



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verschiedene Konstruktionen

Scholtz, Adolf

Leipzig, 1900

Ausführung der Rammarbeiten

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96800](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96800)

der ersten Reihe, welche jedenfalls des Schutzes am bedürftigsten ist, durchaus; außerdem wird die Ausführung einer solchen Spundwand, bei welcher einzelne stärkere Pfähle tiefer herabreichen als die übrigen, außerordentlich schwierig.

Eine weitere Abweichung besteht darin, die Zangen über den Kofschwällen ganz fortzulassen, wie solches in England, Frankreich und Holland ganz gewöhnlich zu geschehen pflegt. Die Zangen eines Pfahlrostes haben nämlich einen ganz anderen Zweck als die Unterlagen oder Querschwellen des liegenden Kofes. Letztere sollen den Längsschwellen eine Unterstützung gewähren und den Druck auf dieselben gleichmäßig verteilen helfen, die Zangen aber haben nur den Zweck, die Längsschwellen, über welche sie gekämmt sind, in ihrer Lage zu erhalten und ein Ausweichen derselben nach der Seite, wenn ein solches Bestreben vorhanden sein sollte, zu verhüten. Denn die Längsschwellen des Pfahlrostes werden durch die Pfähle überall hinreichend unterstützt. Da nun bei Hochbauten fast immer das Bestreben, die Längsschwellen seitwärts zu verschieben, fehlt, so rechtfertigt sich das Fortlassen der Zangen in solchen Fällen vollkommen, da die Lage der Längsschwellen außerdem durch den festgenagelten Dielenbelag angemessen gesichert ist.

In England, wo das Holz hoch im Preise steht, geht man noch weiter, und läßt auch den Bohlenbelag fort, doch ist dies bei dem Pfahlrost gefährlicher als bei dem liegenden, weil schon die ersten Schichten des Mauerwerkes, wenn sie auf keinem Dielenbelage ruhen und der Boden nachgiebig ist, in den Kofefeldern sich senken, wodurch der Verband des Mauerwerkes gestört werden würde.

Dagegen wird diese Methode da mit Vorteil angewendet, wo der Pfahlrost nur den Zweck hat, bei eintretenden Unterpflungen des an sich tragfähigen, aber leicht beweglichen Bodens die Last des Bauwerkes auf tiefere Schichten zu übertragen und so im Notfalle als Reserve zu dienen.

Wo, wie in Deutschland, das Holz einen so hohen Preis noch nicht erreicht hat, da behält man den Kofbelag am besten bei, die Zangen aber können unbedenklich fortgelassen werden.

Ausführung der Rammarbeiten.

§ 18.

Nicht nur bei den Fundierungen auf Kof, sondern auch in manchen anderen Fällen wird das Einschlagen von Pfählen bis auf eine bedeutende Tiefe auf den Baustellen nötig. Bekanntlich bedient man sich zu dieser Arbeit der Ramme. Der Hauptteil derselben ist der Rammkloß, Rammhär, eine Eisenmasse oder ein schwerer Holzkloß,

Weymann, Baukonstruktionslehre. IV. Vierte Auflage.

welcher stoßweise auf den Pfahl wirkt und ihn dadurch in den Boden treibt. Das Heben des Rammkloßes, um den Stoß ausüben zu können, wird auf verschiedene Weise bewirkt, und hiernach unterscheidet man: Handrammen, Zugrammen, Kunstrammen, Dampfgrammen und in neuester Zeit auch Pulverrammen.

1) Die einfachste Ramme ist die Handramme, sie besteht nur aus dem Rammkloß, welcher unmittelbar und aus freier Hand durch Arbeiter gehoben und auf den Pfahl herabgestoßen wird. Zu diesem Zwecke sind an demselben — in der Regel vier — Bügel angebracht, welche als Handhaben dienen und gewöhnlich so lang sind, als der Kloß, damit die Arbeiter in verschiedenen Höhen angreifen können. Das Gerät besteht ganz aus Holz; die Form ist meistens eine abgerundete, achtsseitige Pyramide, die sich ohne großen Holzverlust aus einem runden Stammabschnitte bilden läßt. Fig. 56 zeigt eine solche Handramme im Grundriß und Aufsriß. Unten wird der Kloß mit einem starken eisernen Ringe beschlagen, den man „handwarm“ von oben auftreibt, bevor die Bügel befestigt sind. Eine Befestigung des Ringes durch Nägel oder eiserne Krampen ist nicht zweckmäßig, weil diese durch die Erschütterung lose werden und beim Eintrocknen des Kloßes den Ring am weiteren Herabsinken hindern würden, was geschehen muß, wenn der Ring immer fest schließen und den Kloß dadurch am Zerpringen hindern soll. Aus diesem Grunde soll auch recht trockenes Holz verwendet und der Ring so angebracht werden, daß er anfänglich 16 bis 18 cm vom unteren Ende des Kloßes entfernt bleibt. Das zweckmäßigste Material zu einem Rammkloße ist Eichen- oder Rüsterholz.

Der Gebrauch der Handramme setzt immer kräftige und eingübte Arbeiter voraus. Man darf hierbei etwa 12,5 kg Gewicht des Kloßes bei 1 m Hubhöhe auf jeden Arbeiter rechnen, und da sich deren nicht mehr als vier anstellen lassen, so beschränkt sich das ganze Gewicht des Rammkloßes auf etwa 50 kg. So lange der Pfahl noch hoch steht, muß der Kloß sehr hoch gehoben werden, wobei die Arbeiter ängstlich werden. Um diesen Übelstand zu beseitigen und den Effekt der Ramme zu erhöhen, sucht man die Richtung des Kloßes dadurch zu fixieren, daß man auf dem Pfahle eine schmiedeeiserne Stange anbringt, welche den Kloß führt. Fig. 56 zeigt bei A eine solche von 1,5 m Länge und 4 cm Durchmesser. Sie ist am unteren Ende mit einem Gewinde und dicht darüber

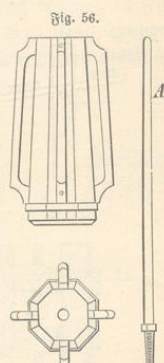
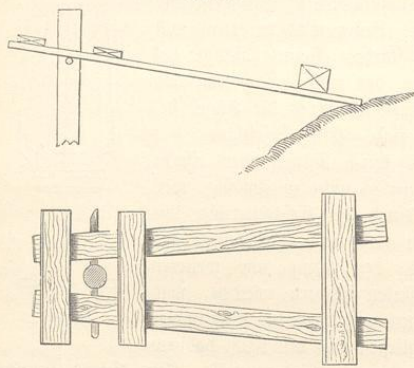


Fig. 56.

mit einem vier- oder sechseckigen Ansatz versehen, um sie mit einem Schlüssel fassen zu können. Nun wird möglichst genau in der Achse des Pfahles ein passendes Loch vorgebohrt und in dieses die Stange so eingeschraubt, daß sie in die Verlängerung der Pfahlachse fällt. Auch der Kammklotz muß in der Richtung seiner Achse durchbohrt werden, so daß er mit hinreichendem Spielraum an der eisernen Stange auf und nieder gleiten kann; an seiner Unterfläche erhält er eine Vertiefung, damit er nicht auf den eckigen Ansatz der Stange aufstößt. Da die Arbeiter hierbei ein Herabfallen des Klotzes nicht mehr zu fürchten haben, arbeiten sie dreister und mit mehr Kraft. Die eiserne Stange kann nach dem Einrammen des Pfahles wieder ausgeschraubt und von neuem gebraucht werden.

Um das Einrammen mittels der Handramme noch mehr zu erleichtern, kann man, nach Fig. 57, ein kleines Gerüst

Fig. 57.



anzuwenden, auf welchem die Arbeiter stehen, und hier nicht nur durch ihr eigenes Gewicht den Effekt der Arbeit erhöhen, sondern dieselbe auch dadurch erleichtern, daß sie den Kopf des Pfahles immer in derselben zweckmäßig gewählten Höhe vor sich behalten. Das Gerüst ruht nämlich mit dem vorderen Ende auf einer durch den Pfahl gesteckten, starken, eisernen Stange, so daß es sich bei tieferem Einsinken des Pfahles samt den darauf stehenden Arbeitern senkt.

§ 19.

2) Zu größeren Kammarbeiten bedient man sich der Zugramme, bei welcher der Kammklotz an dem Kammtau hängt, welches über eine, auf besonderem Gestelle befestigte Rolle, die Kammscheibe, geht und von den Arbeitern mittels an dem Kammtau befestigter Leinen stoßweise in die Höhe geschneilt wird. Der Kammklotz findet Führung an dem Gestell selbst, so daß er sicher den Pfahl treffen muß.

Die Einrichtung der Zugrammen ist in den verschiedenen Gegenden ebenfalls verschieden. Fig. 1, Taf. 71, stellt eine in Norddeutschland übliche Kramme dar, die sich durch die Menge starker Hölzer und ihr daraus sich ergebendes großes Gewicht auszeichnet. Dies sichert ihr zwar einen festen Stand, erschwert aber auch ihr Aufstellen und den Transport von einem Pfahle zum anderen (das sogenannte „Verfahren“).

Die Kramme besteht aus einem Schwellwerk, auf dem die Ruten und Streben aufstehen. Die Rute a zur Leitung des Kammklotzes nimmt oberhalb die Kammscheibe auf, über welche das Kammtau geht, und wird durch die beiden Seitenstreben bb gehalten; diese drei Hölzer bilden mit der Schwelle c die Vorderwand der Kramme, die durch die Hinterstreben dd in ihrer vertikalen Stellung gehalten wird. Letztere tragen einen einfachen Hornhaspel, der als Winde dient, mit welcher — mittels des Pfahltau es e — die einzurammenden Pfähle aufgerichtet werden. Dieses Pfahltau läuft über zwei feste Rollen, in einem auf der Rute befestigten Holze, dem sogenannten „Triezkopfe“ t.

Die Verbindung der genannten Hölzer wird, um sie leicht herstellen und lösen zu können, durch Zapfen und eiserne Überwürfe bewirkt. Eine Ausnahme machen die Streben, welche an ihrem oberen Ende in die Läuferrote mit Verfassung eingelassen und durch einen Bolzen mit Splint befestigt sind. Eine der Streben in der vorderen Wand ist mit Sprossen versehen, um als Leiter zum Aufsteigen zu dienen.

Das Aufstellen einer solchen Kramme geschieht in der Art, daß man die vordere Wand in horizontaler Lage zusammensetzt, dann — während sie flach auf dem Boden liegt — die übrigen Verbandsstücke an den zugehörigen Stellen befestigt. Hierauf wird am oberen Teile der Läuferrote ein Tau befestigt und mittels einer Winde oder eines Flaschenzuges angezogen, wobei man durch Anheben dem Aufrichten der Vorderwand zu Hilfe kommt. Bald muß aber der Zug an dem Tauemäßig werden, und endlich sucht man durch ein zweites, an dem Kopfe der Kramme angebrachtes Stopftau, an welchem man einige Arbeiter anstellt, ein zu heftiges Aufschlagen der Verschwellung auf den Boden zu verhüten. Beim Niederlegen ist das Verfahren das umgekehrte. Hat man mehrere Krammen aufzurichten, so wird man nur bei der ersten das beschriebene Verfahren anzuwenden haben und sich dieser dann zum Aufrichten der übrigen mit Vorteil bedienen können. Dasselbe gilt beim Niederlegen der Krammen.

