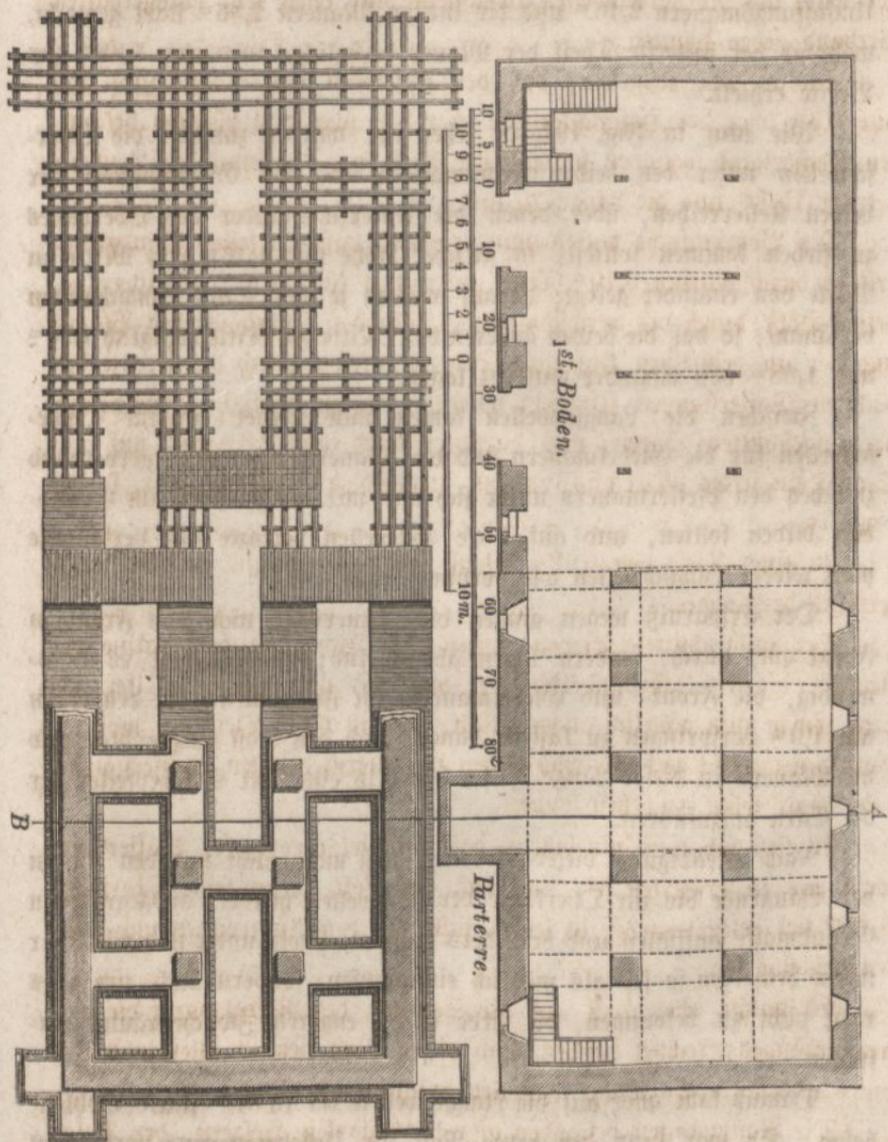


Fig. 197 u. 198.

len mußte. Daß hierbei in der morastigen Grundgrube nicht alles auf die Genauigkeit einiger Centimeter ausgeführt werden konnte, versteht sich von selbst.

Da eine große Verbreiterung des Kostes und des darauf liegenden Mauerwerks von besonderer Wichtigkeit war, so wurden im Banket die Umfassungsmauern 2,46<sup>m</sup> und die innern Mauern 2,36<sup>m</sup> stark gemacht, während der unterste Theil der Mauer bezüglich 1,98<sup>m</sup> und 1,88<sup>m</sup> zur Breite erhielt.

Wie nun in Fig. 197 zu sehen ist, wurden zunächst die Querschwellen unter den beiden Frontmauern und den Grundmauern der beiden Kellerreihen, über denen die Unterzugsständer des Oberbaues zu stehen kommen sollten, in gleicher Höhe und 1,46<sup>m</sup> von Mitte zu Mitte von einander gelegt; darauf wurden je vier Stück Längschwellen verkämmt, so daß die beiden äußeren von Mitte zu Mitte bezüglich 1,98<sup>m</sup> und 1,88<sup>m</sup> von einander entfernt lagen.

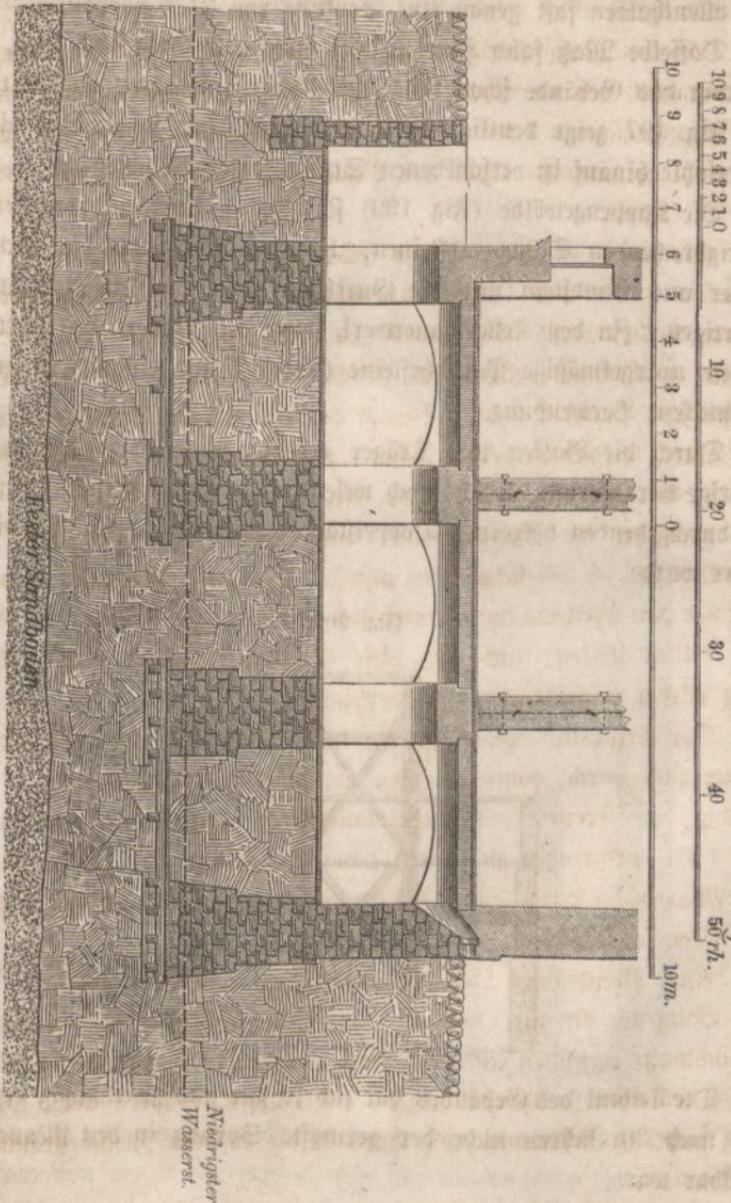
Zwischen die Längschwellen kamen nun wieder einzelne Querschwellen für die Giebelmauern und die Mauern, die den Querverband zwischen den Pfeilermauern unter sich und mit den Fronten im Grundbau bilden sollten, und auf diese Schwellen verlegte und verkämmt man wieder Längschwellen wie vorhin.

Der Ersparniß wegen gingen diese Querroste nicht von Front zu Front quer durch, sondern lagen abwechselnd; dagegen war es nothwendig, die Front- und Giebelmauern im Fundamente an den Ecken um 1,9<sup>m</sup> vorspringen zu lassen, danach auch den Koft einzurichten und die Mauern in dieser Länge 3,14<sup>m</sup> hoch als eine Art Strebpfeiler für die Ecken aufzuführen.

