

Rammklotzes wird teils wegen der nie genau centriscb erfolgenden Schläge, teils wegen der Elasticität des Materials der Pfahl in Vibration gesetzt und thatsächlich eine gröfsere Höhlung gebildet, als das Volumen des Pfahls beansprucht; erst nach einer gewissen Zeitdauer werden die umliegenden Bodenteilchen sich fest an die Pfahloberfläche wieder anlegen. Erfolgt nun der nächste Schlag, bevor diese Anlagerung eingetreten, so ist offenbar der Reibungswiderstand geringer. Also je mehr der Boden das Bestreben hat, sich horizontal auszugleichen d. h. je kleiner der Böschungswinkel ist, desto mehr wird man auf eine rasche Zeitfolge der Schläge Bedacht zu nehmen haben, z. B. bei nassem Sand, während bei festem Thon kein wesentlicher Nutzen dadurch erzielt wird.

Die rasche Aufeinanderfolge der Schläge kann übrigens auch ungünstig wirken, denn mit jedem Schlage nimmt der Pfahl vermöge seiner Elasticität eine gekrümmte Form an; erfolgt nun der nächste Schlag, bevor der Pfahl sich wieder gerade gerichtet hat, so wird er sehr ungünstig in Anspruch genommen und kann ein Zerknicken erfolgen. Bei der Wahl der Zeitfolge der Schläge ist also die Beschaffenheit des Materials, sowie die Form und Gröfse des Querschnitts des einzurammenden Pfahls in Erwägung zu ziehen.

Das Eindringen der Pfähle erfolgt mit um so geringerer Kraft, je leichter sich die einzelnen Bodenteilchen gegen einander verschieben, je weniger Zusammenhang zwischen ihnen besteht. Es ist daher unter geeigneten Verhältnissen vorteilhaft, dem Boden möglichst nahe der Spitze des Pfahls Wasser zuzuföhren, indem dadurch die vorhandenen Bindemittel der Bodenteilchen sich mehr oder weniger auflösen, eine leichtere Verschiebbarkeit derselben eintritt und die Reibung zwischen Boden und Pfahl vermindert wird. Man kann sogar mit geeigneten Vorkehrungen auch durch den Druck oder die Stofswirkung des Wasserstrahls die unter und um den Pfahl liegenden Bodenteilchen so vollständig beseitigen, dafs der Pfahl durch sein eigenes Gewicht oder mit nur geringer Belastung eindringt.

Bei allen Rammarbeiten kommt es darauf an, den Nutzeffekt, das ist die nützlich geleistete Rammarbeit im Verhältnis zur aufgewendeten motorischen Arbeit, möglichst günstig zu erhalten; dazu können vorstehende Betrachtungen wohl einen Anhalt gewähren, allgemeine Formeln zur Bestimmung des Rammklotzgewichtes, der Fallhöhe und der Zeitfolge der Schläge, welche erforderlich sind, um einen Pfahl bis zu einer gewissen Tiefe einzutreiben, lassen sich jedoch nicht angeben. Man wird daher in jedem einzelnen Falle diese Ermittlungen nach Erfahrungsergebnissen vornehmen müssen, über welche, soweit dies nicht bereits in Bd. 1, Kap. VII, des Handbuchs geschehen ist, im weiteren Verlaufe dieses Kapitels Mitteilungen gemacht werden sollen.

C. Konstruktion, Betrieb und Leistung der Rammen.

1. Handrammen.

§ 7. Hammer oder Schlegel. Die einfachste Methode des Eintreibens kleiner Pfähle ist die mittels eines Hammers oder Schlegels, der zweckmäfsig aus Eichen- oder Buchenholz gefertigt wird. Das Gewicht darf in der Regel 12 kg nicht überschreiten, wobei der Hammerklotz etwa 0,3 m hoch und 0,2 m im Durchmesser oder im Quadrat stark genommen wird. Die Axe des 0,9 bis 1 m langen Stiels mufs genau durch den Schwerpunkt des Hammerklotzes gehen, weil sonst beim Herunter-

fallen der Hammer das Bestreben hat, zu kippen und daher die Führung schwierig wird; aus diesem Grunde darf auch die Höhe des Hammerklotzes im Verhältnis zum Durchmesser nicht zu groß genommen werden; zweckmäßig ist das Verhältnis von etwa 3:2. Um die Wirkung des Schlagens zu vermehren, bringt man in manchen Fällen an dem einzutreibenden Pfahle mit Vorteil etwa 0,5 m unter dem Pfahlkopfe ein Gerüst an, worauf der Arbeiter beim Schlagen steht, so daß der Pfahl durch das Gewicht desselben belastet wird. Mit einem solchen Hammer kann ein Arbeiter etwa 30 Schläge nach einander ausüben.

Das Eintreiben der Pfähle mittels Hammer kann im allgemeinen nur bei Pfählen von geringen Dimensionen und nicht sehr festem Boden in Frage kommen. Umfassende Verwendung finden diese Hämmer zum Eintreiben von Pfählen nur bei dem Faschinenbau, wenn es sich um Pfähle von höchstens 10 cm Stärke und etwa 1,5 m Eindringungstiefe handelt. Gehen die Dimensionen über diese Masse hinaus oder findet man widerstandsfähigeren Boden, so muß man selbst bei leichteren Rammarbeiten schon zur Handramme greifen.

§ 8. Die Handramme besteht aus einem buchenen, eichenen oder gusseisernen Rammklotze, an welchem Handgriffe zum Anfassen für die Bedienungsmannschaft befestigt sind. Diese Handgriffe bilden entweder Bügel, Taf. XXI, Fig. 15, oder schräg stehende Arme, Taf. XXI, Fig. 14. Die Bügel sind für die Arbeiter bequemer und daher vorteilhafter; die Arme als Handgriffe bieten aber den Vorteil, daß, wenn der Pfahl noch hochsteht, die Ramme mit den Armen nach unten und, nachdem der Pfahl weiter eingedrungen ist, mit den Armen nach oben verwendet werden kann, demnach die ungünstige Höhe des Pfahls hier weniger störend einwirkt als bei der Handramme mit Bügeln. Um auch bei den Letzteren einen Spielraum zu haben, erhalten die Bügel eine möglichst große Länge, so daß sie je nach der Höhe des Pfahlkopfs tiefer oder höher gefaßt werden können.

Am günstigsten für die Arbeit ist das Anfassen der Bügel oberhalb des Schwerpunkts der Ramme, was sich in vielen Fällen durch die bereits erwähnte Anbringung eines Gerüsts, worauf die Arbeiter stehen, erreichen läßt. Die Anordnung eines solchen erfolgt am einfachsten in der Weise, daß circa 60 cm unter dem Pfahlkopfe eine Eisenstange quer durch den Pfahl gesteckt und hierauf das Gerüst gelegt wird; Taf. XXI, Fig. 17 u. 18. Da die Ramme mit Armen im allgemeinen nur zum Vorrammen bei geringem Eindringungswiderstand verwendet wird, so erhält dieselbe nur ein Gewicht von etwa 25 kg, wobei wegen der ungünstigen Stellung der Arbeiter drei Mann zur Bedienung erforderlich sind.