Das Verstellen der Krammen auf der Baustelle, das sogenannte „Verfahren“, geschieht nicht durch Zerlegen, sondern sie werden nur stehend, mit Hilfe von Hebebäumen auf untergelegten Walzen u. s. w., verschoben, wobei

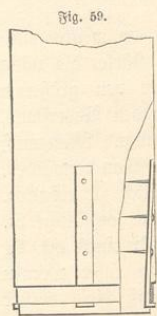
man übrigens große Vorsicht anzuwenden hat, um ein Umschlagen hoher Rammen zu verhüten.

3) Fig. 2, Tafel 71, zeigt eine, nach ganz gleichen Prinzipien konstruierte, Winkelramme. Sie unterscheidet sich von der vorigen nur durch die abweichende Veranschwellung und dient zum Einführen in Winkeln und Ecken der Baugrube, wo man mit der vorbebeschriebenen Ramme etwa nicht zukommen kann. Sie ist schwierig aufzurichten und man wird daher, wenn beide Arten von Rammen auf der Baustelle sind, die Winkelrammen zuletzt und mit Hilfe der übrigen aufzurichten.

§ 20.

Bei beiden Rammen hat der Rammkloz dieselbe Gestalt und die Einrichtung, welche Fig. 58 zeigt. Er hat vier Arme, welche seitwärts an der Läuferrote vorbeigehen und von denen je zwei hinter derselben durch einen Niegel verbunden sind. Hierbei kann sich der Kloz nicht sicher gegen die ziemlich schmale Fläche der Läuferrote lehnen und schwankt daher etwas, was immer zunimmt, wenn durch den Gebrauch sich die scharfen Kanten der Hölzer abgerundet haben.

Der Kloz besteht gewöhnlich aus Holz, häufig auch aus Eisen; sein Gewicht schwankt zwischen 300 und 400 kg, je nach dem leichteren oder schwereren Eindringen der Pfähle, und man pflegt als Regel anzunehmen, daß der Kloz wenigstens nicht leichter sein dürfe, als der einzurammende Pfahl. Hölzerne Rammklöze werden gewöhnlich aus Eichenholz angefertigt, und ist dazu gesundes und trockenes Holz auszusuchen, um das Aufreißen, Zerplittern resp. Stumpfschlagen des Rammklozes zu verhüten. Der heftigen Stöße wegen muß letzterer mit einigen eisernen Ringen beschlagen werden. Meistens gestaltet man den

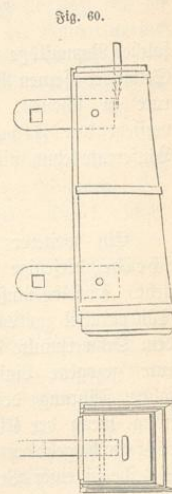


Kloz prismatisch und seinen Querschnitt quadratisch. Ober- und unterhalb erhält er einen etwa 1,5 cm tiefen Einschnitt zum Einlegen der eisernen Ringe. Diese Einschnitte sind nötig, weil an der der Läuferrote zugekehrten Seite Beschlagteile nicht vorstehen dürfen. Jeder Ring wird zwar durch Nägel befestigt, meistens aber noch durch eiserne, hakenförmige Schienen festgehalten, welche man auf den Mitten der Seiten des Rammklozes einläßt und festnagelt, durch die umgebogenen Ecken wird dann der Ring festgehalten, wie Fig. 59 mit Ansicht und Durchschnitt verdeutlicht.

Durch solche Befestigung werden die Ringe zwar vor dem Herabfallen gesichert, nicht aber vor dem Loswerden, wenn das Holz des Klozes zusammengetrocknet ist. Man thut daher besser, den Kloz pyramidal zu bearbeiten, so daß er sich an drei Seiten nach oben stark verjüngt und nur an der vierten Seite, welche sich an die Läuferrote lehnt, senkrecht zur Grundfläche bleibt. Die Ringe haben nämlich das Bestreben, infolge der starken Stöße an dem Kloze herunterzugleiten, und werden daher bei einer pyramidalen Form desselben durch das Rammen selbst immer wieder fest aufgetrieben, wenn sie durch das Eintrocknen des Holzes lose geworden sind. Die Ringe müssen, namentlich der untere, wenigstens 1,5 cm dick und 5 cm breit gemacht werden. Sie stehen allerdings auf allen Seiten des Rammklozes um ihre Stärke vor, und damit sie die Läuferrote nicht beschädigen, wird auf dieser Seite ein glatt gehobeltes eichenes Brett, welches passende Einschnitte für die Ringe hat, an den Kloz genagelt. Alle Nägel u. s. w. fallen nun natürlich fort, und damit der unterste Ring auch wirklich an dem Kloze herabgleiten kann, muß er in seiner Weite so bemessen werden, daß er anfänglich gegen 16 bis 18 cm von der Unterfläche entfernt bleibt. Die Ringe werden des festeren Schließens wegen „handwarm“ aufgetrieben.

Der in Fig. 60 gezeichnete Rammkloz zeigt die hier beschriebene Anordnung. Derselbe gehört zu der in Fig. 3 auf Tafel 71 dargestellten Ramme und hat nur zwei Arme, doch läßt er sich auch leicht so umformen, daß er zu den Rammen Fig. 1 und 2 derselben Tafel gebraucht werden kann.

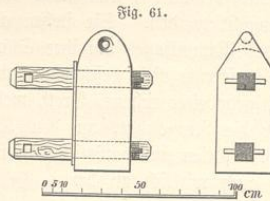
Die Befestigung der Arme am Rammkloz erfordert ebenfalls Aufmerksamkeit. Es ist ratsam, dieselben mit ihrem ganzen Querschnitte in den Kloz einzulassen und durch einen 1,5 cm starken Bolzen, der durch den ganzen Kloz geht, festzuhalten, wie dies Fig. 59 andeutet. Oft sieht man die äußersten Enden der Arme mit eisernen Ringen beschlagen; diese werden bei den heftigen Stößen lose und können das Aufspringen der Arme auch nicht verhindern, sondern fallen herab und können dadurch den Arbeitern, welche unter der Ramme stehen, gefährlich werden. Sind an den hinteren Enden der Arme Niegel nötig, wie in Fig. 58, so müssen 5 bis 7 cm im Quadrat große Löcher in die Arme gestemmt werden; die ebenso starken Niegel haben dann auf einer Seite einen vorstehenden Kopf, so daß sie sich nicht durchziehen können



und erhalten auf der anderen am besten einen gewöhnlichen, eisernen Vorstecknagel.

Zur Befestigung des Rammtaues erhält der Klotz eine Dse aus Schmiedeeisen, welche so in der Oberfläche des Klotzes befestigt wird, daß sie sich in der Schwerlinie des Klotzes befindet, was das Rammen sehr erleichtert. Die aus 3 bis 4 cm starkem Rundeisen geschmiedete Dse muß aber im kalten Zustande eingetrieben werden.

Gußeiserner Rammklotze sind bei Zugrammen verhältnismäßig selten, und da nicht im Gebrauche, wo das Holz mäßig im Preise steht, denn sie zerschlagen die Köpfe der Pfähle leicht, und diese müssen daher bei Anwendung



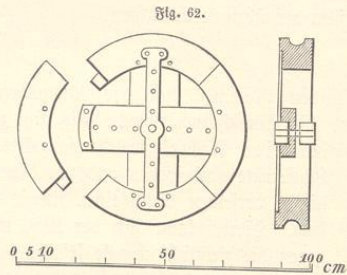
solcher Rammklotze mit eisernen Ringen beschlagen werden. Selbst bei eisernen Rammklotzen macht man, um die Läuferrote zu schonen, die Arme gewöhnlich von Holz und versieht die Fläche des Klotzes, welche sich gegen die Läuferrote lehnt, mit einem „Holzfutter“. Vergl. Fig. 61.

§ 21.

Ein weiterer Teil der Ramme ist die Rammscheibe, diejenige feste Rolle, über welche das Rammtau geht. Dieselbe muß so angebracht werden, daß sie das Tau parallel zur Läuferrote führt, d. h. es muß eine aus dem Schwerpunkte des Rammklotzes parallel zur Läuferrote gezogene Linie die Rammscheibe tangieren. Eine solche Führung des Rammtaues wird besonders dann nötig, wenn der Klotz wie beim „Sezen“ eines Pfahles recht hoch gehoben werden muß. Ferner soll sich die Scheibe in einer Vertikalebene befinden, welche die Mitte der Läuferrote schneidet, um die Reibung zu verringern. Auch darf die Scheibe keinen zu kleinen Durchmesser bekommen, weil dadurch die Widerstände, welche aus der Steifigkeit des Taaes und aus der Zapfenreibung entstehen, so bedeutend vermehrt werden, daß man z. B. bei einem 600 kg schweren Klotz und 4 cm starken Taa die Kraft zum Aufziehen des Klotzes um 50 kg vermindern kann, wenn man den Durchmesser der Scheibe von 26 auf 72 cm bringt. In England will man sogar die Erfahrung gemacht haben, daß der fünfte Teil der Mannschaft entbehrt werden kann, wenn statt der üblichen Scheiben von 25 cm solche von 1,2 m Durchmesser angewendet werden. Diese Scheiben haben dann aber die verbesserte

Konstruktion, daß die Achse sich mit ihren Zapfen in Pfannen dreht, während sonst die Scheibe gewöhnlich um einen, im Rammgerüst befestigten, Bolzen ihre Umdrehung macht.

Die Scheiben bestehen in der Regel aus Weißbuchenholz oder Birkenholz; zu kleinen Scheiben kann das feste Pockholz verwendet werden. Kleine Scheiben werden aus dem vollen Holze gedreht, größere aus Felgen und Armen radartig zusammengesetzt, wie Fig. 62 zeigt. Die Arme



sind überblattet und in die Felgen verzapft; zwei eiserne, in das Holz eingelassene Schienen bilden die Buchsen, mit denen die Scheibe den Bolzen, der ihr als Drehachse dient, umfaßt.

Die Scheibe findet ihre Befestigung in einem Schlitze der Läuferrote, und als Drehachse wirkt ein durch die Läuferrote gesteckter Splindbolzen (siehe Fig. 3, Tafel 71).

Die „Kille“ für das Tau ist in der Scheibe gewöhnlich nur flach eingeschnitten, und damit das Tau nicht herauspringen kann, versieht man die Läuferrote an beiden Seiten mit breiten Backenstücken, welche dies verhindern.

Gußeiserner Rammscheiben haben außer einer größeren Festigkeit und Dauer den Vorzug, daß sie durch den Gebrauch sehr glatte Kissen bekommen, wodurch das Rammtau geschont wird.