Nach Beendigung dieser Arbeiten ließ man nicht nur den Boden der Baugrube bis zur Oberlante der Schwellen mit der ausgegrabenen Grundmasse auffüllen und besonders zwischen, sowie unter und mittelbar neben denselben so fest als möglich einstampfen, sondern auch, um alles recht dicht zu bekommen, die Erde in die engeren Zwischenräume einspülen.

Danach kam quer auf die Längschwellen der ca. 8<sup>zm</sup> starke Bohlenbelag. So war denn der ganze Koft zur Uebermauerung vorbereitet

und mußte jetzt das Hauptaugenmerk auf die möglichst gleichmäßige Ausführung des Grundmauerwerks an allen Seiten des Gebäudes gerichtet



sein, was auch bis zur Höhe des künftigen Hofpflasters, also über 6,3 m geschah.

Nach angestellten Messungen hatte sich das Gebäude an einer Seite  $17^{\text{m}}$ , an der andern  $18^{\text{m}}$  gesetzt; nachdem der Bau aber vollendet, war allenthalben fast genau eine Senkung von  $21^{\text{m}}$  vorhanden.

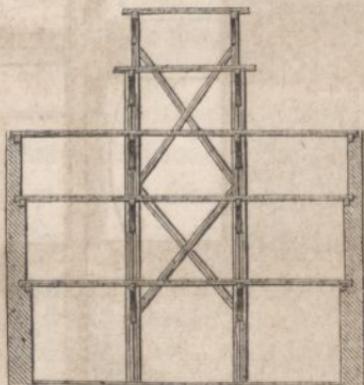
Dasselbe Maß fand Herr Stapel auch nach Jahr und Tag, selbst nachdem das Gebäude schon lange mit schweren Waaren angefüllt war.

Fig. 197 zeigt deutlich den ganzen Grundbau vom Koste bis zur Kellersohle hinauf in verschiedenen Stufen seiner Vollendung.

Die Kappengewölbe (Fig. 199) sind  $0,32^{\text{m}}$  stark und bestehen aus glattigbrechenden Sandbruchsteinen, hingegen ließ man die Gewölbe Pfeiler aus Sandstein und die Gurtbögen aus Backstein 2 Sein hoch anfertigen. Zu dem Kellermauerwerk, sowie den Mauern des Parterres, fanden unregelmäßige Porphyrsteine (jedoch Sandsteinquadern zu den Hauptecken) Verwendung.

Durch die Balken und Träger erreichte man in jeder Etage die gehörige Verankerung, welche noch wesentlich durch Versteifung (Fig. 200) der durchgehenden hölzernen Doppelfründer mittelst Andreaskreuzen vermehrt wurde.

Fig. 200.



Die Technik des Gebäudes hat sich so gut und zweckmäßig erwiesen, daß nach 30 Jahren nicht der geringste Sprung in den Mauern bemerkbar war.

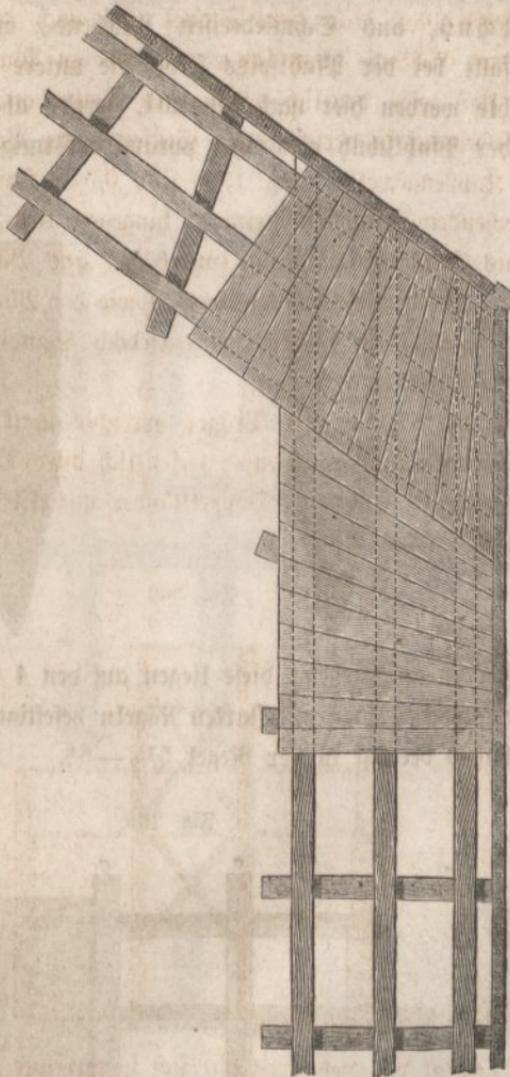
b. Der Pfahlrost. Bei einem solchen ruhen die Längsschwellen nicht auf Querschwellen, sondern auf Pfählen, welche reihenweise einge-

rammt werden, und zwar beträgt die Entfernung der Pfahlreihen 1 bis  $1\frac{1}{4}^m$  von Mitte zu Mitte, während die Entfernung der Pfähle in den Pfahlreihen bis 1,5 und allenfalls  $1,8^m$  betragen kann. Die einzu-

Fig. 201.



Fig. 202.



rammenden Pfähle werden nicht beschlagen, sondern bleiben rund & werden nur von der Rinde befreit, und am untern Ende pyramidal zugespitzt. Man giebt der Spitze, nach Fig. 201, die Form einer vierseitigen Pyramide, deren Höhe gleich dem  $1\frac{1}{2}$ —2fachen Durchmesser

des Pfahles ist; die äußerste Spitze muß eine stumpfere Pyramide sein. Um die Pfahlspitzen, beim Eindringen in festeren Boden, vor Beschädigung zu schützen, werden sie, wo solche zu befürchten ist, mit einem Pfahlschuh, aus Schmiedeeisen bestehend, beschlagen (Fig. 203). Dann fällt bei der Pfahlspitze selbst die untere Pyramide fort, und die Pfähle werden hier nach Fig. 204, gerade abgeschnitten. Dagegen besteht der Pfahlschuh aus einer pyramidenförmigen Spitze, an welche

Fig. 203.

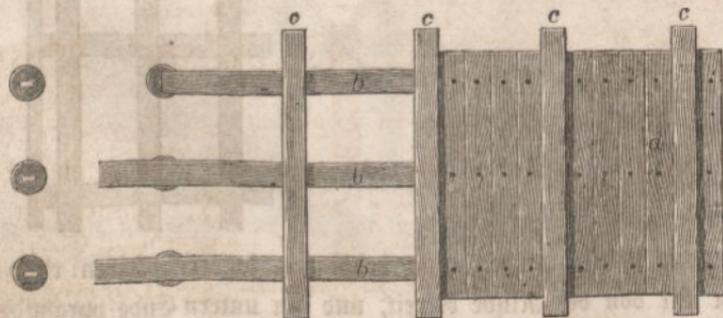


Fig. 204.



sich 4 Federn anschließen; diese liegen auf den 4 Seiten der Pfahlspitze auf, und werden hier mit starken Nägeln befestigt. Das Gewicht eines Pfahlschuhes beträgt in der Regel  $5\frac{1}{2}$ —6<sup>k</sup>.

Fig. 205.



Die Kostpfähle werden entweder, nach Fig. 205—207 quadratisch resp. rechtwinklig gegenüber gestellt, oder, nach Fig. 208 u. 209 schach-

brettartig, indem die Pfähle der einen Reihe zwischen je 2 Pfählen der andern Reihe stehen; sie bestehen gewöhnlich aus Kiefernholz, doch ist Eichenholz, sofern es nicht zu theuer ist, noch besser anwendbar, da es

Fig. 206.

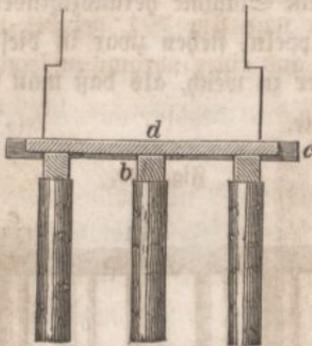


Fig. 207.