Die Handramme mit Bügeln erhält gewöhnlich eine achteckige, nach unten etwas anschwellende Form, Taf. XXI, Fig. 15, weil diese mit geringerem Holzverlust aus einem runden Stamme angefertigt werden kann und bequeme Flächen zum Anbringen der Bügel bietet. Die unten etwas stärkere Form hat auch den Vorteil, daß der Schwerpunkt unter der halben Höhe liegt und daher die Ramme beim Herunterfallen weniger Neigung zum Kippen hat.

Um ein Spalten des Klotzes zu verhüten, wird etwa 5 bis 10 cm über dem unteren Ende ein schmiedeiserner Ring von oben warm aufgetrieben. Ein Befestigen durch Nägel ist zu vermeiden, weil dadurch beim Schwinden des Holzes das Herabschieben und der feste Schluß des Rings verhindert wird.

Die Bügel des Rammklotzes werden fast ausnahmslos aus Holz, selten aus Eisen, etwa 5 cm stark, vollkommen glatt hergestellt; dieselben müssen mindestens

5 cm von dem Rammklotze abstehen, damit beim Gebrauch ein Klemmen und Stofsen der Hände der Arbeiter nicht eintreten kann.

Bei dem Rammen mit der Handramme durch weniger geschickte Arbeiter trifft der Klotz den Pfahlkopf oft schief und gleitet ab, wodurch die Wirkung sehr ungünstig wird und eine Verletzung der Arbeiter leicht eintreten kann. Um diesem Übelstande vorzubeugen, versieht man den Klotz genau in der Richtung der Längsaxe mit einer etwa 5 cm weiten Bohrung und schraubt in der Axenrichtung des Pfahls eine entsprechend starke Eisenstange, Taf. XXI, Fig. 16, in den Pfahl ein, sodafs beim Rammen der Klotz mittels der Stange geführt bleibt. Durch diese Einrichtung, bei welcher ein Abgleiten nicht mehr stattfinden kann, wird die Wirkung wesentlich günstiger, jedoch müssen die Arbeiter noch einigermaßen geschickt sein, weil bei merklich schieferm Antrieb die Stange sich verbiegen und ein Klemmen des Klotzes eintreten wird. Diese Führungsstange, von etwa 1,5 m Länge und 4 cm Durchmesser, hat unten ein Schraubengewinde, womit sie in den Pfahl eingeschraubt wird. Um das Einschrauben mittels Schlüssels bewirken zu können, ist oberhalb des Gewindes ein kantiger Bund angebracht.

Die Handramme erhält in Deutschland gewöhnlich ein Gewicht von 50 bis 60 kg, sodafs bei vier Mann Bedienung jeder Arbeiter etwa 12,5 kg zu heben hat. Schon bei diesem Gewichte und einer jedesmaligen Hubhöhe von 0,6 bis 0,9 m sind bei andauernder Arbeit geschickte und kräftige Arbeiter erforderlich und müssen nach etwa 30 Schlägen jedesmal Ruhepausen von 1½ bis 2 Minuten eintreten.

In England, wo diese Ramme die Schweizer Pfahlramme genannt wird, wurde dieselbe beim Baue fliegender Brücken bei Chatham mit einem Gewicht von 70 kg verwendet. Der 0,92 m hohe und 0,24 m starke eichene Rammklotz hatte an beiden Enden eiserne Ringe und zur Aufnahme der eisernen Führungsstange eine Bohrung von 0,051 m. Die Führungsstange war 1,84 m lang und beinahe 0,051 m dick. Die Bügel zum Heben des Klotzes waren aus 19 mm starken Eisen hergestellt.¹⁶⁾

2. Zugrammen und Rammgerüste überhaupt.

§ 9. Allgemeines. Die Wirkung des einzelnen Arbeiters wird bei den Handrammen um so ungünstiger, je mehr Arbeiter angestellt werden müssen und je gröfser die erforderliche Hubhöhe ist. Man wird also, wenn es sich beim Rammen um Ausübung gröfserer Kräfte handelt, schon zur Zugramme greifen müssen.

Die einfachste Zugramme wird derart hergestellt, dafs man an einem Dreibeine oben eine Scheibe anbringt, über welche ein Seil geführt wird, an welchem einerseits der Bär oder Rammklotz hängt und an dessen anderem Ende zum Heben desselben gezogen wird. Die Führung des Rammklotzes, als welcher häufig eine Handramme dient, mufs hier mit der Hand geschehen, wozu ein geschickter und vorsichtiger Arbeiter erforderlich ist. Selbstverständlich kann die Führung nur sehr ungenau bewirkt werden und findet daher diese Ramme zum Einrammen von Pfählen nur ausnahmsweise Anwendung, während sie zum Abrammen von Sand, Erde und dergleichen gute Dienste leistet.

§ 10. Führung des Rammklotzes. Um die Pfähle genau treffen zu können, mufs dem Rammklotze eine sichere Führung gegeben werden, wozu man sich eines Rammgerüstes bedient, an dessen Vorderseite ein oder zwei Hölzer, welche Läufer-

¹⁶⁾ Engineer. 1871 II. S. 340.

ruten, Läufer oder Mäkler genannt werden; je nachdem die Läuferuten aus einem oder zwei Hölzern bestehen, nennt man sie einfache oder doppelte.

Bei der einfachen Läuferute erhält der Bär zwei obere und zwei untere Arme, welche paarweise die Läuferute umfassen und an ihren Enden durch Riegel verbunden sind; siehe Taf. XXI, Fig. 7, 8 u. 13. Auf diese Riegel werden zur Verminderung der Reibung an der Rute beim Auf- und Niederbewegen des Bären zweckmäßig drehbare Hülsen aufgeschoben, wie Fig. 8 zeigt. Bei der doppelten Rute erhält der Bär entweder zwei übereinander stehende Arme, welche durch die Ruten hindurchgehen und an der hintern Seite durch Keile oder Splinte festgehalten werden, siehe Fig. 10. Nicht selten giebt man nach Fig. 12 dem Bären zur Führung an der hinteren Seite eine Rippe, welche ebenfalls durch einen vorgesteckten Splint an der Rückseite der Ruten gehalten wird, oder auch der Bär selbst läuft zwischen den Ruten, wie Fig. 2, 3 u. 4 zeigen. In dem letzteren Falle nennt man die Ruten auch Scheren und die damit versehene Ramme eine Scher- oder Scherenramme. Der Bär hat bei diesem Rammen entweder federartige Ansätze, siehe Fig. 2, welche in entsprechende Nuten der Läuferuten eingreifen oder er hat, wie dies in Holland üblich ist, zu beiden Seiten je zwei obere und zwei untere Arme, wie in Fig. 3 u. 4 dargestellt, welche die Ruten umfassen. Die letztere Anordnung hat gegenüber der Konstruktion mit Federn den Vorzug, daß die Arme nach starker Abnutzung leichter als die Federn ersetzt werden können.