Das Rammtau ist der Abnutzung am meisten ausgesetzt, und aus diesem Grunde wird es stärker als nötig genommen. Ein stärkeres Tau ist aber von größerem Durchmesser und Gewicht und vermehrt den Widerstand, der aus der Steifigkeit des Seiles entspringt. Man muß daher das beste Material zu einem solchen Tau verwenden, um den Durchmesser so klein als möglich zu erhalten. Wenn dies der Fall und die Arbeit eine sorgfältige ist, so genügt eine Stärke von 3 bis 3,5 cm für einen 600 kg schweren Rammklotz. Wird das Tau in einer eisernen Dse an dem Rammklotz befestigt, so muß diese vorher einige Zoll dick mit Hanf bewickelt werden, damit das Tau eine weiche Unterlage bekommt, auch nicht zu scharf gebogen zu werden braucht.

Am anderen Ende des Rammtaues werden die Zugleinen, an denen die Arbeiter ziehen, angesteckt; deren müssen so viele sein als Arbeiter. Die Leinen sind etwa nur 1,5 cm stark, sollen aber ausreichend lang sein, damit sie weit oben an dem Rammtau angesteckt werden können und keinen zu schrägen Zug veranlassen, wodurch ein großer Teil der Zugwirkung verloren ginge. Am besten ist es, die Leinen alle an einem gemeinschaftlichen Tause a (Fig. 63),

Fig. 63.

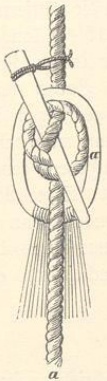
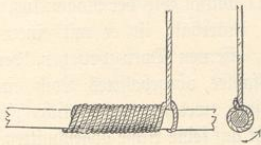


Fig. 64.



dem sogenannten Kranztaue, einzuschlingen und dieses auf die in der Figur angegebene Art an dem Rammtau zu befestigen („anzustechen“).

Es kommt darauf an, daß die Enden der Zugleinen, an welchen die Arbeiter mittels Knebeln angreifen, immer in der richtigen Höhe sich befinden, und zwar vor den Augen der Arbeiter, wenn der Rammkloß auf dem Pfahle aufsteht. Da die Zugleinen aber mit dem tieferen Eindringen des Pfahles sich in Beziehung auf den Standpunkt der Arbeiter verkürzen, so können dieselben auch nur immer für eine kurze Zeit die richtige Länge behalten, und man muß daher im Stande sein, die Länge leicht zu verändern, was am einfachsten erreicht wird, wenn man nach Fig. 64 die Leine mehrere Male um den, etwa 4 cm starken und 40 cm langen, hölzernen Knebel umschlingt und die letzte Windung verkehrt aufsteckt; dreht man nun den Knebel nach der Richtung des Pfeiles, so verlängert sich die Zugleine von selbst.

§ 22.

Die vorbeschriebenen Rammergerüste sind in Deutschland zwar sehr gebräuchlich, aber, wie schon erwähnt, auch beschwerlich. Um den Gegenstand jedoch nicht über Gebühr auszu dehnen, wird es genügen, noch eine Ramme zu beschreiben, die sich durch ihre Einfachheit auszeichnet und zugleich den Vorteil gewährt, daß sich mit derselben Pfähle auch in schräger Richtung einschlagen lassen und sie als Kunstramme gebraucht werden kann. Hagen, dessen Werke wir hier folgen, nennt diese (in Fig. 3, Taf. 71, dargestellte) Ramme die Stützenramme und bemerkt, daß sie hauptsächlich in den Dstschäfen im Gebrauche sei.

Sie besteht außer der verschwellten Vorderwand nur aus der Stütze A, gegen welche erstere sich lehnt. Zwei Tause, die am oberen Ende der Rute befestigt und unten um eingeschlagene Pfähle geschlungen sind, sichern den Stand der Ramme noch mehr, sollen aber nur nötig sein, wenn die Ramme eine nahezu senkrechte Stellung bekommt. Eine Bindevorrichtung ist nicht vorhanden, und statt des sonst üblichen Triekopfes ist an dem vorderen Ende der Stütze ein starker Haken angebracht, in welchem der obere Block eines Flaschenzuges hängt, der zum Setzen der Pfähle benutzt wird.

Eine solche Ramme läßt sich sehr schnell zusammensetzen, leicht auf unebenem Boden aufstellen und ebenso leicht „verfahen“; zu letzterer Arbeit sind, selbst wenn die Ramme gegen 11 bis 12 m hoch ist, nur sechs bis acht Mann erforderlich. Sie steht zwar nicht so fest als eine mit vollständiger Verschwellung versehene Ramme, auf welcher außerdem noch die Bedienungsmannschaft steht, doch verhüten ein Paar mit Umsicht angebrachte Kopftaue das Umschlagen vollständig. Die Schwelle liegt nur an drei Punkten, da wo die Streben und die Läuferrote auf ihr aufstehen, auf dem Boden, um beim Verfahen der Ramme die Schwelle unten mit Brechitangen fassen zu können.

Diese Ramme gehört zu den sogenannten Scherensrammen, indem die Läuferrote einen Schliß hat, durch welchen die beiden Arme des Rammkloßes hindurchgreifen und durch einen Riegel gehalten werden. Diesen Schliß kann man dadurch bilden, daß man aus der stärkeren Läuferrote eine 4 bis 5 cm starke Diele herauschneidet; doch bleibt es immer vorzuziehen, die Rute aus zwei Hölzern zusammenzusetzen. Man kann diese Ramme auch so aufstellen, daß der einzuschlagende Pfahl sich hinter der Schwelle befindet, wozu man den Kloß nur von der anderen Seite mit seinen Armen durch die Läuferrote zu stecken braucht.

Mit der an der Ramme Fig. 1, Taf. 71, angebrachten Binde kann man zwar das Setzen der Pfähle sehr sicher vornehmen, doch geht diese Arbeit, weil an der Binde nur wenige Mann Platz haben, langsam, und da es an Arbeitern selten fehlt, so kommt man mit einem Flaschenzuge, bei dem sich mehr Leute anstellen lassen, rascher zum Ziele.

§ 23.

Die Zahl der Arbeiter bei einer Zugramme wird nach dem Gewichte des Rammkloßes bestimmt, und man rechnet dabei 14 bis höchstens 15 kg auf den Mann. Im Durchschnitt wird man dann auf eine Hubhöhe von 1,4 bis 1,5 m rechnen können.

Hat man eine große Anzahl Pfähle, namentlich Grundpfähle, d. h. solche, die ganz im Grunde stecken, einzu-

schlagen, so bedient man sich mit Vorteil zweier verschiedener Rammen, einer mit einem leichteren, 150 bis 200 kg schweren Klose, die dann mit 12 bis 16 Mann zu besetzen ist, und einer mit einem schwereren Klose und zahlreicherer Mannschaft. Mit der ersten Ramme wird der Pfahl gesetzt, und erst wenn die Schläge des leichteren Kloszes ohne erhebliche Wirkung bleiben, rückt man mit der ersten Ramme weiter und rammt mit dem schwereren Klose den Pfahl völlig fest. Die zweite Ramme findet den Pfahl immer schon in bedeutender Tiefe und bedarf daher keiner großen Höhe.

Der Platz, welchen die Arbeiter an den Zugleinen einnehmen, heißt die Rammtube, und diese muß so groß sein, daß sie für jeden Arbeiter 0,4 bis 0,6 qm Raum gewährt. Die Arbeiter dürfen nicht so dicht stehen, daß sie sich gegenseitig hindern, aber doch so nahe zusammen als thunlich, damit der Zug der an der äußeren Peripherie des Hausens Stehenden kein zu schiefer wird.

Die Rammarbeit ist eine so anstrengende, daß die Arbeiter sehr häufig ruhen müssen. Es werden jedesmal 20 bis 25 Schläge rasch hintereinander gemacht, was man eine „Hize“ nennt, und dann tritt eine Pause von zwei bis drei Minuten ein. Ein zuverlässiger Arbeiter, der bei den übrigen Autorität genießt, leitet die Arbeit durch seinen Zuruf, er führt keine Zugleine, sondern das untere Ende des Rammtaues. Dieses nennen die Arbeiter an manchen

Fig. 65.



Orten das Schwanztau, und daher führt jener Arbeiter den Namen Schwanzmeister. Ein anderer Arbeiter, am besten ein Zimmermann, leitet das Aufrichten der einzurammenden Pfähle, das „Setzen“ derselben, und sorgt für die Einhaltung der richtigen Stellung des Pfahles, indem er denselben fortwährend beobachtet und durch Anbinden mit Stricken oder Abspreizen an der Läuferrote oder anderen durch die Lokalität gebotenen Gegenständen in der gehörigen Richtung zu erhalten sucht, bis der Pfahl so tief eingedrungen ist, daß man ein Verdrehen desselben nicht mehr zu befürchten hat. Dieser Arbeiter führt den Namen Pfahlmeister.

Soll ein Pfahl gesetzt werden, so wird er an das Windetau, welches von dem Triekopfe herabhängt, oder an ein Tau, welches an dem unteren Blocke des Flaschenzuges befestigt ist, „angefloht“, d. h. so befestigt, wie es Fig. 65 zeigt, und in die Höhe gezogen, bis er frei vor der Läuferrote schwebt. Alsdann wird er in die Lage gebracht, in welche er eingerammt werden soll, und man kommt hierbei leichter und sicherer zum Ziel, wenn man

den Pfahl langsam herabläßt, aber durch Drehen im Grunde zu befestigen sucht, als wenn man denselben von einiger Höhe herabfallen („einschießen“) läßt, wobei er leicht die Richtung verliert und aufs neue gehoben werden muß.

Soll ein Pfahl so tief eingerammt werden, daß der Kopf desselben tiefer zu stehen kommt als die Schwelle der Ramme, und hat man hierzu keine besonders eingerichtete Scherenramme, so muß man sich eines sogenannten Aufsetzers bedienen. Ein solcher besteht aus einem eichenen Klose, welcher oberhalb mit einem oder zwei Armen, ähnlich wie der Rammklos, sich an die Läuferrote lehnt. Unterhalb ist er mit einem etwa 15 cm langen, starken, eisernen Dorn versehen, der in ein in den Kopf des Pfahles vorgebohrtes Loch eingreift. Vorher wird der Pfahl, welcher gewöhnlich „stumpf“ geschlagen ist, senkrecht auf seine Achse abgeschnitten, und man muß dafür sorgen, daß das Loch für den Dorn des Aufsetzers genau in der Achse des Pfahles eingebohrt wird. Ohne Not darf man einen solchen Aufsetzer nicht anwenden, denn es wird durch dieselben die Wirkung des Rammkloszes bedeutend geschwächt (nach angestellten Versuchen um ein Drittel).

§ 24.

Bei weitem vorteilhafter als die vorbeschriebene Zugramme ist die „Kunstgramme“, die sich von der ersteren im wesentlichen dadurch unterscheidet, daß der Bär nicht direkt durch Menschenkraft, sondern mit Hilfe einer Winde gehoben wird, an deren Kurbel die Arbeiter wirken. Bei der Zugramme findet nämlich eine sehr unzweckmäßige Verwendung der Arbeitskraft statt, weil auf eine sehr große Anstrengung der zahlreichen Mannschaft während 40 bis 60 Sekunden stets eine Ruhepause von zwei bis drei Minuten eintreten muß; auch ist der Fleiß einer größeren Anzahl dicht gedrängt stehender Arbeiter schwer zu kontrollieren. Rechnet man auf eine Hize mit Einschluß der Erholungspausen vier Minuten Zeit, so giebt dies pro Stunde 15 Hizen und in einem Tage von 10 Arbeitsstunden 150 Hizen. Rechnet man ferner vom Gewicht des Rammkloszes 15 kg pro Mann bei 1,5 m Hubhöhe und 20 Hube in einer Hize, so findet man das mechanische Moment eines Arbeiters während eines Tages = $150 \cdot 15 \cdot 1,5 \cdot 20 = 67500$ Meterkilogramm.