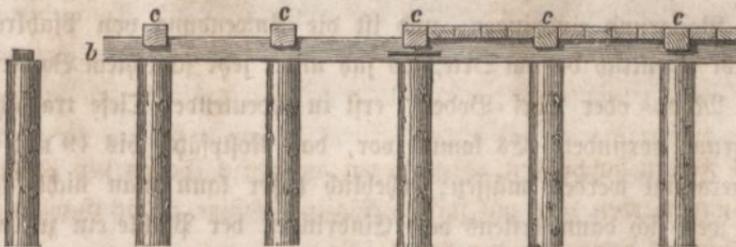
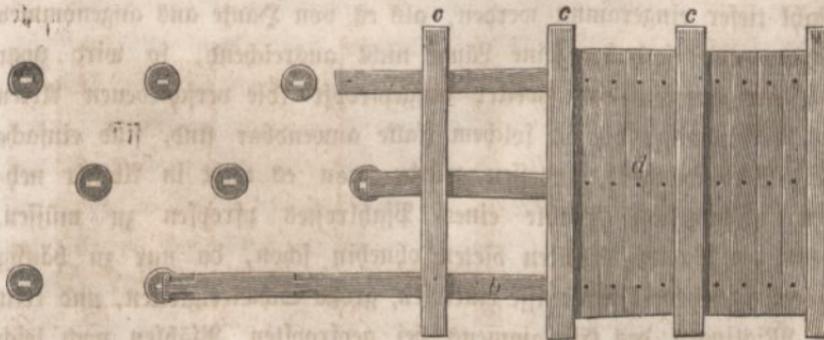


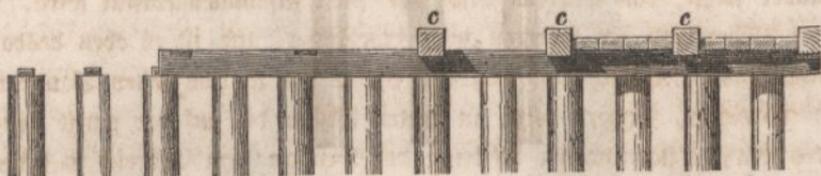
Fig. 208.



sich unter Wasser Jahrhunderte lang erhält, ja, um so härter wird, je länger es unter Wasser steht. Andere Holzarten würden bei uns in

den seltensten Fällen gewählt werden, schon deshalb nicht, weil zu den Pfählen nur durchaus gerade gewachsene Stämme genommen werden können, und solche sich bei keiner Holzart in so großer Menge vorfinden, als bei dem Kiefernholz; schon beim Eichenholz wird es schwerer halten, gerade gewachsene Stämme herauszufinden. Die Fichten, Tannen und ebenso die Pappeln, stehen zwar in dieser Beziehung der Kiefer nicht nach, sind aber zu weich, als daß man sie für einzurammende Pfähle verwenden könnte.

Fig. 209.



Die Pfähle werden womöglich so tief gerammt, daß sie noch in festen Baugrund eindringen, und ist die Anwendung von Pfahlrosten so recht eigentlich da am Orte, wo sich unter sehr schlechtem Baugrund, unter Moor- oder Torf-Boden, erst in bedeutender Tiefe tragsfähiger Baugrund vorfindet. Es kommt vor, daß Rostpfähle bis 19 und 22<sup>m</sup> tief gerammt werden müssen; erheblich tiefer kann man nicht füglich gehn, weil sich dann erstens dem Eindringen der Pfähle ein zu bedeutender Widerstand entgegensetzt, und weil zweitens Pfähle von hinreichender Stärke in größerer Länge kaum zu erlangen sind. Muß ein Pfahl tiefer eingerammt werden, als es von Hause aus angenommen wurde, und ist daher seine Länge nicht ausreichend, so wird zwar auf den unteren ein zweiter aufgepfropft (die verschiedenen Arten der Verbindung, die in solchem Falle anwendbar sind, sind einfache Holz-Verbindungen), indessen würde man es nicht in Absicht nehmen, sämtliche Pfähle eines Pfahlrostes pfpfropfen zu müssen. Denn die Ramm-Arbeiten bieten ohnehin schon, da nur zu häufig unvorhergesehene Hindernisse eintreten, große Schwierigkeiten, und tritt ein Mislingen des Einrammens bei gepfropften Pfählen noch leichter ein.

Ist es nun auch der eigentliche Zweck der Pfahlroste, die Last eines

Bauwerks mittelst der Pfähle auf einen tief liegenden festen Baugrund zu übertragen, so ist es nicht immer möglich, den letzteren zu erreichen, auch nicht immer Bedingung. Denn jeder Pfahl drückt beim Einrammen die umgebende Erde zusammen; schon bei einem einzelnen Pfahle wird man die Bemerkung machen, daß, wenn auch das Einrammen im Anfang leicht von Statten geht, doch die Reibung mit dem tiefern Eindringen des Pfahles schnell wächst, und endlich so groß wird, daß sie ein noch tieferes Eindringen des Pfahles verhindert. Bei einem Pfahlrost, wo die Pfähle immerhin nur in geringen Entfernungen von einander stehen, das Erdreich also sehr stark zusammengedrückt wird, ist der Widerstand des letzteren noch erheblicher, und ist es eben deshalb nicht immer nothwendig, daß die Pfähle bis zu dem festen Baugrund hinabreichen, sondern wird in vielen Fällen die auf die ganze Länge des Pfahles stattfindende Reibung desselben an dem Erdreich so bedeutend, daß, wenn auch die Pfähle nicht in festen Untergrund eingedrungen sind, doch ein Tiefsinken des Kostes, nachdem derselbe durch ein Bauwerk belastet worden, nicht zu befürchten ist.

Auch die Pfahlroste müssen, um eine Unterspülung derselben zu verhindern, in den meisten Fällen mit einer Spundwand umgeben, oder doch von der Wasserseite durch eine solche abgeschlossen werden; dieselbe trägt dazu bei, den Grund und Boden unterhalb der Kostschwellen zusammen zu halten, und vermehrt den Widerstand, welchen das Erdreich den einzurammenden Pfählen entgegensetzt.

Bevor die Kammarbeiten begonnen werden können, muß zunächst die Baugrube ausgehoben werden; die Tiefe der Aushebung ergibt sich aus dem Umstande, daß die Oberkante des Bohlen-Belags noch unter dem Grundwasser, d. h. etwa 0,3<sup>m</sup> unter dem bekannten niedrigsten Wasserstande, liegen muß. Sind die Pfähle eingerammt, so müssen sie sämmtlich in gleicher Tiefe abgeschnitten werden, und zwar so, daß erstens ihre Köpfe in einer genauen Horizontale liegen, während zweitens in Betreff der Tiefe, in welcher das Abschneiden erfolgt, die Höhenlage von der Oberkante des Bohlen-Belags maassgebend ist. Um jene Horizontale herzustellen, läßt man das Grundwasser sich in der Baugrube ansammeln, und bezeichnet, sobald das Wasser einen ruhigen

Stand angenommen hat, die Höhe desselben an jedem einzelnen Pfahle. Nach dem Abschneiden erhalten die Pfähle Zapfen, die Schwellen b hingegen Zapfenlöcher, und werden die Schwellen dann auf die Pfähle aufgelegt. Man wendet hierbei stets den einfachen graden Zapfen an; ein Auseinandertreiben desselben durch Keile, wie es zur Anwendung in andern Fällen unter den Holz-Verbänden specieller erwähnt wird, ist ebenso wenig nothwendig, wie ein Verbohren, da, in Folge der spätern Belastung des Kostes, ein Abheben der Schwellen nicht zu befürchten ist. Müssen die Kostschwellen gestoßen werden, so geschieht dies stets über einem Pfahle, und zwar mittelst des stumpfen Stoßes, nach Fig. 207 und 209; ist ein Auseinanderziehen zu befürchten, so wird über den Stoß eine eiserne Klammer gelegt, oder werden eiserne Schienen von etwa 0,6 bis 1,2<sup>m</sup> Stärke auf die Seiten der Kostschwellen gelegt, und mit starken 20<sup>mm</sup> langen eisernen Nägeln darauf befestigt. Die Kostschwellen erhalten demnächst Verbindung unter einander durch die Zangen oder Querschwellen c, welche rechtwinklig darüber gelegt, und mit den Kostschwellen oder Längschwellen b so tief überschritten werden, daß sie nur zum Theil über den letzteren hervorstehen. Zwischen den Zangen wird dann der Belag d, aus starken Bohlen bestehend, durch hölzerne Nägel auf den Längschwellen befestigt. Häufig macht man einerseits die Dielen so stark, andererseits die Uberschneidung der Zangen mit den Kostschwellen so tief, daß nach Fig. 206 und 210 die Oberkante des Belags mit der Oberkante der Zangen in einer Höhe liegt; sonst läßt man aber auch wohl, nach Fig. 212, die Zangen über dem Belag vorstehen, was keine weiteren Nachtheile hat. Häufig wird nun auch, nachdem das Einrammen der Pfähle erfolgt ist, der Boden zwischen den Pfählen bis auf 0,6 oder 1<sup>m</sup> Tiefe unter den Köpfen der Pfähle ausgehoben, und wird dieser Raum mit Lehmschlag oder Mauererschutt fest ausgestampft, während der Raum zwischen den Längschwellen, bis zur Unterkante des Kostbelags, nach Fig. 210 u. 212 fest ausgemauert wird. Es wird hierdurch eine gleichmäßige Unterstützung des Belags bezweckt, doch müssen die Belags-Bohlen ohnedies so stark sein, daß sie das darüber aufzuführende Bauwerk mit Sicherheit tragen können.