Die Führung des Bären ist bei der Scherenramme die sicherste und günstigste, da dieselbe von zwei Seiten erfolgt und gewissermaßen durch den Schwerpunkt geht, auch gewährt diese Ramme den Vorteil, daß die Läuferuten nach unten über das Schwellwerk hinaus verlängert werden können und eine Tieferführung des Bären gestatten. Wenn hingegen der Bär vor der Läuferute sich befindet, werden diese durch das starke Schwanken desselben ungünstig in Anspruch genommen und der Pfahl mehr oder minder schief getroffen, wodurch an Wirkung verloren geht. Das Schwanken des Bären nimmt übrigens mit dem längeren Gebrauch der Ramme zu, indem die Kanten der Ruten sich abnutzen und die Führung immer ungünstiger wird.

Da die Fallgeschwindigkeit des Bären für die Wirkung von wesentlicher Bedeutung ist, so müssen zur thunlichsten Vermeidung der Reibung zwischen den Ruten und dem Bären, beziehungsweise den Armen derselben, beide Teile glatt und sauber gearbeitet sein; auch ist es zweckmäßig, die Läuferuten zu schmieren, wozu grüne Seife recht geeignet ist.

§ 11. Rammtau und Befestigung desselben. Das Rammtau, an welchem der Bär hängt, ist derjenige Teil der Rammaschine, welcher der stärksten Abnutzung ausgesetzt ist, indem die Belastung fortwährend wechselt.

Die Stärke der Taue ist mit Rücksicht auf die Seilsteifigkeit und den dadurch bedingten Kraftverlust, sowie mit Rücksicht darauf, daß das Gewicht des Taues die Fallgeschwindigkeit des Bären vermindert, beschränkt. Die Taue müssen fest und doch biegsam sein und daher aus dem besten Hanf, aus welchem alle holzigen Teile beseitigt sind, gefertigt werden.

Zur Untersuchung der Taue dreht man dieselben zweckmäßig in einer größeren Länge vollständig auf, um nach der Beschaffenheit der einzelnen Fäden, welche recht fein, biegsam und lang sein müssen, die Güte beurteilen zu können. Die Steifigkeit der Taue kann dadurch vermindert werden, daß die einzelnen Stränge und das Tau selbst entgegengesetzte Windungen erhalten, daß also das Tau mit linken

Windungen aus rechts gesponnenen Strängen hergestellt wird. Ein solches Tau zeigt beim Gebrauch grössere Verlängerung, was aber bei der Verwendung als Rammtau keine Nachteile hat.

Die Stärke des Rammtaues nur nach absoluter Festigkeit zu bestimmen, ist nicht genügend, weil dasselbe der schnellen Abnutzung wegen eines viel größeren Durchmessers bedarf. Die Berechnung erfolgt zweckmässig nach der Formel $d = 0,13 \sqrt{Q}^{17)}$, worin d den Durchmesser des Taues und Q die zu überwindende Last, also genau genug das Bärgewicht, bezeichnet.

Die stärkste Abnutzung des Taues erfolgt an der Stelle, welche beim Aufschlagen des Bären auf der Rammscheibe sich befindet. Diese Stelle ändert sich mit dem Eindringen des Pfahls; es wird daher das Tau in einer gewissen Strecke der größten Abnutzung unterliegen, weshalb es im allgemeinen zweckmässig ist, nach längerem Gebrauche das Tau umzukehren.

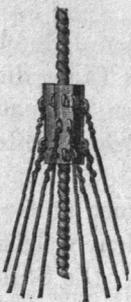
Die Befestigung des Rammtaues muss genau über dem Schwerpunkte des Bären erfolgen, da alsdann sowohl beim Anheben als auch beim Herunterfallen die geringste Reibung zwischen dem Bären und den Läuferhaken stattfindet. Die Befestigung an einer an dem Bären angeschnittenen hölzernen Öse ist veraltet; man wendet jetzt fast stets eiserne Krammen oder Bügel an, wobei die Anbringung genau über dem Schwerpunkte des Bären bequemer zu erreichen ist. Bei leichteren Bären verwendet man einfache Krammen, während bei schwereren zweckmässiger solche mit Blatt und Querbolzen angebracht werden.

Fig. 6.



Um das starke Biegen und die damit verbundene grössere Abnutzung der Taue in der Kramme oder dem Bügel zu vermeiden, unwickelt man diese mit starkem Leinen, Leder, oder auch zunächst mit aufgetrenntem alten Tauwerk und dann mit Leinen oder Leder. Eine solche Umwicklung ist für die Haltbarkeit der Taue wesentlich, da auf diese Weise ein elastisches Polster gebildet wird. Das schwer zu bewirkende Knoten des Taues pflegt man dadurch zu vermeiden, dass man dasjenige Ende desselben, an welchem der Bär befestigt werden soll, auf etwa 20 cm Länge in einzelne Stränge zerlegt und diese mit dem nicht aufgetrennten Tau verflechtet (spliessen, spiefsen), wodurch eine Öse gebildet wird, in welcher der Bär hängt. Zur Vermeidung eines Auflösens dieser Verbindung wird der verflochtene Teil des Taues mit starkem Bindfaden fest umwickelt; bei einer derartigen Verflechtung werden die durchgezogenen Stränge um so stärker zusammen gepresst, je mehr das Tau in Anspruch genommen wird.

Fig. 7.



§ 12. Zugleinen und Befestigung derselben. An demjenigen Ende des Taues, an welchem die Arbeiter wirken sollen, wird entweder ein sogenanntes, mit Hilfe eines Querstocks hergestelltes Kranzttau, Taf. XXI, Fig. 29, oder ein eiserner Ring angebracht, an welchem man die circa 1 cm starken Zugleinen befestigt. Selten geschieht die Befestigung der Zugleinen direkt an dem Rammtau, häufiger dagegen mittels einer aus zwei Teilen zusammenschraubten schmiedeisenen Hülse (siehe nebenstehende Figur), an welcher Osen zur Anbringung der Zugleinen sich befinden. Diese Hülse ist zweckmässig, weil dieselbe je nach der Höhe des einzutreibenden Pfahls sich leicht verschieben lässt.

¹⁷⁾ Zeitschr. f. Bauhandwerker. 1870. S. 121.

§ 13. **Knebel an den Zugleinen.** An den Zugleinen befinden sich Knebel aus runden, circa 4 cm im Durchmesser starken und etwa 30 cm langen Hölzern, an welchen die Arbeiter beim Ziehen anfassen. Auf diese Knebel werden die Zugleinen soweit aufgewickelt, daß sie, wenn der Bär auf dem Pfahle steht, in gleicher Höhe mit den Augen der Arbeiter hängen.

Um nun nicht zu häufige Veränderungen der Befestigung der Zugleinen an dem Rammtau nötig zu haben, macht man die Knebel auch wohl bis 40 cm lang, so daß eine Länge von 6 bis 7 m aufgewickelt werden kann. Im allgemeinen ist

Fig. 8^a.

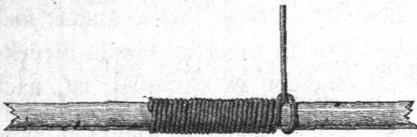


Fig. 8^b.