Während hiernach bei einem 600 kg schweren Bär 40 Arbeiter an der Zugramme nötig sind, genügen zum Aufwinden eines Bärs von gleichem Gewicht an der Kunstgramme vier Arbeiter, und ein Schlag der Kunstgramme bewirkt bei schwer durchdringbarem Boden oft ein tieferes Eindringen des Pfahles als eine mehrstündige Arbeit an der Zugramme. Ein Vergleich der Betriebskosten beider Ramm-Methoden, der beim Bau der steuerfreien Nieder-

lage in Harburg angestellt wurde, ergab: daß eine Zugramme zwar zweimal so schnell arbeitet als die Kunstramme, daß sie aber viermal so teuer ist, als jene, und neunmal soviel Arbeiter erfordert.

Dies Ergebnis fand annähernd auch bei den direkten, von Bauvillier angestellten Versuchen zur Vergleichung der Leistungen der Zugramme und jener der Kunstramme Bestätigung.

Während bei vielen Bodenarten die schnelle Aufeinanderfolge der einzelnen Schläge der Zugramme vorteilhaft für das Eindringen der Pfähle ist, zeigt sich der Vorteil der Kunstramme erst dann am deutlichsten, wenn die Pfähle schon tief eingedrungen sind und der Widerstand gegen weiteres Eindringen ein größerer ist. Man pflegt daher das Setzen des Pfahles und das anfängliche Einstoßen mit der Zugramme und einem leichten Bär zu bewirken und erst hinterher die Kunstramme mit großer Hubhöhe wirken zu lassen.

Die Konstruktion des Gerüsts der Kunstramme weicht im wesentlichen nicht von demjenigen ab, welches wir bei der Zugramme kennen lernten, nur muß für solide Befestigung der Winde auf dem Schwellwerk Sorge getragen werden, damit sie im Stande ist, den Bär zu heben.

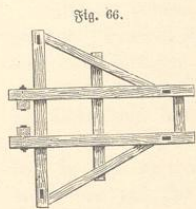


Fig. 66.

Fig. 67 und 68 zeigen dieselbe in Vorder- und Seitenansicht. — Die Schwellen, die mit Bolzen an ihnen befestigten Läuferrollen und die beiden eingezapften Hinterstreben bilden ein festes Trapez, auf dem die Rammscheibe Auflager findet. Auf diesen Schwellen kann nun auch die Winde sicher mit Bolzen befestigt werden.

Der Rammbär der Kunstramme wird stets aus Eisen hergestellt und erhält ein Gewicht bis zu 600 kg; darüber hinaus geht man nicht gern, wenn der Bär noch durch vier Mann mit einer gut konstruierten Winde gehoben werden soll. Die Fallhöhe des Bären beträgt 6 bis 8 m bei einer Höhe des Ramngerüsts von 8 bis 10 m. Bei der hier dargestellten Kunstramme bewegt sich der Bär zwischen den Läuferrollen, wobei die letzteren unter das Schwellengerüst hinabreichen können, wenn der Pfahlkopf tiefer als diese eingestoßen werden soll. Der gußeiserne Bär ist mit ausgehobelten Nuten versehen, in welche glatt bearbeitete quadratische Eisenschienen, welche an der Innenseite der Nuten befestigt sind, eingreifen. An diesen Schienen findet der Bär eine sichere Führung.

Der wichtigste Teil des Apparates ist der am Rammtau befestigte Haken, welcher den Rammkloß faßt; er

muß eine solche Einrichtung erhalten, daß er den Bär sicher faßt, in der bestimmten Höhe ihn losläßt, ihm dann folgt und von neuem faßt. Für die in Fig. 67 und 68

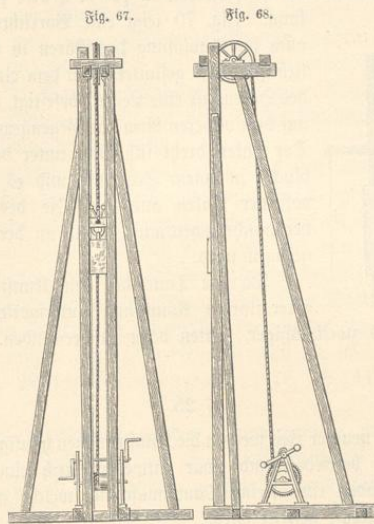


Fig. 67.

Fig. 68.

dargestellte Ramme ist zu diesem Zwecke ein zangenförmiger Doppelhaken angebracht. Diese Zange (Fig. 69) trägt an ihren oberen Armen gußeiserne, mit Nuten versehene Rollen und hat ihren Drehpunkt in einem Gußstück, dem sogenannten Fallblock, welches den Zweck hat, die Kette wieder herunterzuziehen, wenn der Bär ausgelöst worden ist. Die beiden Haken haben unten abgerundete Flächen, die beim Aufstoßen auf die Öse des Bären zurückweichen und dadurch das Eingreifen der Haken in die Öse gestatten; die inneren Flächen sind Kreisbögen, deren Mittelpunkt in der Drehachse der Haken liegt, damit die Öse des Bären leicht wieder herausgleiten kann, wenn die Zange geöffnet wird.



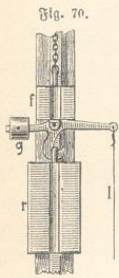
Fig. 69.

Befindet sich nun der Bär unten, der Fallblock mit Zange oben und wird das Vorgelege ausgerückt, so fällt der Fallblock hinab, während das Gewicht der Rollen die Zange schließt; sie stößt aber im Fallen auf die Öse des Bären, öffnet sich dabei, nimmt die Öse auf und schließt sich sofort wieder durch das Gewicht der Rollen. Hierauf wird das Vorgelege der Winde wieder eingerückt und der Bär emporgezogen, wobei sich die Rollen an den Führungsschienen der Nuten entlang bewegen. Oberhalb verengen sich aber die Schienen, die Rollen der Zange nähern sich also, die Zange öffnet sich und läßt den Bär fallen. — Beim Ausrücken des Vorgeleges der Winde bewegt sich

auch der Fallblock abwärts und wickelt die Kette von der Windtrommel ab.

Die Windtrommel ist mit einer Bremse versehen, durch welche man den Fallblock in jeder Höhe festhalten kann. Fig. 70 zeigt eine Vorrichtung, die auch die Auslösung des Bären in jeder beliebigen Höhe gestattet. An dem einen Arm des Hakens ist eine Leine *l* befestigt, während auf dem anderen Arm ein Gegengewicht sitzt. Der Haken dreht sich dicht unter den Fallblock *f* in einem Scharnier und es ist klar, daß der Haken aus der Ose des Bären herauschnappen muß, sobald an der Leine *l* gezogen wird.

Da die Taae bei den Kunststrammen einer starken Abnutzung unterworfen sind, so ist es zweckmäßiger, Ketten dazu zu verwenden.



§ 25.

In neuerer Zeit werden die Kunststrammen häufig mittels Dampf betrieben, und zwar entweder durch eine Lokomobile oder eine kleine Dampfmaschine, welche auf das Schwellgerüst gestellt wird.

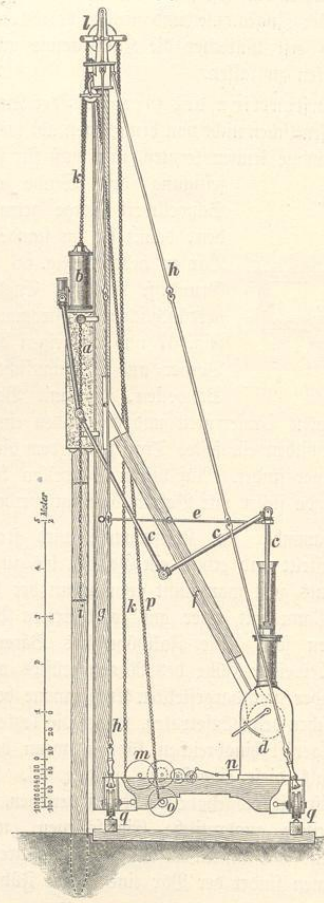
Da aber die Anschaffung der Nasmyth'schen Dampfkranne ein sehr bedeutendes Kapital erfordert, so wird sich für Fälle, wo die Ausgabe von 25000 Mark nicht lohnend ist, auch die Verwendung einer Kranne mit Pferdebetrieb empfohlen. Eine solche Einrichtung ist von dem Ingenieur Laferrère benutzt und im „Portefeuille économique des machines“ 1875, S. 66, mitgeteilt worden. Als Göpelwelle wurde die Achse eines Erdtransportwagens benützt; sie wird von einem Halslager umfaßt. Der Göpelbaum, an dessen Enden je ein Pferd wirkt, ist an den Speichen des Rades festgeschraubt und im ganzen 7,0 m lang. Abbildung und Beschreibung findet der Leser auch in Klafen, Handbuch der Fundierungen, S. 81.

Eine eigentümliche Kranne ist in Holland angewendet worden, die von *Booy & Co.* in Luik ausgeführte „Wippkranne“. Die Kunststrammen haben nämlich den Übelstand, daß die Pausen zwischen den einzelnen Schlägen zu lang sind, wodurch die Schlagwirkung des Bären — namentlich im Triebstande — abgeschwächt wird, indem das umgebende Erdreich Zeit gewinnt, umso fester an den Pfahl zu adhären, je längere Zeit zwischen den einzelnen Pausen vergeht. Mittels der Wippkranne soll ein Pfahl mit halb so viel Schlägen auf dieselbe Tiefe wie mit der Zugkranne eingeschlagen werden können und die Kostenersparnis 34 Proz. betragen. In diesem Falle dürfte die Wippkranne gute Dienste leisten. Dieselbe ist zur Dar-

stellung gebracht im Jahrg. 1869 der Deutschen Bauzeitung S. 631.

Die Dampfkraft wurde zuerst im Jahre 1844 zum Heben des Bären in Anwendung gebracht, dieselbe ist von *Nasmyth* erfunden und arbeitet mit kleiner Hubhöhe, aber schnell auf einander folgenden Schlägen; denn es ist zuweilen vorteilhaft, einen Krannbär von größerem Gewicht auf geringere Höhe zu heben, dafür aber die Anzahl der Schläge zu vergrößern. Diese Erfahrung ist namentlich im Moorboden Hollands gemacht worden. Wenn hier die Schläge der Krannen schnell auf einander folgten, blieb der Boden in Schwingungen und der Pfahl konnte sich mit der umgebenden Erde nicht fest verbinden, was nach Verlauf einiger Stunden zu geschehen pflegt.

Fig. 71.