Bei einem Pfahlrost unter Wänden, die rechtwinklig oder schiefwinklig zusammentreffen, gilt dasselbe, wie bei den liegenden Kasten, daß nemlich, nach Fig. 213, A, B und C, die Längsschwellen des Kastes

Fig. 210.

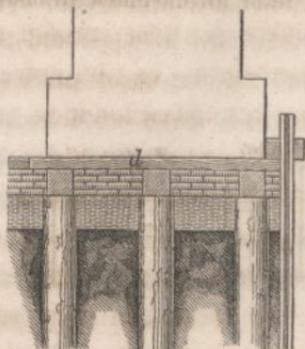


Fig. 212.

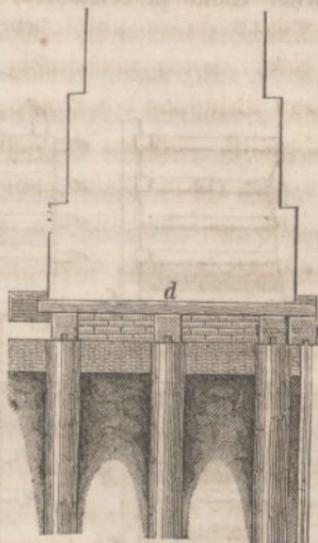
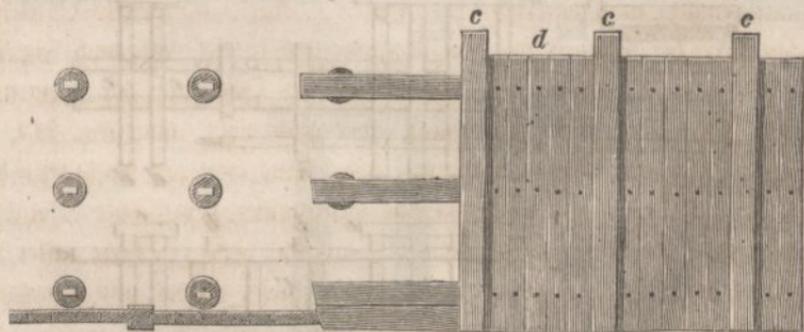


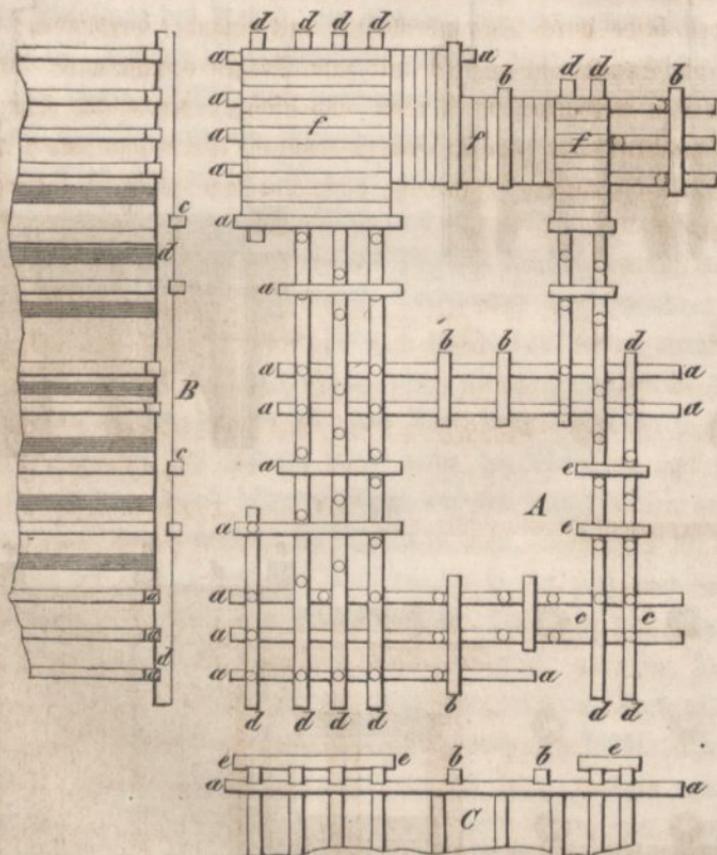
Fig. 211.



unter der einen Wand mit den Zangen unter der andern in gleicher Höhe liegen. Es muß hierauf namentlich beim Abschneiden der Pfähle gerücksichtigt werden, da die Pfähle des einen Kastes um so viel höher abgeschritten werden müssen, als der Unterschied in der Höhenlage der Längsschwellen beträgt.

Es wurde schon erwähnt, daß in vielen Fällen die Pfahlkoste, ebenso wie die Schwellkoste, mit einer Spundwand umgeben werden; doch ist das Verhältniß zwischen Koste und Spundwand in beiden Fällen ein wesentlich verschiedenes. Die Spundwand nemlich ist als eine feststehende Wand zu betrachten, von welcher nicht anzunehmen ist, daß sie

Fig. 213.



durch eine darüber ruhende Last wesentlich tiefer eingedrückt werde. Da nun aber von dem Schwellrost vorweg angenommen werden muß, daß derselbe sich später mit dem darüber errichteten Bauwerk senkt, wird die Spundwand nach Fig. 193 so angeordnet werden müssen, daß das Setzen des Kostes ganz unabhängig von der Spundwand erfolgen kann,

und wird am wenigsten die Spundwand mit zum Tragen des Bauwerks benutzt werden können. Ein ungleichmäßiges Setzen des letzteren würde andernfalls die vorausichtliche Folge sein. Dagegen ist bei dem Pfahlrost in vielen Fällen anzunehmen, daß ein späteres Setzen nicht eintritt und wird in solchem Falle die Spundwand nach Fig. 212 mit dem Kofte in feste Verbindung gebracht. Es wird hierbei der Holm der Spundwand mit der äußern Koftschwelle in gleiche Höhe gelegt, und werden beide durch Schraubenbolzen mit einander verbunden, so daß also die Spundwand zugleich mit zum Tragen benutzt wird. Unter so gestalteten Verhältnissen ist denn auch nichts dagegen, die Spundwand noch unmittelbarer zum Tragen zu benutzen, indem man, nach Fig. 214 und 215 die äußere Pfahlreihe ganz und gar durch die Spundwand ersetzt.

Fig. 214.

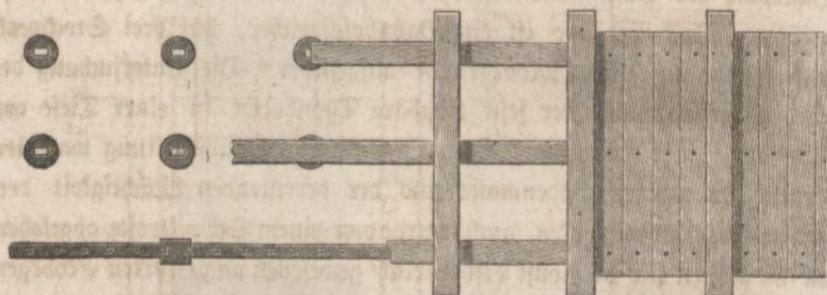


Fig. 215.