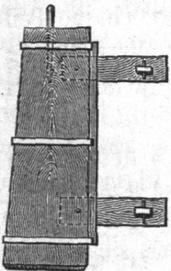
dies zu vermeiden, weil die aufgewickelten Enden den Arbeitern lästig sind; es ist aber doch zweckmäßig in den Fällen, wo ein rasches Eindringen der Hölzer zu erwarten ist. Damit beim Gebrauch die Leine sich nicht abwickelt, wird die letzte Windung verkehrt aufgebracht, wie in nebenstehenden Figuren angegeben ist. Eine Abwicklung beim Anziehen findet dann nicht statt, während eine Drehung des Knebels eine Abwicklung und damit eine Verlängerung der Zugleine bewirkt.

§ 14. **Der Rammbar** besteht bei den Zugrammen meistens aus Eichenholz, seltener aus Buchenholz oder Gufseisen. Das Gewicht beträgt 300 bis 600 kg, doch werden unter Umständen beide Grenzen überschritten.

Das zur Herstellung hölzerner Bären zu verwendende Holz muß vollständig gesund und trocken sein. Zur Verstärkung werden oben und unten eiserne Ringe warm aufgezogen; siehe Taf. XXI, Fig. 12 u. 13.

Bei prismatischen Bären werden im allgemeinen oben und unten je drei, seltener vier, senkrecht in den Bär eingelassene Schienen angebracht, wie Fig. 12 u. 13 zeigen. Diese Schienen werden durch starke eiserne Nägel befestigt und erhalten oben und unten hakenförmige Umbiegungen oder Vorsprünge, sodaß sie geeignet sind, mit dem einen Ende die aufgezogenen Ringe zu halten und an dem anderen Ende eine gute Befestigung durch Krampen (Haspen) zuzulassen. Die etwa 1,5 cm starken und etwa 5 cm breiten Ringe müssen jedenfalls an der Seite, mit welcher der Bär sich an den Läuferinnen bewegt, bündig mit seiner Oberfläche eingelegt werden.

Fig. 9.



Bei den Bären von pyramidaler Form werden die Ringe von oben aufgetrieben und springen daher über die Seitenflächen vor; um eine hierdurch bewirkte Beschädigung der Läuferinnen zu verhüten, wird, wie in nebenstehender Figur angegeben, auf der letzteren zugekehrten Seite ein dünnes Brett von Eichenholz übergenagelt, welches mit vollständig geraden Fasern auszuwählen und glatt zu behobeln ist.

Die Arme, welche zur Führung dienen, werden bei schweren Bären durch eingestemte, beziehungsweise ausgesparte Löcher hindurch gesteckt und so fest verkeilt, daß ein Lockern vermieden wird. Bei minder schweren Bären werden die Arme in weniger solider Weise häufig nur mit denselben verzapft oder schwalbenschwanzförmig an denselben angeblattet und durch starke hölzerne oder eiserne Nägel oder auch durch Schraubenbolzen verbunden. Um eine starke Verbindung zu erhalten, empfiehlt es sich, recht tiefe und weite Zapfenlöcher herzustellen, was unbe-

denklich ist, da der Gewichtsverlust des Bären durch das Gewicht der Arme zu erheblichem Teile ersetzt wird.

Um ein Klemmen des Bären an den Läuferuten zu verhüten, soll der Schwerpunkt thunlichst genau in der vertikalen Axe etwas unter der halben Höhe liegen.

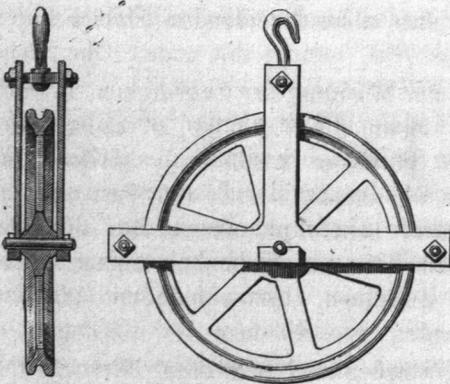
§ 15. Die **Rammscheiben** erhalten einen Durchmesser von 0,6 bis 1,2 m; bei geringerem Durchmesser erfordert die Überwindung der Seilsteifigkeit einen unverhältnismäßig großen Kraftaufwand. Sie werden entweder aus Holz oder Gufseisen gefertigt, kleine hölzerne Scheiben aus einem Stücke, Taf. XXI, Fig. 1, oder auch aus Bohlenstücken, siehe Fig. 9 u. 11, während man größere Scheiben radartig aus Speichen und Felgen zusammensetzt.

Bei den kleineren Rammen sitzt die Scheibe gewöhnlich lose auf der Axe, welche aus einem Bolzen mit Kopf und vorgestecktem Splint besteht. Das Axlager wird durch, auf jeder Seite der Scheibe angenagelte eiserne Schienen gebildet. Diese Schienen erhalten an den durchbohrten Stellen Verstärkungen oder werden mit Büchsen versehen. Häufig erhalten die Axlager auf einer Seite eine Schiene mit Büchse und auf der andern Seite nur eine Büchse; Taf. XXI, Fig. 9. Größere Scheiben bringt man fast allgemein fest auf kantiger Axe an, welche alsdann an den Enden rund abgedreht ist und in Zapfenlagern läuft; siehe Fig. 53.

Bei dieser Anordnung, welche auf alle Fälle zu empfehlen, aber bei Scheiben von 1 m Durchmesser und darüber unbedingt notwendig ist, wird der Gang der Scheibe ein regelmäßigerer, da ein seitliches Schwanken und damit ein Klemmen in den Axlagern kaum noch stattfinden kann.

Bei den hölzernen Scheiben hat man darauf zu sehen, daß die Richtung der Fasern sich thunlichst der Peripherie der Scheibe anschließt, also möglichst wenig Hirnholz in die Seilrinne der Scheibe eintritt, denn je weniger dies der Fall ist, desto glatter kann die Seilrinne hergestellt werden, was wegen der Abnutzung der Seile wesentlich ist. Die Geschwindigkeit des Seiles entspricht nicht immer der Umfangsgeschwindigkeit der Seilrinne, sondern erstere

Fig. 10. M. 1:15.



ist während des Herabfallens größer, während im Moment des Aufschlagens, wo das Tau von den Arbeitern zurückgehalten wird, das Umgekehrte eintritt. In beiden Fällen findet ein Gleiten des Taus statt und fällt hierbei die Abnutzung um so geringer aus, je glatter die Seilrinne hergestellt ist. Die gufseisernen Scheiben (siehe nebenstehende Figur) können durchbrochen, in ziemlich geringen Dimensionen hergestellt werden, so daß sie hölzerne Scheiben an Gewicht nur wenig übertreffen, dagegen besitzen sie bedeutend größere Haltbarkeit.

Selbstverständlich muß auch bei den eisernen Seilscheiben die Seilrinne glatt hergestellt werden, was am besten durch Abdrehen geschieht.