In Fig. 71 ist eine beim Grundbau der Wechselbrücke in Dirschau angewendete *Nasmyth*'sche Dampfkranne in

der Seitenansicht dargestellt. Auf der hinteren Seite des 4,50 m langen und 4,0 m breiten Schwellenwerkes der Ramme, welche mittels Rädern auf einem Schienengleis verschiebbar ist, steht der Dampfkessel d, während in der Mitte der vorderen Seite die 14,0 m hohe Läuferrote aufgestellt ist. Im Rammgehäuse a befindet sich der Bär, b ist der Dampfcylinder, c die Dampfleitung, e eine Stange zur Befestigung des Dampfrohres, f eine Strebe zum Absteifen der Läuferrote gegen den Dampfkessel. Der Kopf der Läuferrote ist mittels vier eiserner Zugstangen h mit dem Schwellwerk der Ramme verbunden. Der einzurammende Pfahl ist mit i bezeichnet und k ist die Kette, woran die Rammvorrichtung hängt. Dieselbe ist über die Rolle l im Triexkopf nach der Trommel m geführt, die durch eine kleine Dampfmaschine n getrieben wird.

Zum Aufziehen der einzurammenden Pfähle dient die Trommel o und die Kette p, die Umdrehung der Trommel o wird durch die Dampfmaschine n besorgt, welche auch den Dampfkessel mit Speisewasser versieht und die Ramme mittels der Laufräder q auf dem Schienengleise verschiebt.

Um die Ramme in Thätigkeit zu setzen, zieht man an der schwachen Kette, die von der Steuerungsstange nach dem Fußboden des Rammgerüstes hinabgeführt ist; dadurch wird eine Sperklinke ausgelöst, so daß nunmehr der Dampf aus dem Kessel durch die 7 cm weite Rohrleitung in den Schieberkasten des Dampfcylinders und in den oberhalb befindlichen Cylinder strömt und dieser den mit ihm verbundenen Schieber heben kann. Setzt hebt auch der Dampf den Kolben und den mit ihm verbundenen Rammbar; letzterer erfaßt, ehe er seinen Lauf beendet, den Winkelschiel c, der den Dampfchieber in seinen tiefsten Stand zurückzieht, wobei der Dampfzufluß gehemmt wird und der Dampf durch Kanäle ins Freie gelangt.

Bei der hier getroffenen Einrichtung hat die Maschine keine bestimmte Hubhöhe, was sehr wichtig ist; die größte Hubhöhe ist 89 cm, der Dampfzufluß wird schon bei 63 cm abgESPerrt und das Entweichen des Dampfes findet bei 65 cm Hub statt.

Darstellung und Beschreibung der Dampframme sind zuerst publiziert in Försters Bauzeitung, Jahrg. 1850. Das Gewicht des Rammbaren, der Kolbenstange und des Kolbens beträgt 1400 kg, das des Dampfcylinders und des Rammgehäuses etwa 2000 kg. Die Ramme macht in der Minute 60 bis 70 Schläge und wurden die Pfähle in den sandigen, mit Lehm vermischten Boden 5 bis 6 m tief eingeschlagen. Das Einschlagen eines Pfahles war mit etwa 600 Schlägen, d. h. in durchschnittlich 10 Minuten beendet.

Br e y m a n n, Baukonstruktionslehre. IV. Vierte Auflage.

Die erste Anwendung der Dampframme geschah bei den Hafengebäuden in Devonport im Jahre 1845; 18 bis 20 m lange Pfähle sollen hier in 2 bis 3 Minuten 10 bis 12 m tief eingerammt worden sein. Zum Einrammen von Spundpfählen hat sie sich dagegen gar nicht bewährt, weil das Verstellen der Ramme großen Zeitaufwand verursacht und die starken Erschütterungen Beschädigungen der Maschine hervorrufen, wodurch im günstigsten Falle mindestens ein Viertel der Zeit mit den Reparaturen der Maschine verloren geht.

Rammrammen mit indirekt wirkender Dampfkraft, bei welchen der Bär durch eine kontinuierlich bewegte Kette ohne Ende erfaßt und gehoben wird, um am Ende des Hubes abzufallen, sind von N. Scott und von Sissons und White konstruiert und beim Umbau der Westminsterbrücke mit Erfolg angewendet worden. Eine Dampframme nach dem System Sissons-White mit einigen neueren Verbesserungen vom Ingenieur Reden ist im „Praktischen Maschineningenieur“ 1873, S. 115, dargestellt.

In Deutschland werden Dampframmen nach verschiedenen Systemen von der Maschinenfabrik Menck & Hambrock in Ottenfen ausgeführt, und zwar nach Tafel 72, Fig. 1. Dampframmen mit rücklaufender Kette, deren Gerüst auf Walzen steht, so daß es sich gut fortbewegen läßt und für enge Baugruben eignet. Das Gerüst ist ganz aus Eisen hergestellt und die Läuferrote besteht aus 2 eisernen Flachschienen, welche mit einem eisernen Balken verbolzt sind, so daß dadurch eine sichere Führung für den Bär entsteht. Die beiden Flachschienen sind durch ausgebohrte schmiedeeiserne Querstücke derartig verbunden, daß sie ihre gegenseitige Lage nicht verändern können, wodurch die Wirkung der seitlichen Pressschläge des Rammbars auf den Holzbalken aufgehoben wird. Zur weiteren Sicherung gegen das Aufspalten des Balkens ist derselbe noch in der üblichen Weise durch eiserne Schrauben und Klammern gebunden.

Für hölzerne Handzugrammen bewährt sich ebenfalls das System der rücklaufenden Kette am besten. Rammgerüst und Läuferroten bestehen aus Holz. An Stelle der Dampfwinde tritt eine Handwinde, wie solches Fig. 4, Tafel 72 veranschaulicht.

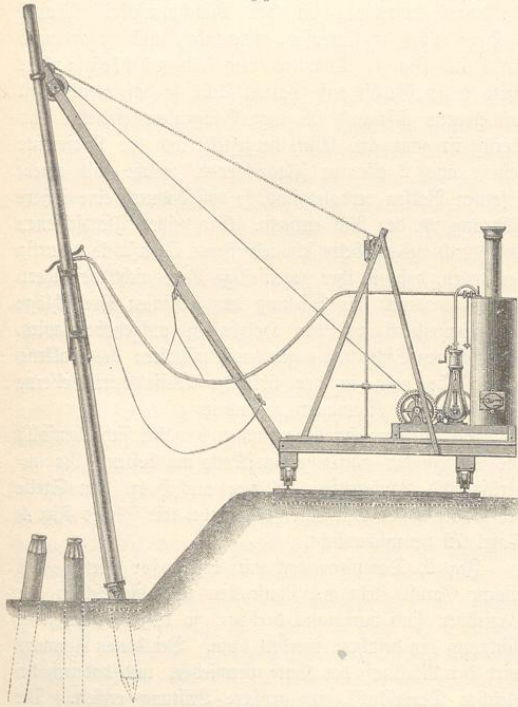
Fig. 2, Dampframmen mit endloser Kette; das eiserne Gerüst steht auf Laufrollen und die Achsen der Laufräder sind horizontal drehbar, so daß es nach jeder Richtung hin befahren werden kann. Bei diesen Rammen wird der Rücklauf der Kette vermieden, und dadurch bei gleicher Dampfkraft eine größere Leistung erzielt. Die Maschinenleistung derselben ist gleich gut bei kleinen und großen Fallhöhen, man kann also bei weichem wie bei hartem Boden mit gleichbleibender Leistung leichte und

schwere Schläge abgeben. Die Läuferferruten stehen auf dem Fußrahmen, weshalb die Pfähle nicht ganz eingeschlagen werden können, sondern circa $\frac{1}{2}$ m über dem Erdboden stehen bleiben. Die Läuferferruten sind wiederum aus Eisen und Holz zusammengesetzt.

Fig. 3, Dampfkrammen mit direkt wirkendem Bär. Hier wird der Bär nicht durch ein Windwerk und Kette gehoben, sondern der Dampf hebt direkt den Bär und durch das Abstellen des Dampfes wird er auch zum Fallen gebracht. Derselbe ist nämlich als Dampfzylinder mit einer nach oben durchgehenden hohlen Kolbenstange konstruiert, durch welche der Dampf in den Bär gelangt. Die Maschine ruht hiernach auf dem Pfahlkopf und sinkt mit dem Pfahl in dem Maße, wie dieser in den Boden sinkt.

Diese Krammen mit dem direkt wirkenden Bär geben die besten Leistungen von dem genannten System, aber jede solche Ramme hat wegen ihrer beschränkten Fallhöhe nur eine begrenzte Schlagkraft; die Zahl der Schläge in der Minute schwankt zwischen 40 und 30.

Fig. 72.



Ment & Hambroek bauen auch Dampfkrammen nach dem System Lacour. Der Rammbär ist hier — wie der vorherbeschriebene — als Dampfzylinder konstruiert, die

Kolbenstange geht aber nicht nach oben, sondern nach unten aus dem Bären heraus, wo sie mit ihrem Ende auf den Pfahlkopf stößt und dadurch den Stützpunkt für den Bären abgiebt. Auf dem Bären befindet sich der Dreivegehahn für den Dampf-Ein- und Austritt, welcher durch einen Gummischlauch mit dem Kessel verbunden ist. Da der Schlauch die Schläge des Bären mitmachen muß, so findet infolge der Wirkung des heißen Dampfes auf den Schlauch starker Verschleiß desselben statt. Ein Übelstand des Lacour'schen Bären ist auch das Austreten heißen Kondensationswassers aus dem Bären, wodurch der darunter stehende Pfahlkopf aufgeweicht wird und häufig abgeschnitten werden muß.

Fig. 73.

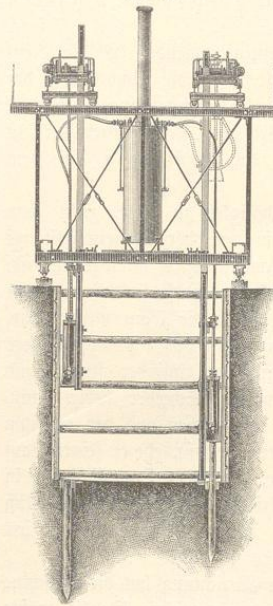


Fig. 74.

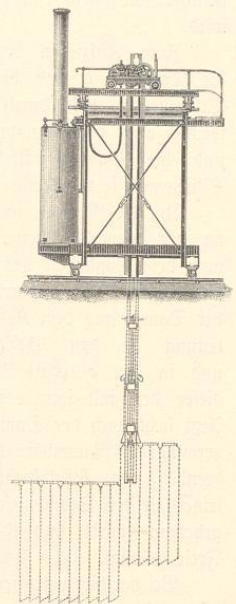


Fig. 72 veranschaulicht ein von Ment & Hambroek dargestelltes Ramngerüst mit direkt wirkendem Bär. Die Läuferferruten hängen hier an einem fahrbaren Kran, der zugleich die Dampfwinde trägt. Die Ausladung des Kranes läßt sich verändern und nach jeder Richtung schräg stellen, was dann von Vorteil ist, wenn die Ramme nicht neben oder über den einzuschlagenden Pfählen gestellt werden kann. Für die Fundierung langer Futtermauern stellt man die Ramme auf einen Unterwagen und dieser läuft auf einem Gleise in der Richtung der Mauer.