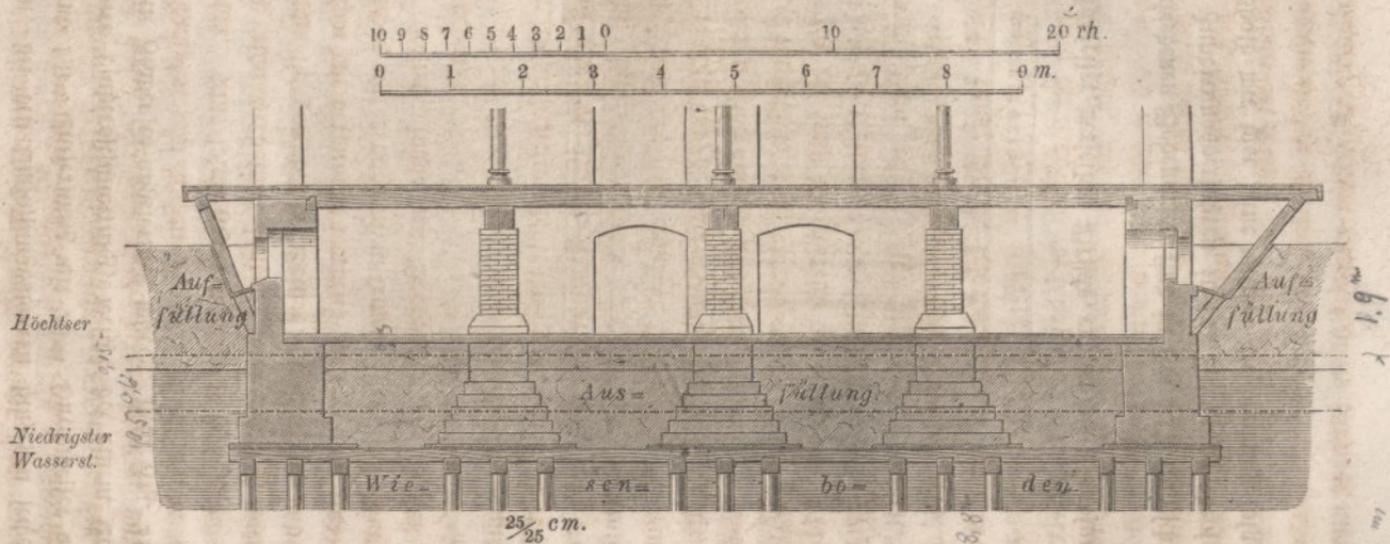
In andern Fällen dagegen, eben dann, wenn die Pfähle nicht bis auf den festen Baugrund eingerammt sind, der Pfahlrost daher nicht als absolut feststehend zu betrachten ist, sondern ein geringes Setzen desselben erfolgen kann, wird man auch eine Verbindung zwischen dem Kofte und der Spundwand nicht eintreten lassen. Ueberdies kann die

legtere unter Umständen zu dem Zwecke benutzt werden, den Wasserzudrang zu der Baugrube von Außen her schon während des Baues abzuhalten. Man legt in solchem Falle die Oberkante der Spundwand um einige Fuß höher, als die Oberkante des Kostes, und benutzt sie, durch Hinterstampfen von Außen her mit festem Lehm, als eine Art von Fangedamm. Eine solche Anordnung zeigt Fig. 210. Die Spundwand ist hier nicht verholmt, sondern wird durch Zangen zusammengehalten, welche sie von beiden Seiten umschließen, und welche durch Schraubenbolzen fest verbunden werden; diese Zangen liegen über dem Koste, und stehen mit demselben in keiner festen Verbindung; die Querschwellen des Kostes, sowie der Bohlen-Belag, reichen bis an die Spundwand heran.

Als Beispiel der Anwendung eines Pfahlrostes, (aus Wanderley, Handbuch der Bauinstructiionslehre entnommen), sei hier Fig. 216 vorgeführt. Das Gebäude ist ein Bahnhofsspeicher, hat drei Stockwerke und wurde auf einem Moorgrunde aufgeführt. Die Untersuchung des Bodens ergab, daß der feste tragbare Thonboden in einer Tiefe von  $7,8^m$  lag. Die Anordnung einer Beton- resp. Sandschüttung war hier, wegen der weichen Bodenmasse und der bedeutenden Mächtigkeit derselben, nicht zu empfehlen, auch wurde von einem Schwellroste abgesehen, da die Kosten für die sonst erforderlich gewesenem umgekehrten Erdbögen, zur gleichmäßigen Vertheilung der einzelnen Pfeilerbelastungen, bedeutend gewesen wären. Man wählte hier also den Pfahlrost, welcher den Pfeilern zur directen Unterstützung dienen konnte und außerdem nur höchstens ca.  $8,8^m$  lange Pfähle erforderte, denn der niedrigste Wasserstand befand sich auf  $- 0,62^m$  während der höchste auf  $+ 15,7^m$  lag. Ferner trat noch der Umstand ein, daß das ganze Terrain um  $1,9^m$  erhöht werden mußte, um mit der Oberfläche der Bahnkrone in einer Höhe zu liegen. Es wurde nun, damit der Keller auch beim höchsten Wasserstand stets trocken sei, der Fußboden des Speicherkellers noch  $0,31^m$  über den höchsten, hingegen der Pfahlrost  $0,52^m$  unter den tiefsten Wasserstand gelegt.

Die Fundamente der Pfeiler erhielten eine bedeutende Verbreitung in Backsteinmauerwerk, ferner wurden unter jeden Pfeiler neun Pfähle

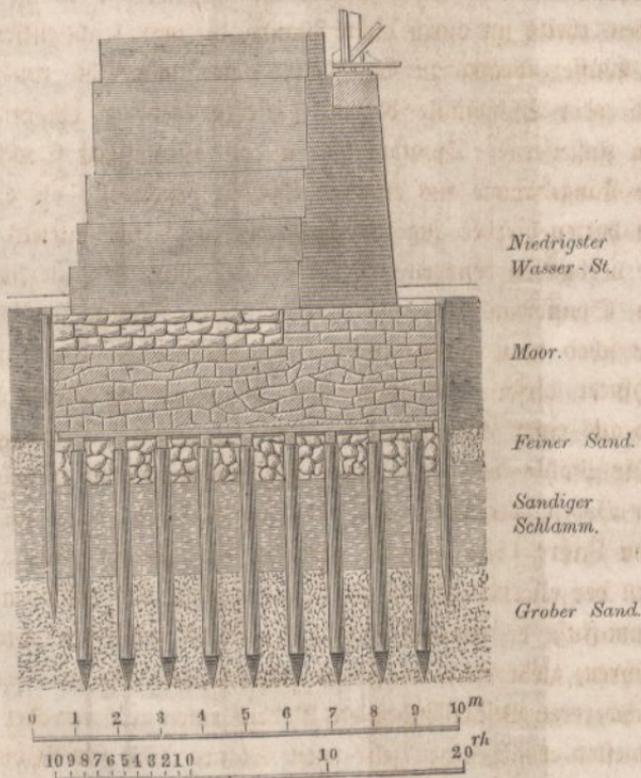
Fig. 216.



in drei Reihen, bei den Umfassungsmauern hingegen sechs Pfähle in zwei Reihen und  $1,9^m$  Entfernung mit  $26^{zm}$  Durchmesser aufgestellt.

Eine andere Pfahlrostfundirung, welche bei einem Eckpfeiler der Brücke über den Gladenensee angewendet wurde, stellt Fig. 217 dar, bei

Fig. 217.



dem andern Eckpfeiler derselben Brücke erhielt die Sandsundirung den Vorzug.

Die verschiedenen Bodenarten sind in Fig. 217 eingeschrieben, auch ist das ganze Fundirungsverfahren in der Zeichnung ebenfalls deutlich ersichtlich, weshalb wir hier keine weitere Beschreibung folgen lassen.

## §. 13.

## Fundirung auf eisernen Pfählen, resp. eisernen Röhren.\*)

Nachdem die verschiedenen Gründungsmethoden eine Reihe von Entwicklungen erfahren, konnte es nicht ausbleiben, daß auch das Eisen als Gründungsmaterial Verwendung fand und somit bedeutende Modificationen und ganz neue Systeme hervorgerufen wurden.