Die Rammscheibe ist so anzubringen, daß das Rammtau von dem Bären bis zur Rammscheibe genau parallel mit den Läuferuten läuft, da auf diese Weise am wenigsten Reibung zwischen dem Bären und der Läuferute entsteht.

§ 16. Streben und Schwellwerk. Als Hauptbestandteile des Rammgerüstes sind nun noch die Streben und bei den meisten Rammaschinen das Schwellwerk zu erwähnen, welche erstere dazu dienen, die Läuferuten in ihrer aufrechten Stellung zu erhalten, während das Schwellwerk den Fuß der Ramme bildet, auf welchem das ganze Rammgerüst aufgebaut ist. Eine nähere Beschreibung dieser Teile findet zweckmäßig bei der Betrachtung der einzelnen Rammaschinen statt.

§ 17. Aufsetzer, Jungfer oder Rammknecht. In Fällen, wo es erforderlich ist, die Pfähle tiefer einzustossen, als der Bär an der Führung herunter gleiten kann, bedient man sich eines Aufsetzers, auch Jungfer oder Rammknecht genannt, wie Fig. 46, Taf. XXI, einen solchen zeigt. Derselbe besteht aus einem aus bestem Eichenholz gefertigten Klotze, welcher unten einen eisernen Dorn von circa 15 cm Länge und etwa 3 cm Stärke zur Verbindung mit dem Pfahle erhält. Zur Verstärkung ist der Aufsetzer oben und unten mit Ringen versehen und hat zur Verbindung mit den Läuferuten je nach der Beschaffenheit derselben, dem Bären entsprechend, ein oder zwei Arme; es kommen aber auch vielfach Aufsetzer ohne Arme zur Verwendung, bei welchen die Führung an den Läuferuten durch umgeschlagene fest geknebelte Taue oder Ketten bewirkt wird. Die Länge des Aufsetzers ist dem Bedürfnis entsprechend zu nehmen, doch wird eine solche von 1,5 bis 2 m zweckmäßig nicht überschritten, weil dann die Führung unsicher wird. Die Stärke muß mindestens der des einzutreibenden Pfahls gleichkommen. Bei Anwendung eines Aufsetzers geht wegen der nicht innigen Verbindung desselben mit dem Pfahl ein großer Teil des Rammeffekts verloren. Um diesen Verlust möglichst gering zu machen, muß der Pfahlkopf vor Aufbringung des Aufsetzers vollständig glatt und eben abgesehnt werden, sodafs die untere Fläche des Aufsetzers und die obere Fläche des Pfahles sich voll berühren. Selbst wenn dieses in der sorgfältigsten Weise geschieht, beträgt der Effektverlust immer noch circa 25%¹⁸⁾. Es wird demnach bei großen Rammarbeiten zu erwägen sein, ob es vorteilhafter ist, die Pfähle länger zu nehmen und, nachdem die erforderliche Tiefe erreicht ist, abzuschneiden, da der Fall eintreten kann, dafs die Mehrkosten für Arbeitslohn und die Abnutzung der Rammmaschine und des Aufsetzers den Wertverlust des abzuschneidenden Holzes übersteigen.

§ 18. Wirkung der Zugrammen. Bei der Wirkung der Zugrammen kommt es wesentlich auf das Gewicht des Bären an, denn die Fallhöhe ist mehr oder minder beschränkt. Da der Nutzeffekt um so günstiger ausfällt, je gröfser die stoßende Masse im Verhältnis zum Pfahlgewicht ist, empfiehlt sich die Verwendung schwerer Bären; das Gewicht derselben wird aber beschränkt durch die Zahl der zweckmäßig anzustellenden Arbeiter, denn je zahlreicher sie zusammen wirken, umso geringer ist die wirklich nützliche Zugkraft des einzelnen. Die von jedem Arbeiter ausgeübte Kraft zerlegt sich in zwei Komponenten, von welchen nur diejenige in der Richtung des Rammtaues nützlich ist, während die Seitenkräfte sich gegenseitig aufheben müssen. Wirkt ein Arbeiter mit einer Kraft K an einer Zugleine, welche den $\sphericalangle \alpha$ mit der Richtung des Rammtaues einschließt, so beträgt die nützliche Zugkraft nur $K \cos \alpha$, welcher Wert um so gröfser ausfällt, je kleiner α ist; man soll daher die Zugseile thunlichst lang nehmen. Die günstigere Richtung der Zugkräfte

¹⁸⁾ Nach Versuchen bei der Berliner Stadteisenbahn hat der Verlust 27% betragen. Zeitschr. f. Bauw. 1880. S. 278.

kann man auch dadurch erreichen, daß die Zugseile an Stäben oder großen Ringen befestigt werden.

Für die Wahl des Gewichts des Bären kommt also in Frage, wie viel der einzelne Arbeiter heben kann und wie viel Arbeiter zweckmäßig angestellt werden, wobei zu beachten ist, daß die Arbeiter nicht zu dicht stehen dürfen, da sie sich sonst gegenseitig in der freien Bewegung hindern.

Bei anhaltender Arbeit darf man bei der üblichen Hubhöhe von 1,2 m für jeden Arbeiter nicht mehr als 15 kg annehmen¹⁹⁾, denn wenn auch die Kraftaufse-
rung eines Arbeiters zu 20 kg angenommen werden darf, so ist doch mit Rücksicht auf die zu überwindende Seilsteifigkeit und Zapfenreibung, sowie die ungünstige Kraft-
richtung auf eine größere Leistung nicht zu rechnen. Für jeden Arbeiter muß man einen Platz von mindestens 0,5 qm annehmen, so daß 40 Arbeiter schon einen Flächenraum von 20 qm erfordern und die im äußeren Kreise stehenden Arbeiter sich circa 2,5 m außerhalb der Richtung des Rammtaues befinden.

Mit Rücksicht auf diesen Umstand empfiehlt es sich, bei Zugrammen das Ge-
wicht des Rammklotzes 300 bis 400 kg nicht überschreiten zu lassen.

Bei sehr schweren Bären hat man, um eine günstigere Kraft-
richtung zu erreichen, wohl zwei Ramm-scheiben verwendet, Taf. XXI, Fig. 35, wobei die Schei-
ben so angebracht sein müssen, daß beide Rammtaue thunlichst in der Richtung der Vertikalaxe des Bären laufen. Da dieses aber nur annähernd sich erreichen läßt, so ist der Verlust durch Seilsteifigkeit, Zapfenreibung und ungleichmäßiges An-
ziehen der beiden Rammtaue hierbei verhältnismäßig größer, weshalb diese Anord-
nung nur selten Anwendung gefunden hat.