Zum Einschlagen paralleler Spundwände oder Bohlenwände für Kanalarbeiten in wasserführendem Boden sind auch die in Vorder- und Seitenansicht dargestellten

Doppeldampfrahmen von Menck & Hambroek (Fig. 73 und 74) zu empfehlen. Die Rammgerüste überspannen die Baugrube und laufen auf Schienen, welche über die Baugrube gelegt werden, nachdem die Erdwände abgesteift sind. Die Läuferrollen können bis auf den Boden der Baugrube hinabgelassen, aber auch so hoch gehoben werden, daß ihre Unterkante mit Terrainhöhe abschneidet und man mit der Ramme über die Absteifungen der Baugrube hinwegfahren kann. Das Gewicht des Bären beträgt 600 kg und die Dampfzuführung erfolgt durch Schläuche.

Auch die von dem Amerikaner Mr. Shaw erfundene Pulverramme hat sich in vielen Fällen vorteilhaft bewährt. Als bewegende Kraft des Rammbären wird hier ein starker Druck in dem Mörser oder der Kanone erzeugt, die direkt über dem einzudrückenden Pfahl aufsteht. In diesen Mörser wird die Patrone geworfen, die sich durch den Schlag des herabfallenden Bären entzündet, wodurch der Bär wieder emporgeschleudert wird. Zum Eintreiben wirkt einerseits das Mörsergewicht, andererseits das Gewicht des Bären und der Rückschlag beim Explodieren. Detaillierte Zeichnungen der von der „American Dredging Company“ für die Ausstellung in Philadelphia erbauten Pulverramme findet man in „Engineering“ 1876, S. 408.

Nachdem die Pulverramme sich in Amerika gut bewährt hat, wird dieselbe jetzt auch in Deutschland gebaut (von Kiedinger in Augsburg). Bei der größeren Sorte haben Bär und Mörser ein Totalgewicht von zusammen 2000 kg; die kleinere Sorte ist für 6 m Tiefgang des Pfahles bei einem Gewicht des Mörseres von 300 kg und des Bären von 700 kg berechnet. Sie wurde beim Bau der Elbbrücke zu Dresden angewendet, worüber Ingenieur Kuhn¹⁾ berichtet. Zur Bedienung waren sechs bis acht Mann und ein Vorarbeiter zum Dirigieren der Bremse erforderlich, ein zweiter besorgte das Einwerfen der Patronen in den Mörser. Die Ramme wurde auf einem Schiffe postiert, die Detonationen beim Betriebe aber waren so bedeutend, daß für Fuhrwerke in der Nähe Schwierigkeiten entstanden.

Obwohl die Leistung eine recht erhebliche war (das Einrammen eines Pfahles in festgelagertem Kies auf 2 bis 2,5 m Tiefe erforderte nur 25 bis 30 Minuten Zeit), dürfte sich doch die Pulverramme weniger als die Dampfrahmen für Fundierungen²⁾ empfehlen, da die Anschaffungskosten etwas größer sind als bei der Pulverramme und die Kosten des Einrammens pro Pfahl unter ziemlich gleichen Verhältnissen sich verhielten wie 6,1 : 8,75 Mk.

1) Deutsche Bauzeitung, Jahrg. 1875, S. 443.

2) Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieurvereins 1868, S. 27.

Übrigens dürfen in der Nähe vorhandener Gebäude Dampfrahmen mit großen Fallhöhen und schwerem Bär auch nicht angewendet werden, weil durch die starken Erschütterungen bei der Arbeit des Einrammens in den Nachbargebäuden Risse entstehen. (Vergl. Deutsche Bauzeitung, Jahrg. 1877, S. 110.)

§ 26.

Arbeitsleistung bei verschiedenen Rammern. Kosten des Rammens.

Die tägliche Leistung eines Arbeiters an der Zugramme wurde oben (§ 24) zu 67500 mkg berechnet, wobei noch 5 Proz. für Seilwiderstand und Reibung in Abzug zu bringen sind.

Die tägliche Leistung an der Kurbel der Rammramme beträgt dagegen 150000 bis 180000 mkg, von denen 75 bis 80 Proz. als Nutzwirkung auf den Rammbarren übertragen werden, also überhaupt 110000 bis 140000 mkg.

Bei den durch Dampfkraft betriebenen Rammern ist der Effekt meist nicht so günstig wegen der entstehenden großen Reibungswiderstände; aber die geringeren Kosten der Dampfkraft machen ihre Anwendung doch vorteilhaft für alle umfangreicheren Arbeiten, weil sich hier die konstanten Kosten für Maschine und Zubehör verteilen. Die Kosten des Rammens setzen sich zusammen aus den Kosten der Arbeitsleistung und denjenigen der Geräte (Maschinen), Gerüste und Zubehör und ihrer Reparatur.

a) Bei den durch Menschen betriebenen Rammern rechnet man die Anschaffungskosten pro Stück zu 8 bis 900 Mark, bei Zugrammen 5 bis 700 Mark. Das Anlagekapital und dessen Verzinsung ist also gering.

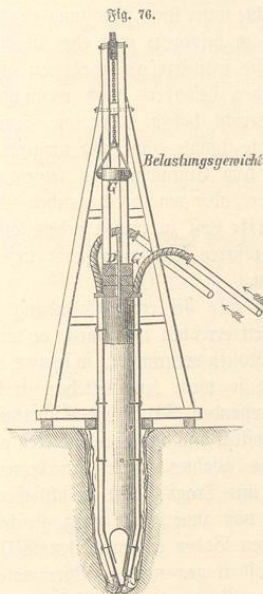
b) Über die Anschaffungskosten verschiedener Arten von Dampfrahmen und deren Leistung bei den Hellingsbauten für den Kriegshafen in der Kieler Bucht verweisen wir auf die Tabelle von Franzius in der Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieurvereins 1876, S. 69. Es betragen die Anschaffungskosten:

- | | |
|--|-----------|
| 1) der Nasmyth'schen Ramme . . . | 25000 Mk. |
| 2) „ Schwarzkopfschen Dampfzugramme | 14000 „ |
| 3) „ Dampfrahmen von Siffons und White (mit Kette ohne Ende) | 6000 „ |
| 4) „ Dampfrahmen Nr. 1 | 4000 „ |
| 5) „ Dampfrahmen Nr. 2 | 3000 „ |

Die Reparaturen bei den Zugrammen beruhen hauptsächlich auf dem schnellen Verbrauch der Taue und Zugseilen. Nach Köpke¹⁾ stellten sich die Kosten des

1) Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieurvereins 1860, S. 292.

700 kg schweren Rammbären nachgerammt. Im ganzen sind 263 Pfähle mit Wasser eingespült worden und brauchte jeder Pfahl durchschnittlich 10 Minuten.



Die Kosten für das Einspülen und Nachrammen eines Pfahles betragen an

Arbeitslohn	4,00 Mk.
Wasser	1,14 "
Gerät	1,90 "
Reparatur u. s. w.	0,46 "
zusammen	7,50 Mk.

Die übrigen Pfähle sind mit Dampfstrahlen von Menck & Hambroek eingerammt, doch wurde des Vergleiches wegen auch ein Teil der Pfähle mit der gewöhnlichen Kunstramme eingetrieben, wobei sich die nachstehenden Kosten für den 6 m langen Pfahl bei beiden Methoden herausstellten:

	Kunstramme	Dampfstramme
Anschaffungskosten	1,665 Mk.	2,65 Mk.
Betriebskosten	7,000 "	4,00 "
zusammen	8,665 Mk.	6,65 Mk.

d. h. das Einspülen stellte sich teurer als das Einrammen mit der Dampfstramme.

§ 28.

Von den Holzpfählen.

Obwohl die Konstruktion der Roste und Spundwände im vierten und fünften Kapitel des zweiten Teiles der Allgemeinen Baukonstruktionslehre besprochen worden ist,

müssen wir hier doch auf einen wichtigen Bestandteil derselben, die Pfähle, ausführlicher eingehen. Die unter der Ramme einzutreibenden Pfähle werden als Spitz- und Spundpfähle unterschieden. Erstere sind stets mit einer Spitze versehen, letztere haben gewöhnlich eine Zuschärfung in Form der Schneide und, als charakteristisches Merkmal, die Spundung. Unter den Spitzpfählen unterscheidet man wieder Lang- und Grundpfähle, je nachdem sie nur zum Teil oder auf ihre ganze Länge eingetrieben werden. Zu den letzteren oder Grundpfählen gehören gewöhnlich die Rostpfähle, obgleich sie auch, aber nur unter Wasser, als Langpfähle vorkommen können.

Was das Material anbelangt, so haben wir hier zunächst das Holz im Auge, obgleich auch eiserne Pfähle angewendet werden.¹⁾ Da es eine Hauptbedingung ist, daß der einzurammende Stamm einen recht geraden Wuchs hat, so sind es vorzüglich die Nadelhölzer, welche zu Grundpfählen benutzt werden, und von diesen besonders wieder das Kiefernholz, weil dasselbe, seines reichen Harzgehaltes wegen, der abwechselnden Nässe und Trockenheit am besten widersteht. Auch Eichen-, Buchen- und Ellernholz wird zu Pfählen verwendet, die letztgenannten Arten namentlich in England. Man kann übrigens fast alle Hölzer zu Pfählen gebrauchen, mit alleiniger Ausnahme der ganz weichen Hölzer, wie Pappeln und Weiden u. s. w.

Was die Stärke der Rostpfähle betrifft, so ist diese allerdings von ihrer Länge abhängig, doch kommen auch noch andere Umstände in Betracht, welche auf die Stärke von Einfluß sind, so die Beschaffenheit des Grundes, der Umstand, ob sie Grund- oder Langpfähle sind, ob sie in letzterem Falle stark strömendem Wasser ausgesetzt sind, ob sie einen schiefen Druck zu ertragen haben u. dergl. m., worauf wir hier nicht näher eingehen. Im allgemeinen dürften Pfähle von 22 bis 25 cm Durchmesser, wie sie in England und Frankreich ganz allgemein angewendet werden, hinreichen, auch die größten Lasten sicher zu unterstützen. Nach Perronet's Regel sollen 5 bis 6 m lange Pfähle eine mittlere Stärke von 26 mm erhalten, und auf jede Zunahme der Länge um 2 m eine Stärkezulage um 50 mm; doch bemerkt er dabei, daß bei langen Pfählen, welche zum größten Teile im Grunde stecken, auch eine Stärkezunahme von 25 mm auf je 2 m Mehrlänge genügen werde.

Die Pfähle müssen vor dem Einrammen von der Rinde befreit werden; das Abhauen des Splintes ist nicht nötig, denn wenn dieser auch wenig Dauer gewährt, so giebt er doch einen schützenden Mantel für das Kernholz ab.

¹⁾ In neuester Zeit sind derartige Konstruktionen wenig angewandt, weil Gründungen auf pneumatischem Wege und Fundierungen „auf Brunnen“ größere Vorteile bieten.