Theils um den Unterbau oder den Bohlwerken eine größere Dauer zu geben, theils um durch dichte Wände, die man leicht entfernen konnte, einem Wasserzudrang zu begegnen, hatte man sich zunächst einiger Spund- oder Spitzpfähle bedient. Hierher gehören die ersten Anwendungen gußeiserner Spundpfähle in der ostindischen Dock's Liverpool, wo die Fangedämme aus eisernen Bohlen bestanden; die Berührungsflächen hatten hierbei angegossene Flanschen, welche mittels Schraubenbolzen verbunden wurden. Die späteren Constructionen sind den hölzernen Spundwänden ähnlich ausgeführt, nämlich zwischen eiserne Pfähle schob man eiserne Platten und deckte diese alldamit mit Hölzern ab. Hinter dieser Verkleidung kam die eigentliche Futtermauer, bestehend aus einer Betonschüttung und Granitplattenabdeckung.

Die Pfähle wurden ebenso wie die hölzernen mittels Rammen in den Boden getrieben, was natürlich manchen Bruch u. veranlasste. Das im Jahre 1834 bekannt gemachte Verfahren Mitchels, das Einrammen der eisernen Pfähle ganz zu umgehen und dieselben vermittels einer am Fuße befindlichen Schraube in den Erdboden durch Drehen einzuführen, giebt durch die Fläche der Schraube, die nach der leichteren oder schwereren Beschaffenheit des Bodens einen größeren oder geringeren Durchmesser erhält, einen sehr festen Stand. Die Größe der Schraube wird durch einen Versuchspfahl, welchen man mit der entsprechenden Last belastet, erlangt; die Tragfähigkeit wächst in directem Verhältniß mit der Fläche der Schraube.

Eine eigentliche praktische Bedeutung für Gründungen erhielt dieses Verfahren zuerst bei Fundirungen in weichem, dem Wellenschlage ausgesetztem Sande.

\*) Entnommen aus dem Handbuch der Bauconstructionslehre von G. Wanderley.

Witchel schlug diese Fundirungsmethode zuerst für die Fundation eines Leuchtturmes vor, und sie kam wirklich bei dem Leuchtturm Waplin im Jahre 1838 in Anwendung. Diesem folgten viele andere derartige Bauten, und später fand diese Fundirung durch Stephenson, Brunell u. auch Eingang bei Brückenbauten.

Ueberall geschah nach der Aussage der Ingenieure die Anwendung mit Leichtigkeit, Sicherheit und Schnelligkeit in jedem Boden, mit Ausnahme des Felsens. Das Eintreiben der Pfähle selbst geschieht einfach durch Umdrehen eines, mit dem Pfahle fest verbundenen, Rades von großem Durchmesser, wobei nur für die richtige Führung der Pfähle gesorgt werden muß (Fig. 218 A und B).

Auch können die Pfähle leicht in jeder beliebigen schiefen Richtung eingesetzt werden, wenn nur dafür die Führung entsprechend angeordnet wird.

Der Radius der Schraube richtet sich, ebenso wie die Steigung und Anzahl der Umgänge, nach der Bodenschaffenheit, indem man für weichen Boden bis 0,6<sup>m</sup>, bei ganz festen Bodenarten bis 0,30<sup>m</sup> geht; es besteht die Schraube aus einem vorbohrenden Theile und einem Spiralfiansche von größerem Durchmesser, der eigentlichen tragenden Fläche.

Die Fig. 218 A—B giebt gleichzeitig ein Bild, in welcher Weise die Fundirung geschieht; im Uebrigen ist zu erwähnen, daß die Pfahlstärke (Durchmesser) ähnlich bestimmt wird, wie die Säulendimension.

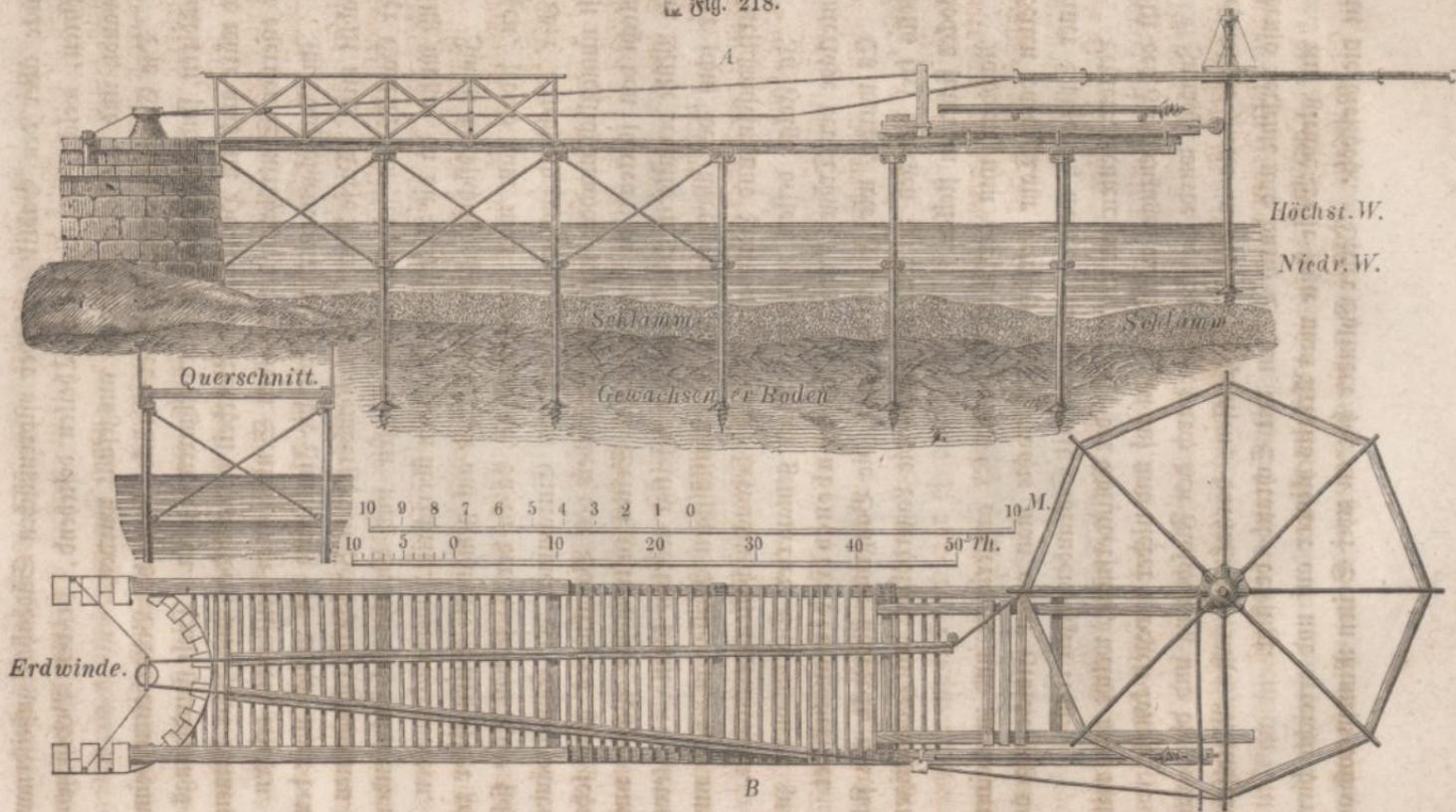
Der Krost über den Pfählen kann, je nach der Belastung, entweder aus hölzernen oder eisernen Balken gebildet werden, und am oberen Kopfe des Pfahles sitzt eine mit Rändern versehene Eisenplatte.

Daß die eben angegebenen Pfähle am besten aus Gußeisen und zwar hohl hergestellt werden, braucht wohl nicht erst nachgewiesen zu werden.

Nachdem man einmal die gußeisernen hohlen Röhren in geringen Durchmessern verwendet hatte, stand auch der Verwendung mit größeren Durchmessern nichts mehr im Wege.