Die Wirkung des Rammens kann man durch Vermehrung der Hubhöhe steigern, denn je größer die Hubhöhe, desto größer ist die Geschwindigkeit, mit welcher der Bär auf den Pfahl aufschlägt. Zeigen sich z. B. bei dem Einrammen einzelne schwer zu durchdringende Schichten, so wendet man sogenannte Trommelschläge an, wo-
bei die Arbeiter den Klotz so hoch heben, daß sie mit den Knebeln den Erdboden oder den Rüstboden berühren, wodurch eine Fallhöhe von circa 1,6 bis 1,7 m er-
reicht wird. Die Kräfte der Arbeiter werden bei solcher Hubhöhe, da sie sich bei jedem Schläge stark bücken müssen, sehr ungünstig in Anspruch genommen, weshalb nur im Notfall zu diesem Mittel zu greifen ist. Selbst wenn das Rammen in der Weise geschieht, daß jeder Arbeiter circa 15 kg auf 1,2 m zu heben hat, müssen dennoch nach 25 bis 30 Schlägen Ruhepausen von etwa 2 Minuten eintreten. Jeder Schlag erfordert etwa 4 Sekunden und somit eine Anzahl von 30 Schlägen etwa 2 Minuten, es wird also nur die halbe Zeit gerammt werden können, und beträgt die Nettoarbeitsleistung eines Arbeiters bei 10stündiger Arbeitszeit demnach bloß

$$15 \cdot 1,2 \cdot 30 \cdot \frac{60 \cdot 10}{4} = 81000 \text{ mkg, wozu noch circa } 5\% \text{ für die Überwindung der Seilsteifigkeit beim Übergange über die Ramm-scheibe und für die Zapfenreibung derselben zu rechnen sind. Mit dem Versetzen der Rammen und den sonstigen Nebenarbeiten vergehen erfahrungsmäßig bei 10stündiger Arbeitszeit etwa 3 Stunden, thatsächlich beträgt die Arbeitsleistung in Bezug auf das Einrammen also nur}$$

$$15 \cdot 1,2 \cdot 30 \cdot \frac{60 \cdot 7}{4} = 56700 \text{ mkg.}^{20)}$$

¹⁹⁾ Perronet rechnet 8 Mann pro 100 kg, während in Deutschland vielfach auf 100 kg nur 6 Mann gerechnet werden.

²⁰⁾ Köpcke ermittelte bei Erbauung der steuerfreien Niederlage zu Harburg die durchschnittliche

Um gleichmäßiges Zusammenwirken der Arbeiter zu erreichen, erfolgt das Anziehen und Nachlassen der Zugseilen auf Kommando eines Arbeiters, der an dem Ende des Rammtaues, dem Schwanzende oder Schwanz, wirkt und daher Schwanzmeister genannt wird.

Eine Anzahl aufeinander folgender Schläge nennt man eine Hitze.

§ 19. Doppelläufige Ramme mit dreieckigem Schwellwerk. Eine wegen ihrer einfachen Konstruktion, leichten Aufstellung und Handhabung vielfach, namentlich in Süddeutschland, zur Verwendung kommende Zugramme von etwa 5,5 m Höhe ist die auf Taf. XXI in Fig. 1, 2, 5 u. 6 dargestellte. Das Schwellwerk oder der Rammfuß, Fig. 6, besteht aus zwei Vorderschwellen *a*, zwei senkrecht zu diesen gerichteten Mittelschwellen *b*, zwei zur Aussteifung dieser dienenden Schrägschwellen *c* und zwei Verbindungsschwellen *d* und *e*. Die Mittelschwellen dienen zur Aufnahme der Läuferfutren *f*, Fig. 5, und der Hinterstreben *g*, Fig. 1, durch welche das Vor- und Rückwärtsneigen der Läuferfutren vermieden wird. Die seitliche Absteifung der Läuferfutren wird durch die Seitenstreben *h*, Fig. 1 u. 5, welche unten in die Vorderschwellen eingreifen, bewirkt. Eine der Hinterstreben ist mit Sprossen versehen, so daß dieselbe eine Leiter bildet, mittels welcher man zu den oberen Teilen der Ramme gelangen kann. Die circa 0,65 m im Durchmesser haltende, aus einem Stück bestehende hölzerne Rammscheibe *i*, Fig. 1, ist oben zwischen den Hinterstreben angebracht, so daß die Vorderflucht der Seilrinne vertikal über dem Schwerpunkte des Bären *l* liegt. Um der Rammscheibe eine festere Lagerung zu geben, sind die Hinterstreben hier mit den Läuferfutren durch horizontale Hölzer *k* verbunden. Der Bär hat an jeder Seite Federn, Fig. 2, welche in entsprechende Nuten der Läuferfutren eingreifen. Die Führung des Bären ist auf diese Weise eine sichere und gestattet diese Anordnung, daß der Pfahl gleichzeitig durch die Läuferfutren geführt wird, was durch umgelegte Ketten oder Taue noch vollkommener zu erreichen ist. Allerdings ist hierbei nicht ausgeschlossen, daß der Pfahl, wenn er durch irgend einen Umstand eine etwas schiefe Stellung erhält, sich zwischen den Läuferfutren klemmt, wodurch beim Niederschlagen große Reibung eintritt, der Nutzeffekt vermindert wird und eine Zerstörung der Ramme, namentlich der Läuferfutren, bewirkt werden kann; bei schweren Rammarbeiten erscheint daher diese Führung des Pfahls nicht ohne Bedenken, bei leichteren dagegen ist sie sehr zweckmäßig. Die hier beschriebene Ramme hat noch den Vorzug, daß man die Läuferfutren nach unten über das Schwellwerk hinausführen kann, so daß man in der Lage ist, den Pfahl erheblich tiefer eintreiben zu können, als die Ramme steht. In dieser Einrichtung liegen in manchen Fällen erhebliche Vorteile; beispielsweise wird man es vielfach nicht nötig haben, die Baugrube so groß auszuheben, daß man sich mit der Ramme darin bewegen kann, was um so wünschenswerter ist, als durch die beschränkte Bewegung in der Baugrube die Arbeit immerhin behindert sein würde.

§ 20. Einläufige Zugramme mit viereckigem Schwellwerk. Die Fig. 19 bis 24, Taf. XXI, zeigen eine einläufige Zugramme, wie sie im nördlichen Deutschland gebräuchlich ist. Das Schwellwerk ist viereckig und besteht aus einer Vorderschwelle *a*, einer Hinterschwelle *b*, zwei Seitenschwellen *c* und den beiden als Streben eingefügten Mittelschwellen *d*. Die Vorderschwelle *a* dient zur Aufnahme

Arbeitsleistung zu 51 400 mkg (Zeitschr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1860. S. 292), während Lahmeyer dieselbe zu 54 800 mkg angiebt. — Weisbach. Zwischen- u. Arbeitsmaschinen. 2. Aufl. 1880. S. 309.

der Läuferrote e und der für den richtigen Stand der Läuferrote erforderlichen Streben f , während die zur Absteifung der Läuferrote dienenden rückwärts gehenden Streben g sich unten auf die Mittelschwellen aufsetzen. Um das Besteigen der Ramme zu ermöglichen, ist eine der Streben f , welche auch Vorderruten genannt werden, mit Sprossen versehen.

Der Kopf der Läuferrote, welcher durch den erforderlichen Einschnitt zur Aufnahme der etwa 80 cm im Durchmesser haltenden Rammscheibe geschwächt ist, hat eine durch Bohlen mittels umgelegter Eisenbänder und Schraubenbolzen bewirkte Armierung.