Sehr wichtig ist die Bestimmung der Länge der *Kostpfähle*, und besonders schwierig wird diese, wenn die Pfähle den festen Baugrund nicht erreichen, sondern nur durch die Widerstände, welche sich an ihrer runden Oberfläche in dem umgebenden Erdreich finden, die Last tragen sollen. Ist ein fester Untergrund zu erreichen, so läßt sich durch eine sorgfältige Untersuchung mittels Erdbohrer oder Wisstiereisen die notwendige Länge der Pfähle hinreichend genau ermitteln, wenn man die Untersuchungen auf mehrere Stellen des Bauplatzes ausdehnt. Tritt aber der zuerst erwähnte Fall ein, so dürfte nichts anderes übrig bleiben, als mehrere Pfähle zur Probe einzurammen und aus der notwendigen Länge dieser auf die der übrigen zu schließen; daß man hierbei die Probepfähle natürlich gleich an solchen Stellen einschlagen wird, an denen man sie später stehen lassen und benutzen kann, versteht sich von selbst. Man schlage indessen lieber einige Probepfähle mehr und an den verschiedensten Orten des Bauplatzes ein, um ein möglichst genaues Resultat in Beziehung auf die Länge zu erhalten. Denn wählt man diese zu groß, so wird der Preis ein höherer und das Setzen derselben beschwerlicher. Wählt man dagegen die Länge zu gering, so muß man die Pfähle „pfropfen“, wodurch aber, wie bei der Konstruktion der Koste¹⁾ bemerkt wurde, keine große Sicherheit erlangt wird. Zuweilen kann man sich dadurch helfen, daß man die Pfähle näher aneinander stellt und so bei einer gleichmäßig verteilten Belastung die auf den einzelnen Pfahl treffende verringert. Immer bleiben aber zu kurze Pfähle ein Übelstand, und man wird daher gut thun, dieselben lieber etwas zu lang als zu kurz zu wählen.

Die häufig erörterte Frage, ob man die Pfähle mit dem Stamm- oder Wipfelende nach unten einrammen soll, wird sich nach Perronet dahin beantworten lassen, daß man an die Stelle des Pfahles, welche den meisten Angriffen ausgesetzt ist, den größten Querschnitt desselben bringt. Diese Stelle befindet sich bei Langpfählen da, wo sie den Grund verlassen. Kostpfähle wird man immer mit dem Wipfel nach unten einrammen, besonders dann, wenn sie den festen Grund nicht erreichen und nur vermöge der Reibung an ihrer Oberfläche tragen sollen.

Die Vorsichtsmaßregeln, welche man bei dem Ausschneiden der Spitze an die Pfähle zu beobachten hat, sowie die Frage der Zweckmäßigkeit und Gestalt der eisernen Schuhe sind bereits im zweiten Teile der Allgemeinen Baukonstruktionslehre abgehandelt, so daß wir hier nur noch Einiges über die Tragfähigkeit der Pfähle anführen wollen.

1) Vergl. auch Allgemeine Baukonstruktionslehre, II. Teil, Seite 83.

§ 29.

Tragfähigkeit der Pfähle.

Daß Pfähle unter ihrer Belastung zerdrückt werden, ist nicht leicht zu besorgen; weit eher ist die Gefahr vorhanden, daß sie seitwärts ausweichen oder tiefer eingedrückt werden, besonders dann, wenn sie keinen festen Untergrund erreicht haben. Der lose Grund, welcher in diesem Falle die Pfähle trägt und umgibt, läßt sie sehr oft schon bei dem Einrammen zu keinem absolut festen Stande kommen, aber man wird solchen Pfählen immerhin eine gewisse Last zu tragen geben können, wenn sie unter einer größeren Belastung auch tiefer eingetrieben werden könnten.

Will man also bei einer Gründung auf Koste die nötige Sicherheit erreichen und durch zu langes Rammen nicht unnötige Kosten verursachen, so kommt es nur darauf an, die Pfähle so weit „zum Stehen zu bringen“, daß sie dem sie treffenden Druck mit Sicherheit widerstehen können. Man pflegt nun aus dem leichteren oder schwereren Eindringen des Pfahles unter den letzten Hieben des Rammens auf ihre Tragfähigkeit zu schließen, indem man annimmt, daß von zwei unter ganz gleichen Umständen und in denselben Boden eingerammten Pfählen derjenige die größere Last tragen wird, welcher unter den letzten Hieben derselben Ramme am wenigsten „gezogen hat“. Stoß und Druck sind aber in ihren Wirkungen auf einen eingerammten Pfahl zu verschieden, als daß sie eine Vergleichung zuließen, wenn sie auch zuweilen gleiche Wirkungen hervorbringen.

Die Beziehungen, welche zwischen der Tragfähigkeit und dem Maße des Eindringens der Kostpfähle unter den letzten Schlägen des Rammbaren stattfinden, lassen sich theoretisch aus der Lehre vom Stoß fester Körper ableiten. Auf diese näher einzugehen, ist hier nicht der Ort, es wird vielmehr genügen, die Resultate der Entwicklung mitzuteilen. Bezeichnet P das Gewicht des Rammbaren, Q das des Pfahles, h die Fallhöhe des Rammbaren, e das Maß, um welches der Pfahl unter dem letzten Schläge eingedrungen ist, dann ist die Last L , welche der Pfahl tragen kann:

$$L = \frac{h \cdot P^2 \cdot Q}{e (P + Q)^2}$$

Da aber der volle Stoß des Bären beim Eindringen des Pfahles in die Erde nie zur Wirkung kommt (am meisten noch im Sandboden), so pflegt man den Pfahl nie so stark zu belasten, sondern rechnet die zulässige Belastung e gleich einem Viertel der theoretischen, so daß

$$L = \frac{1}{4} \cdot \frac{h \cdot P^2 \cdot Q}{e (P + Q)^2} \text{ und daraus } e = \frac{1}{4} \cdot \frac{h \cdot P^2 \cdot Q}{L (P + Q)^2}$$

Die in der Praxis üblichen Regeln bezwecken oft noch größere Sicherheit. So stellt Perronet die Regel auf, daß 19 bis 20 cm starke Rundpfähle nur mit 25 000 kg und solche von 28 cm Stärke mit nicht mehr als 50 000 kg zu belasten seien. — In Bezug auf das Eindringen beim Rammen sagt Perronet, daß ein Kospfahl nur dann als feststehend anzusehen sei, wenn derselbe während mehrerer Hizen von 25 bis 30 Schlägen mit einem 300 bis 350 kg schweren Bär und 1,25 m Hubhöhe nur ein bis zwei Linien (2 bis 4 mm) tief eindringt. Bei weniger belasteten Langpfählen soll man sich mit sechs bis zwölf Linien begnügen können.

Num. Das Maß des Eindringens der Pfähle, welches sich aus vorstehender Perronet'schen Regel ergibt, ist nur $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ des Wertes, der sich aus der Formel für e berechnen läßt, d. h. $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ des theoretischen.

Nach Perronet sind bei der Brücke über die Seine bei Neuilly die, 0,32 m im Durchmesser starken, Pfähle jeder mit 52 850 kg, die der Brücke zu Orleans mit 52 450 kg belastet worden. Sie wurden so lange gerammt, bis sie unter einem 500 kg schweren Rammkloze, während 16 aufeinander folgenden Hizen von 30 Schlägen, nur noch 4,5 mm in der Hize zogen. Bei der Brücke zu Orleans wurden die äußeren Pfähle jedes Pfeilers als feststehend angesehen, wenn sie bei einer Hize von 25 Schlägen mit dem 450 kg schweren Kloze noch 3,4 mm zogen, und die mittleren Pfähle durften sogar noch 6,75 mm ziehen. Der siebente Pfeiler dieser Brücke senkte sich aber um 0,48 m.

Nach Sgan zin haben die Erfahrungen bei größeren und bedeutenden Bauten gezeigt, daß ein Pfahl als gehörig feststehend zu betrachten und eine dauernde Belastung von 25 000 kg zu tragen im stande ist, wenn er bei der Anwendung einer Kumpstramme in der Hize von 10 Schlägen mit einem 600 kg schweren Bär, welcher 3,6 m hoch herabfällt, nur noch 1 cm tief eindringt; oder — bei Anwendung der Zugstramme — ebenso tief in einer Hize von 30 Schlägen mit demselben Rammkloze und einer Fallhöhe desselben von 1,2 m.

In Holland, wo der weiche Grund es sehr selten erlaubt, die Pfähle so weit einzurammen, daß sie unter den letzten Hizen nur noch wenige Linien ziehen sollten, belastet man dieselben noch weit geringer, etwa nur mit 10 000 kg, ja mitunter nur mit 5500 kg.

Beim Bau der Junction Docke in Hull, wo einzelne Pfähle bis zu 27 000 kg belastet sind, ramnte man dieselben so lange, bis sie unter 80 Schlägen von 1,83 m Höhe mit einem 590 kg schweren Rammkloze nicht tiefer als 38 cm eindringen.

Man sieht, daß die Annahmen über die Tragfähigkeit der Pfähle und die hin und wieder gemachten Erfahrungen

sehr voneinander abweichen, und daß es daher nicht wohl thunlich ist, allgemein gültige Regeln in dieser Beziehung aufzustellen, sondern daß man mit der größten Aufmerksamkeit alle Umstände erwägen und die verschiedenen Erscheinungen bei der Rammarbeit sorgfältig notieren muß, um mit einiger Wahrscheinlichkeit das Richtige zu treffen. Ganz besondere Vorsicht erfordert immer der Thonboden, weil sich in diesem die durch die eingerammten Pfähle hervorgebrachte Spannung später ausgleicht. Überhaupt gewährt die Führung eines genauen Rammregisters vielfachen Nutzen; es giebt dem ausführenden Architekten die Mittel an die Hand, sein Verfahren nötigenfalls rechtefertigen zu können, und scharft im allgemeinen die Aufmerksamkeit, wodurch manchen unangenehmen Folgen vorgebeugt werden kann, wenn sich die erzeugenden Ursachen schon während des Baues zu erkennen geben und in ihrer wahren Größe gemessen werden können.

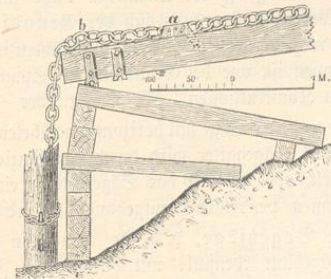
Bei wichtigen Rammarbeiten, namentlich für Pfahlroste, ist es üblich, einen „Pfahlriß“ anzufertigen, aus welchem die Stellung der einzelnen Pfähle und die Nummer zu ersehen ist, welche sie im Rammregister erhalten. Ein solches Register erhält folgende Rubriken: 1) das Datum des Einrammens; 2) Zahl der Arbeiter an der Ramme; 3) die Nummer des Pfahles im Pfahlriß; 4) die ganze Länge desselben; 5) die Länge im Boden; 6) die mittleren Pfahldurchmesser; 7) das Gewicht des Bären; 8) die Fallhöhe des Bären; 9) das Maß des Eindringens während der letzten Hizen oder Schläge.

§ 30.

Ausziehen und Abschneiden der Pfähle unter Wasser.

Wenn Pfähle schief oder unrichtig eingeschlagen worden sind und wieder entfernt werden sollen, so dienen dazu, wenn einfache Mittel nicht ausreichen: der Wuchtebaum, Windvorrichtungen, Schraubenvorrichtungen und der hydrostatische Druck.

Fig. 77.