Beispielsweise bediente man sich in neuerer Zeit bei der Eisenbahn-

Fig. 218.



brücke über den Gablik (auf der ostpreussischen Südbahn) gußeiserner Röhren, welche aus einzelnen Theilen bestehend, in den Boden geschraubt, und nachher mit Beton ausgefüllt wurden.

Die Constructionstheile dieser Brücke, sowie die Vorarbeiten beim Fundiren, sind in den nachstehenden Figuren gegeben. Diese Fundirungsart wäre auch im Hochbau mit Vortheil anzuwenden, und zwar können die eisernen Sentröhren die massiven Sentbrunnen vollständig ersetzen.

Im Nachfolgenden theilen wir die Fundirung der Brücke über den Gablik mit. (Diese Notiz ist der Romberg'schen Zeitschrift entnommen.) Der Gablik, ein seichter, durch Wiesen und Brüche sich windender Fluß mußte, da die Bahnlinie denselben überschritt, überbrückt werden.

Zuerst beabsichtigte man die Brücke auf gemauerte Stirnpfeiler zu setzen, jedoch kam man davon bald ab, da in der Tiefe von 2,5<sup>m</sup> sich grober Triebsand vorkam, welcher ein Einrammen der Spundwände fast unmöglich machte; auch das Ausheben des Baugrundes ging sehr schlecht von statten, da das von allen Seiten zuströmende Wasser nur mit Mühe mittelst Wasserschnellen beseitigt werden konnte. Letzteres aber schuf den Moor zu einer so dünnflüssigen Masse um, daß nur Wurfschaufeln und Handbagger dieselbe herauszuschaffen vermochten.

In Folge dessen wurden, anstatt gemauerter Stirnmauern zur Unterlage der Träger, eiserne Schraubencylinder angewendet.

Es wurde, wie Fig. 219 A zeigt, die Baugrube überdeckt, um sich theils frei bewegen zu können, theils die Lagerhölzer des zweibeinigen Bodens sicher zu stellen.

Nachdem nun der Bock (Fig. 219 C) aufgerichtet und zu beiden Seiten durch Tauen befestigt war, brachte man einen Flaschenzug an seiner Spitze an, welcher eine Kette mit Schraubenbolzen trug.

Letztere dienten zur Befestigung der Cylinderstücke, welche man mittelst des Flaschenzuges nach Belieben auf und nieder bewegen konnte.

Zunächst wurde die Schraube durch den Flaschenzug und die daran befindliche Kette in die Tiefe gelassen, darauf das erste Mittelstück ebenso versenkt und durch Bolzen mit Schraube befestigt.

Auf gleiche Weise setzte man Arbeitscylinder auf und erreichte hiermit die Kofthöhe. Dieser Cylinder hat an zwei Seiten Rinnen und an

dem oberen Ende zwei Ansätze mit Löchern, um die Kette bequem anschrauben zu können.

Nachdem der Cylinder mit dem Mittelstück gut verbolzt war, hängte man um diesen den Kranz, aus zwei halben eichenen Ringstücken

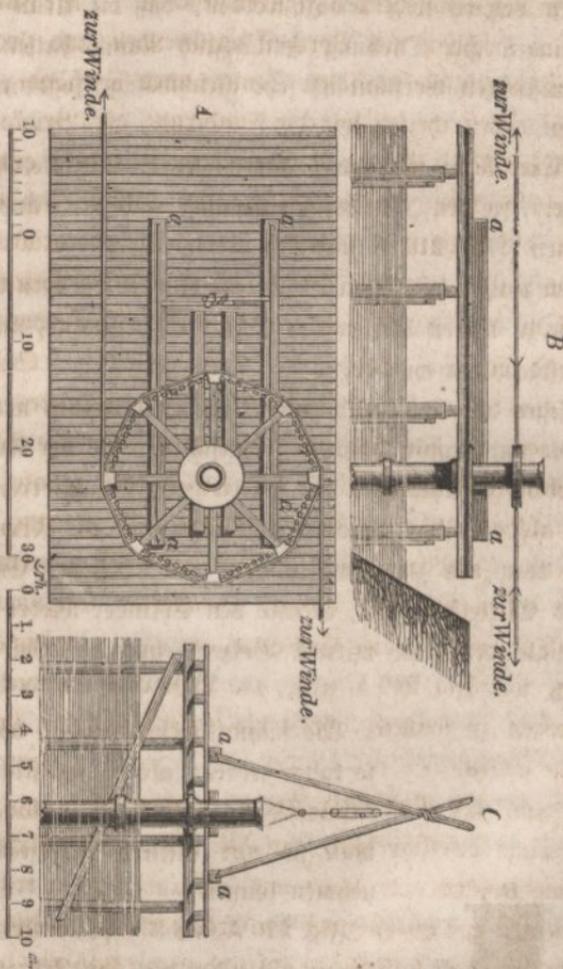


Fig. 219.

mit 1,3<sup>m</sup> starken schmiedeeisernen Beschlägen bestehend, so daß der Kranz um den Cylinder auf und nieder bewegt werden konnte.

Auch die eisernen Keile, welche in die Rinnen des Cylinders und in die Ausschnitte des Kranzes greifen, dienten zur Befestigung mit dem Cylinder, da sie ein Drehen des Kranzes um letzteren verhüteten.

In die vorhandenen Oeffnungen des Kranzes steckte man die eichenen Arme, befestigte dieselben durch eiserne Verbindungsstangen und regulirte das Ganze mittelst an diesen befindlichen Schrauben.

Um die Arme einzusetzen, mußte zuvor der zweibeinige Bock so weit auf seinen Lagern weg bewegt werden, daß die Arme mit ihren Verbindungsstangen zur Drehung hinlänglich Raum hatten. Dieses Wegbewegen mußte selbstverständlich sehr gleichmäßig, sogar nach Kommando geschehen.

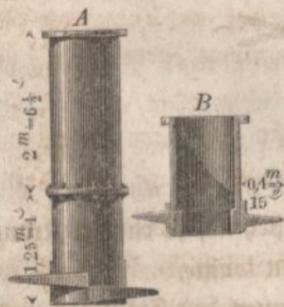
Um die Arme legte man zwei äußerst starke Windefetten, so daß beide die Arme, resp. den Cylinder gleichmäßig nach einer und derselben Richtung drehen (Fig. 219 A und B.)

Die Ketten waren wiederum an Trommeln der eisernen Erdrwinden befestigt, welche zu beiden Seiten des Cylinders befindlich, durch Eisenbahnschienen festgehalten wurden.

Das Umlegen der Kette und das Abwinden derselben wurde mehrmals wiederholt und damit so lange fortgefahren, bis der Kranz durch das Sicheindrehen des Cylinders den Boden der Rüstung erreicht hatte.

Nachdem alsdann die Verbindungsstange und die Arme entfernt waren, rückte man den zweiarmligen Bock vor, hob den Cylinder ab, setzte ein neues Mittelstück auf, brachte den Cylinder wieder oben hinauf und befestigte denselben mittels Bolzen, und dasselbe Verfahren wiederholte sich.

Fig. 220.



Die sämtlichen Cylinder wurden nun so lange gedreht, als nur möglich. Schließlich wurde die Drehung so langsam, daß man sie nur mittels Merkzeichen wahrnehmen konnte.

Fig. 220 A und B repräsentiren den untersten Cylinder mit der Schraube, sowie einen Mittelstück-Cylinder.

Der oberste Cylinder ist in Fig. 221 dargestellt.

Verschiedenen Uebelständen, als dem Zerreißen der Kette, oder einem Reigen der Cylinder durch dazwischen gekommene Steine, mußte durch

geeignete Hilfsmittel abgeholt werden. So wurde ein Neigung, nach einer der Winden hin, durch das festere und losere Anziehen der betreffenden Windkette geregelt.

War nun endlich ein weiteres Eindrehen nicht möglich, so legte man den Bock um, belastete die Pfeiler eine Zeit lang mit Eisenbahnschienen und ging an das Ausfüllen der Cylinder mit Beton, da ein Unterschied zwischen einem Nivellement vor der Belastung der Cylinder und einem nach der Belastung ausgeführten nicht gefunden wurde.