Zur Erleichterung des Vorsetzens der Pfähle ist oben auf der Läuferrote ein horizontales Holz angebracht, in welchem Rollen für das Aufziehen der Pfähle sich befinden. Dieses Holz, Trietzkopf genannt, ist mit den für das Aufziehen bestimmten Rollen in Aufrifs und Grundrifs auf Taf. XXI in Fig. 22 dargestellt. Die Bolzen der Rollen laufen in aus Blech hergestellten Büchsen.

Der Trietzkopf wird durch vier umgelegte eiserne Bänder armiert und sitzt auf einem Zapfen von der aus Fig. 23 erkennbaren Form, so daß eine Drehung in horizontaler Richtung möglich ist. Das Abheben des Trietzkopfes wird durch zwei Bolzen, welche zum Teil in die in dem Zapfen befindliche halbkreisförmige Rinne eingreifen, verhindert. Die Welle oder der Haspel h wird in die Hinterstreben oder Hinterruten g , wie in Fig. 21 angegeben, eingelegt und durch eiserne Bügel festgehalten.

Die Ramme hat etwa 15,5 m Höhe und arbeitet mit einem 1,7 m hohen Bären von etwa 0,36 qm Aufschlagfläche. Im Vergleich zu andern Rammen hat diese Zugramme eine große Anzahl von Verbandstücken, wodurch, wenn auch das Gewicht des Holzes zur Stabilität wesentlich beiträgt, das Aufstellen und Abnehmen jedoch sehr erschwert wird. Um bei dem Gebrauch der Ramme das Verrücken leichter bewirken zu können, haben sämtliche Hölzer des Schwellwerks an ihren unteren Seiten Einschnitte, sogenannte Larven, wodurch das Unterstecken von Hebebäumen möglich wird.

Wegen ihrer schwerfälligen, allerdings dafür auch festen Konstruktion findet diese Ramme in der Regel nur bei größeren Rammarbeiten, wobei es auf schwere Schläge ankommt, Verwendung.

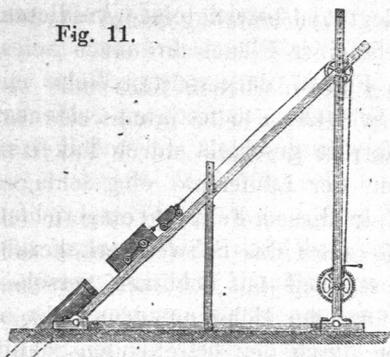
§ 21. Die zweiläufige Stützenramme, Fig. 28, Taf. XXI, ist bei Hafengebäuden an der Ostsee vielfach zur Verwendung gekommen. Sie besteht aus einer Vorderschwelle a , den beiden Läuferroten b mit ihren seitlichen Abstreben c , sowie aus einer nach rückwärts gestellten Strebe d . Um ein Überkippen nach vorn zu vermeiden, werden ein oder zwei Taue e (Kopftaue) an dem Kopf der Ramme und an einem hinter der Ramme eingeschlagenen Pfahle oder auch an zwei zu beiden Seiten der Ramme nach rückwärts eingeschlagenen Pfählen f befestigt, so daß diese Taue in letzterem Falle gleichzeitig auch eine seitliche Absteifung bewirken. An dem Kopf der Strebe ist ein Haken h zum Anhängen eines Flaschenzuges i angebracht, mittels dessen das Vorstellen des einzurammenden Pfahls leicht bewerkstelligt werden kann.

Die Läuferroten bestehen aus zwei schwachen Hölzern, welche durch zwischen gelegte Klötze g über der Schwelle und unter der Rammscheibe zusammengehalten werden. Zwischen diesen Läuferroten laufen die Arme des Bären.

Diese Zugramme zeichnet sich durch ihre Einfachheit, leichte Aufstellung, so-

wie auch dadurch sehr vorteilhaft aus, daß man sie zum Einrammen von Pfählen in jeder beliebigen Neigung gebrauchen kann, so lange die Steifigkeit der Läufer-
ruten genügt und der Bär noch genügend rasch gleitet. Auch an Bergabhängen ist sie

Fig. 11.



sehr brauchbar, wenn man die bewegliche Hinter-
strebe der Böschung entsprechend kurz macht. Bei
sehr geneigter Lage der Läufer-
ruten hat man die-
selben zur Vermehrung der Steifigkeit auch wohl
noch in der Mitte unterstützt und den Bären mit
Rädern versehen, welche auf den geneigten Läufer-
ruten laufen; vergl. nebenstehende Figur.

§ 22. Die Winkelramme, Fig. 32, Taf. XXI,
unterscheidet sich von der in Fig. 19 bis 24 auf
derselben Tafel angegebenen Ramme wesentlich
nur durch ihr Schwellwerk. Sie bietet vermöge

der Form des Fusses den Vorteil, daß man damit auch in den Ecken der Baustellen
Pfähle einrammen kann.

§ 23. Zweiläufige Ramme ohne Schwellwerk; Fig. 48 bis 51, Taf. XXI.
Die bockartig zusammengestellten, durch einen eisernen Bolzen verbundenen drei
Streben haben an ihren unteren Enden spitze eiserne Schuhe. Die mittlere Strebe *a*
reicht etwas über den Verbindungsbolzen hinaus und trägt an ihrem Ende die bei-
den mittels eines eisernen Bolzens aufgehängten Läufer-
ruten *b*. Die Läufer-
ruten sind,
um sie dauerhafter zu machen, mit eisernen Bändern armiert. Der Bär, Fig. 51,
welcher ein Gewicht von 400 kg hat, ist in seiner ganzen Höhe mit Federn versehen,
mit welchen er in den Nuten der Läufer-
ruten läuft. Eine der nach vorn stehenden
Streben hat zur Ermöglichung des Besteigens der Ramme Sprossen. Zur besseren
und leichteren Handhabung der Ramme und um die Läufer-
ruten in die gewünschte
Richtung bringen zu können, sind letztere mit eisernen Handgriffen versehen.

Diese leicht transportable Ramme ist namentlich bei Rammarbeiten, bei wel-
chen ein häufiges Versetzen erforderlich ist, sowie wenn die Aufstellung auf unebenem
Terrain erfolgen muß, recht zweckmäßig. Bei Aufstellung auf weicherem Boden
müssen, um ein Versinken der Streben zu verhüten, Bohlenstücke unter die Spitzen
derselben gelegt werden.

Zur Verwendung kam diese Ramme bei dem Bau der schweizerischen Cen-
tralbahn, wo sie sich zum Einrammen von Pfählen in schräger Richtung, sowie auch
beim Tieframmen gut bewährt hat.

§ 24. Die Winkelramme mit nach unten verlängerten Läufer-
ruten, Fig. 58 u. 59, Taf. XXI, ist mit einem Schwellwerk versehen, welches gestattet, die
Läufer-
ruten beliebig tief hinabreichen zu lassen. Die Ramme ist sehr einfach und
praktisch konstruiert, auch leicht aufstellbar.