Einen Wuchtebaum, mit dem bedeutende Wirkungen erzielt werden konnten, beschreibt Hagen im Handbuch der Wasserbaukunst II, S. 223. Derselbe bestand aus

Kiefernholz, war 11,0 m lang und mit zwei Drehlagern versehen, die von dem Ende 31 resp. 62 cm entfernt waren. Zunächst wurde das vordere Lager benutzt und mit dem Wuchtebaum an sich ein Zug von 14000 kg ausgeübt. Sobald aber das hintere Ende mit einem 375 kg schweren Bär belastet wurde, wurde die Zugkraft des Hebels doppelt so groß.

Die um den Pfahl B geschlungene Kette lag am vorderen Ende des Wuchtebaumes in einer durch eiserne Balken hergestellten Vertiefung. Sie konnte bei a mittels eines durchgesteckten Bolzens festgehalten werden, wenn der Wuchtebaum den Pfahl anzog.

Näheres im Hagen'schen Werke.

Hölzerne oder eiserne Schrauben werden fast stets paarweise angewendet (zwei Stück bilden einen „Satz“) und gleichzeitig gedreht, sie erhalten dann einen gemeinsamen Spurbalken.

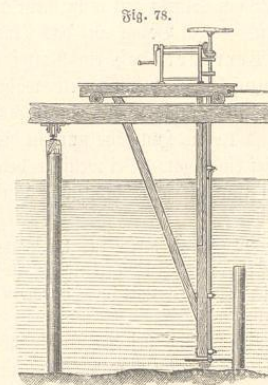
Bei Pfählen, die im tiefen Wasser stehen, benutzt man wohl auch Schiffe, die zunächst durch Belastung beschwert, also eingetaucht, dann mit dem Pfahl fest verbunden und hierauf entlastet werden. Der in solcher Art auf den Pfahl wirkende starke Zug, in Verbindung mit einer, durch das Bedienungspersonal erzeugten, wiegenden Bewegung des Schiffes, genügt häufig zum Ausziehen des Pfahles.

Wo eine größere Anzahl von Pfählen ausgezogen werden soll und es lohnend ist, hierzu besondere Maschinen anzuschaffen, da dürfte sich die in der „Deutschen Bauzeitung“, Jahrg. 1877, Seite 334, dargestellte Maschine empfehlen. Sie fand auf einem 16 m langen und 16 m breiten Prahm Aufstellung. Die Mitte des Prahms nahmen der stehende Röhrenkessel und die horizontale Dampfmaschine von 20 Pferdekraften ein. Am Ende des Prahms ist ein Ausleger aus zwei Rundhölzern errichtet, an welchem ein vierrolliger Flaschenzug hängt.

Zum Abschneiden der Pfähle an solchen Orten, wo eine Trockenlegung der Baugrube nicht zulässig ist, also unter Wasser, bedient man sich der Grundsäge, besonders da, wo eine größere Anzahl von Pfählen in gleicher Höhe zu kappen ist, wie bei Grundpfählen, Spundwänden und anderen Konstruktionen. Sie ist entweder

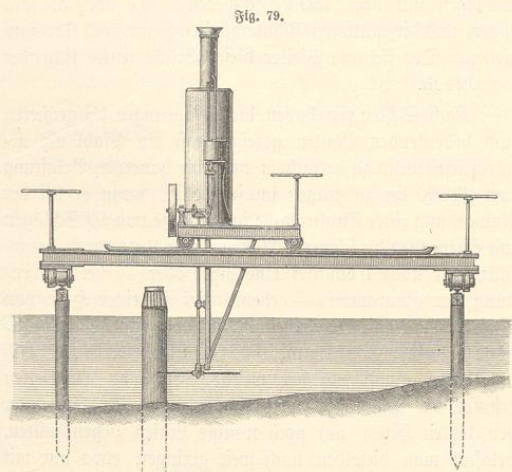
- a) eine gerade Säge mit horizontal geführtem Sägeblatt, und das Sägegatter wird durch das Anziehen von Seilen bewirkt, oder es wird das Sägeblatt in einem dreieckigen Rahmen pendelartig aufgehängt (Pendelsäge);
- b) eine Bogensäge, d. h. sie erhält ein segmentförmiges Sägeblatt ebenfalls mit horizontaler Führung;
- c) auch Kreissägen wendet man zum Abschneiden der Pfähle an; sie können mittels Handkurbel und konischen Nädern von einer horizontalen Welle aus durch zwei

Arbeiter in Bewegung gesetzt werden. Fig. 78 zeigt diese Anordnung. Der Wagen, auf dem die Vorrichtung ruht, wird durch ein Seil, welches um die Trommel einer Winde



gelegt sein kann, regelmäßig angezogen. Durch entsprechende Einrichtung der Apparate b und c ist es möglich, Pfähle bis zu 6 m Wassertiefe abzuschneiden.

Die neuere Wasserbautechnik verwendet zum Abschneiden von Pfählen unter Wasser vielfach transportable Dampfmaschinen mit Kreissägen (Fig. 79).



Dieselben ruhen auf einem eisernen Unterwagen mit darauf laufendem Oberwagen. Die Kreissäge sitzt am unteren Ende einer vertikalen Welle, die unter den Wasserpiegel reicht und die Pfähle bis 40 m unterhalb der Laufschienen des Wagens abschneidet.

Zwecks Fortbewegung des Wagens sind Antriebsmechanismen für Handbetrieb vorhanden. Das Abschneiden

geschieht schnell und sicher. Der Preis eines derartigen Apparates nebst Unterwagen von 7,0 m Länge, nebst Dampfmaschine von vier Pferdekraften, ist 4000 Mark.

Die Beton- und Mörtelmaterialien.

§ 31.

Bereits in § 4 dieses Abschnittes wurde der Gründung auf Beton gedacht, einer Methode, welche hauptsächlich bei Wasserbauten zur Anwendung kommt, und zwar da, wo es schwierig erscheint, eine wasserfreie Baugrube herzustellen. Dieselbe findet auch bei Hochbauten vielfach Anwendung.

Geschichtliches. Unter „Beton“ (Konkret, Gußmauerwerk) versteht man ein unter Wasser erhärtendes Gemenge aus Mörtel und Steinstückchen. Schon im Altertum finden sich Spuren dieser Gründungsweise, und Vitruv und Plinius sprechen davon unter dem Namen „Signinum opus“. Nach Vitruv wurden 5 Teile reinen Sandes mit 2 Teilen Kalk gemengt und zu diesem Gemenge noch Steinstücke hinzugefügt, deren Gewicht ein Pfund nicht überschreiten durfte. Plinius schreibt vor, daß der Mörtel aus 5 Teilen feinen Sandes und Kieles und 2 Teilen besten Kalkes bestehen solle, zu dem dann 9 Teile Steine zu mengen seien. Dieses Gußmauerwerk wurde insbesondere zur Darstellung von Cisternen und zum Bau römischer Heerstraßen verwendet.

Die Gründung auf Beton erfordert immer nur geringe konstruktive Anordnungen, dagegen die Auswahl geeigneter Materialien und zweckmäßiger Vorrichtungen zum Bereiten und Versenken des Betons. Diese in neuerer Zeit vielfach angewendete Fundierungsmethode ist für die Praxis von so hervorragender Bedeutung, daß sie eine eingehendere Besprechung erheischt.

Bei Bereitung des Betons kommt es in erster Linie auf die Beschaffung eines geeigneten Mörtels an; wir haben daher die Materialien, aus denen dieser bereitet wird, vorerst zu behandeln. Derselbe soll hydraulisch sein, d. h. die Eigenschaft haben, im Wasser zu erhärten, im Gegensatz zum Luftmörtel, der zu seiner Erhärtung den Zutritt von Luft erfordert.

Luftmörtel ist nun eine Mischung von Kalkhydrat mit einem Zusatz von Sand; die Verbindung beider ist rein mechanisch und die Erhärtung des Gemenges erfolgt durch Aufnahme von Kohlenäure aus der Luft. Beim hydraulischen Mörtel ist der Prozeß dagegen ein rein chemischer, und es ist dazu das Vorhandensein von Kiesel-erde, welche dem Kalk natürlich oder künstlich beigemischt ist, erforderlich. Unter Zutritt des Wassers bildet sich dann ein Kalksilikat, und der Prozeß wird erleichtert, wenn die Kiesel-erde in Verbindung an andere Mineralkörper gebunden

Breymann, Baukonstruktionslehre. IV. Stere Auflage.

vorkommt. Dies ist nun der Fall beim Thon, der die Kiesel-erde chemisch und mechanisch gebunden enthält und durch das Brennen zu einem bindetfähigen Körper wird. Weitere Beimischungen, welche Einfluß auf die Bildung des Wassermörtels ausüben, sind Eisen- und Manganoxyd, auch Bittererde. Zuweilen kommen diese Stoffe in der Natur im richtigen Verhältnisse gemischt vor, sie bilden dann gebrannt und gelöscht den natürlichen hydraulischen Kalk,¹⁾ oder es wird eine künstliche Mischung vor dem Brennen vorgenommen, wobei künstlicher hydraulischer Kalk (Cement) als Produkt entsteht.

Der in der Natur vorkommende kohlen-saure Kalk ist nun entweder reiner Kalkstein (wie der Marmor und die meisten dichten Kalksteine), oder es kommen darin mannig-fache Verunreinigungen an Kiesel-erde, Thonerde, Talkerde, Eisen- und Manganoxyd vor, welche bis 50 Proz. der Masse betragen können. Kalksteine, in denen diese Nebenbestandteile nicht mehr als 8 Proz. ausmachen, ergeben beim Brennen den sogenannten fetten Kalk, der durch das Löschen sein Volumen erheblich vermehrt und einen starken Sandzusatz verträgt. Dagegen liefern die Kalk-gesteine mit einer größeren Menge von Nebenbestandteilen einen mageren Kalk, der nicht, wie der fette, in Gruben, sondern durch Besprengen mit Wasser gelöscht wird, wobei er zu Pulver zerfällt. Diese Kalke vergrößern ihr Volumen nicht beim Löschen, sie „gebeihen“ nicht, sind durch Thon- und Bittererde dunkler gefärbt und vertragen keinen so starken Sandzusatz, wie der fette Kalk.

Die hydraulischen Eigenschaften eines Kalkes werden nun vorzugsweise durch das Vorherrschende der Thon-erde bedingt. 10 Proz. Thon und Bittererde geben einen schwach hydraulischen Mörtel; sind 20 bis 30 Proz. beigemischt, so löst er sich noch gut und ist als Wasserfall auch unpulverisiert noch zu brauchen. Er verträgt einen starken Sandzusatz.

Beträgt der Thonerdegehalt einschließlich der chemisch gebundenen Kiesel-erde 30 bis 40 Proz., so muß das Gestein in der Regel schon künstlich zerkleinert, d. h. gemahlen werden. Steigt der Thonerdegehalt endlich über 50 Proz., so bedarf solch magerer Kalk zur Bildung von Mörtel sogar der Beimischung von fettem Kalk.

§ 32.

Romancement. Portlandcement.

Hydraulische Kalke giebt es an verschiedenen Orten, von besonderer Güte ist aber der in § 31 erwähnte, aus England bezogene und in Norddeutschland vielfach angewendete Romancement — in Frankreich „Ciment naturel“

1) Die von dem Engländer Parker 1796 im London-Clay entdeckten und zu Romancement verarbeiteten Kalksteinmieren gehören beispielsweise zu den natürlichen hydraulischen Kalken.