Durch einen Sackbohrer (siehe die Anordnung bei Fig. 192) ließ sich der Schlamm und Sand bis auf den festen Boden aus dem Cylinder entfernen, und durch Eimer das darin befindliche Wasser schöpfen, um den Beton, bestehend aus gleichen Theilen Sand, geschlagenen Steinstückchen und Portland-Cement, hier einschütten zu können. Zunächst wurden hierbei die Cylinder bis zur Höhe des Zwischenstücks verfüllt, darauf dieses eingepaßt, die Löcher zu den Bolzen in den Cylindern fest verbolzt, worauf das Füllen bis nahe an den Rand des letzten Cylinderstückes fortgesetzt und zur Ausgleichung des Betons, eine ca. 5<sup>cm</sup> starke Cementlage aufgelegt wurde.

Da die Cylinder nicht gleich tief sich einschrauben ließen, war die Höhe nicht gleich, deshalb mußte diese durch die auf den erhärteten Beton gesetzten Granitsteine (x) geregelt werden (Fig. 221).

Diese Steine waren cylinderförmig gearbeitet, doch von einem ca. 5<sup>cm</sup> kleineren Durchmesser, als der eiserne Cylinder. Die untere Seite war glatt, in der oberen dagegen befanden sich ein Kreuz und vier Bolzenlöcher, um eine unterhalb kreuzförmig gerippte eiserne Platte gut auf den Stein legen zu können.

Auf diese Platten wurden nun die Träger ohne jede Befestigung aufgesetzt; das Abrutschen der Träger verhinderten die an den Platten befindlichen Ränder.

In der geschilderten Weise kamen auch die andern Auflagepfeiler für die Brücke zur Ausführung.

Die vollständige Anordnung dieser Art Fundirung ist in Fig. 222 A u. B im Durchschnitt und Grundriß eines Theiles der Brücke dargestellt.

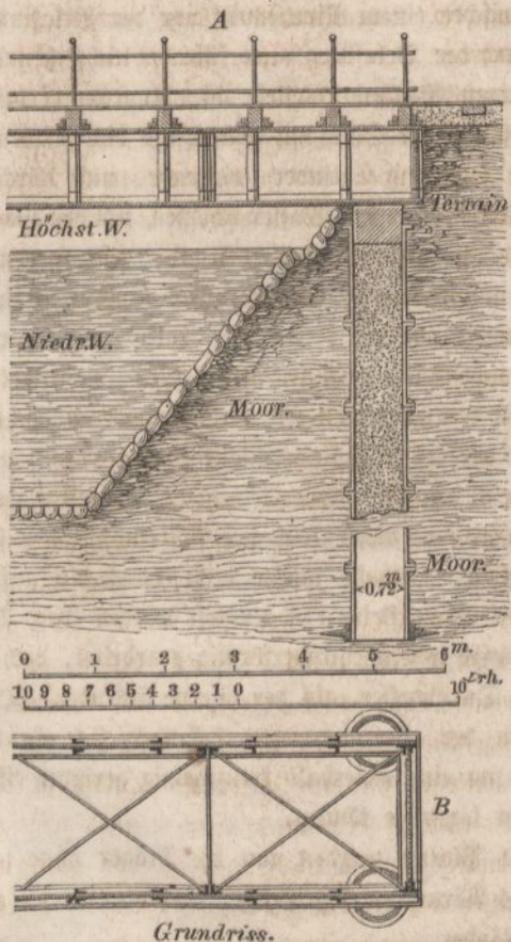
Fig. 221.



Eine Totalbelastung der fertigen Brücke mit einem mit Steinen beladenen Zuge ergab keine Differenz der Höhe, und die Brücke konnte somit mit Fug und Recht dem Betriebe übergeben werden.

Wie aus dieser Fundirungsweise zu erkennen ist, läßt sie sich auch

Fig. 222.



im Hochbau mit Erfolg benutzen, und dürfte sie in manchen Fällen den Senkbrunnen vorzuziehen sein.

Im Hochbau würden wohl seltener Träger über diese Schraubensrohre gelegt, sondern, ähnlich wie bei den Senkbrunnen und massiven

Pfeilern, eine Verbindung mittels gemauerter Gurtbögen, welche oberhalb abgeglichen das Fundament des Gebäudes aufnehmen, vorkommen.

Mit den Anwendungen des neuen Principis, die Pfähle resp. Röhren in den Boden einzuschrauben, sollten indessen noch nicht die Vervollkommnungen in der allgemeinen Anwendung des Eisens bei den Fundirungen abgeschlossen sein. Noch in derselben Zeit, während welcher die Benutzung der Schraubenspfähle eine verbreitete Aufnahme fand, lenkte die sinnreiche Idee Dr. Potts, die hohlen gußeisernen Pfähle mit Hilfe des atmosphärischen Druckes bis zum festen Grunde niederzubringen, die Aufmerksamkeit der Ingenieure auf eine ganz neue Bahn.

Nach der ersten Idee wurden die gußeisernen Röhren zunächst senkrecht aufgestellt und soviel als möglich in den Boden eingedrückt. Hierauf wurde der Kopf des Pfahles mit einer eisernen Kappe bedeckt und durch diese ein luftdichtes Rohr geführt, welches mit einer Luftpumpe in Verbindung stand.

Wurde nun diese in Thätigkeit gesetzt, so drang das Wasser mit Heftigkeit in den innern Raum, lockerte damit das hier befindliche Erdreich auf, so daß der Pfahl durch sein Eigengewicht und den atmosphärischen Druck niederging. Sobald nun der innere Raum mit Erde gefüllt war, wurde er durch geeignete Vorrichtungen entleert, und das ganze Verfahren so lange fortgesetzt, bis man die gewünschte Tiefe erlangt hatte.

Dieses Princip kam zuerst 1845 in Anwendung, wesentliche Verbesserungen machte Stephenson und später W. Cubitts.

Diese Ingenieure brachten zuerst comprimirt Luft zur Anwendung. Der leitende Gedanke dieses Verfahrens ist der, durch einen eisernen Kasten ohne Boden unter Wasser einen abgeschlossenen Raum herzustellen, aus diesem durch Einpressen von comprimirt Luft die störenden Wasser des Untergrundes zu beseitigen, dann innerhalb die Erde auszugraben, durch geeignete Vorrichtungen zu entfernen und so ein Niedersenken des Ganzen zu bewirken.

Die durch den Brückenbau von Saltash von Brunel angegebenen Aenderungen wurden auch in Deutschland von Pfannenmüller und v. Weiler mit Lebhaftigkeit ergriffen, wie die Projecte zu der Fun-

dirung der Brücke bei Mainz bewiesen. Den französischen Ingenieuren gebührt jedoch das Verdienst, beim Brückenbau in Kehl durch geschickte Combination des Vorhandenen und das Hinzufügen neuer Ideen, dieser Fundirungsmethode eine praktische Lebensfähigkeit gegeben zu haben.

Bei allen bisher in der Praxis zur Anwendung gekommenen Verfahrensgarten hatte man die Kanäle, welche comprimirte Luft in den Senkfaßen einführten, zugleich als Einsteig- und Förderschachte benutzt oder nur in mangelhafter Weise eine Abänderung getroffen, wodurch demnach die Sicherheit der Arbeiter gefährdet wurde. Außerdem trat noch der Umstand hinzu, daß die bis über Wasser geführten Röhren eine beträchtlich größere Quantität comprimirter Luft erforderlich machte.

Zum Theil waren diese Schwierigkeiten durch die späteren gehoben, immer aber blieb noch die Unsicherheit des unregelmäßigen Einsenkens.

Alle diese Uebelstände sind erst bei dem Brückenbau in Kehl einer gehörigen Berücksichtigung unterzogen und das ganze Verfahren dadurch sicher und bequem geworden. Wesentliche Verbesserungen kamen noch bei der Fundirung der Pregelbrücke in Königsberg hinzu.

Die Fundirung der eisernen Röhren mittels comprimirter Luft wird nur bei großen Brückenbauten angewendet, sie findet deshalb hier nur flüchtige Erwähnung, und verweisen wir alle diejenigen, welche für diese sehr sinnreiche Arbeit im Ingenieurwesen Interesse haben, auf die ausführlichen Beschreibungen und Zeichnungen der Pregelbrücke in Königsberg, mitgetheilt in der Zeitschrift für Bauwesen (Verlag Ernst u. Korn), Jahrgang XVI.