§ 25. Tieframme. Die Fig. 60 bis 68, Taf. XXI, stellen eine Tieframme
dar, wie sie bei den Kanalisierungsarbeiten in Berlin Verwendung gefunden
hat. Das Schwellwerk der Ramme ist fahrbar und ruht auf vier Rollen *a*, die auf
untergelegten Langhölzern *b* laufen. Es besteht aus zwei Vorderschwellen und zwei
Hinterschwellen *d*, zwischen welchen die vier Rollen angebracht sind. Auf den
Vorderschwellen, sowie auf den Seitenschwellen *e* ruht je ein Fuß des Rammge-
rüstes. Dasselbe ist aus drei Rundhölzern *fgh* als Galgen oder Dreibein

hergestellt. Die Fußenden dieser Rundhölzer werden mit den Schwellhölzern durch Bolzen verbunden. Um nun die Läuferrote *i* an diesem Galgen anbringen zu können, sind die Rundhölzer *f*, *g* und *h* durch drei in einer Ebene liegende Querhölzer *k*, *l* und *m* verbunden, worauf ein Holz *n* gelegt und befestigt ist. An diesem Holze *n* wird das obere Ende der Läuferrote mittels einer Flügelschraube *o* befestigt. Das untere Ende der Läuferrote ist in der in Fig. 67 dargestellten Weise mit einem Rade *p* versehen, welches auf einer auf der Schwelle *r* befestigten Schiene *q* läuft. Die Feststellung des unteren Endes der Läuferrote geschieht durch Haken *s*, Fig. 68, welche in die Schwelle *r* zu beiden Seiten der Läuferrote eingeschlagen werden. Die Läuferrote ist beliebig verstellbar und in diesem Falle so eingerichtet, daß sie je nach Erfordernis bis mehr als 3 m Tiefe unter das Schwellwerk herabgelassen werden kann, zu welchem Zwecke ihr oberer Teil mit Schlitzfenstern versehen ist, welche ermöglichen, die Läuferrote in der gewünschten Höhe an dem Holze *n* zu halten, indem ein an letzterem befindlicher Bolzen durch den betreffenden Schlitz gesteckt und mittels der Flügelschraube *o* gehalten wird. Die Läuferrote ist an ihren Kanten durch Winkeleisen armiert. Der Bär *t*, Fig. 62 u. 63, aus Gußeisen mit einer Wandstärke von 2 cm hergestellt, hat ein Gewicht von 200 kg. Zur Führung an der Läuferrote dienen vier schmiedeeiserne 1 cm starke Arme *u*, welche vor und hinter der Läuferrote, um den Bären an letzterer zu halten, durch Bolzen verbunden sind, auf denen zur Verminderung der Reibung lose Rollen *v* laufen. Die an dem Bären befindlichen Arme waren, wie in Fig. 64 u. 65 angegeben, soweit sie die Läuferroten berühren, anfangs in U-Eisen festgenietet, was sich aber nicht bewährt hat, weshalb diese U-Eisen später in Wegfall kamen. Diese Ramme, welche etwa 300 M. kostete, wurde zum Einrammen von 6 beziehungsweise 8 cm starken, 25 cm im Mittel breiten und 3 m langen Spundbohlen benutzt und hat allen Anforderungen entsprochen.²¹⁾

§ 26. Wippamme; Fig. 25 bis 27, 30, 31 u. 33, Taf. XXI. Das Rammgestell besteht aus zwei Läuferroten *a*, Fig. 33, deren untere Enden senkrecht auf der Vorderschwelle befestigt und oben durch ein starkes eichenes Querholz verbunden werden, sowie aus zwei Seitenstreben und einer rückwärts stehenden Strebe, welche letztere in einem Gelenke drehbar ist. Um dem Rammgerüst eine größere Festigkeit zu geben, sind zwischen den Läuferroten und den festen Streben noch horizontale Riegel angebracht. Zur leichteren Handhabung der Ramme ruht das Schwellwerk auf Rollen.

Die eigentliche Rammvorrichtung, Fig. 30 u. 31, besteht aus zwei aus Eisenblech und Winkeleisen konstruierten Wangen *b*, welche durch Stehbolzen *c* mit einander steif verbunden sind. Vier Winkeleisen *d* an den äußeren Seiten der Wangen, welche die an den inneren Kanten gleichfalls mit Winkeleisen armierten Läuferroten umfassen, bewirken die Führung der Rammvorrichtung.

Zur Aufnahme des Wippbaums *e*, durch welchen beim Rammen das Heben des Bären bewirkt wird, befinden sich an dem einen Ende der Wangen zwei Lager. Zwischen den Wangen bewegt sich der 496 kg schwere Bär, welcher seine Führung durch die an denselben angebrachten vier vertikalen Schienen *f* erhält, indem die zu beiden Seiten des Bären befindlichen Vorsprünge zwischen diese Schienen

²¹⁾ Probblatt d. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 15. April. 1879.

greifen. Die Wangen stützen sich mit den durch die verlängerten Führungsschienen *f* gebildeten Gabeln, welche die Arme des auf dem Pfahlkopfe befindlichen Ringes *g*, Fig. 26, umfassen, auf den Pfahl, wodurch dieser mit der Rammvorrichtung in eine gute Verbindung gebracht wird, sodafs ersterer nach keiner Seite hin unter dem Bären ausweichen kann und daher stets central getroffen wird. Der gufseiserne Bär *h* hat an seinem Kopfe zwei eiserne Ösen *i*, Fig. 26, durch welche ein schmiedeiserner mit einer losen Hülse *p* versehener Bolzen *o* gesteckt ist. An diese Hülse greift der zum Heben des Bären dienende Haken *k* an, wozu der Bär eine aus Fig. 26 u. 31 zu ersiehende Vertiefung erhalten hat.

Der Wippbaum *e*, Fig. 31, besteht aus Eichenholz und ist mit Eisen armiert. Am hinteren Ende desselben befindet sich ein eiserner Bügel *l* zur Befestigung der Zugleinen und zur Handhabung des Wippbaums, welcher sich auf einer eisernen Axe *m* drehen kann, die in an den Wangen befestigten Lagern ruht. An dem vorderen Ende des Wippbaums ist ein eisernes Bogenstück mit vorstehenden Kanten angebracht, an dessen oberem Ende eine entsprechend starke Kette sich befindet, die mit Hilfe des an ihrem unteren Ende in einem Bügel hängenden Hakens *k* zum Heben des Bären dient. Der Haken dreht sich um einen eisernen an beiden Enden mit viereckigen Platten versehenen Bolzen. Die Platten gleiten zwischen den Schienen *f* und geben dem Haken dieselbe Richtung, in welcher der Bär steigt und fällt.

Der Haken *k* ergreift mit seinem unteren Ende die an dem Bolzen *o*, Fig. 26 u. 30, befindliche Hülse *p*, während das obere Ende des Hakens mit einer Biegung versehen ist, mittels welcher, wie weiter unten beschrieben, die Auslösung des Bären bewirkt wird.

Das Heben der ganzen Rammvorrichtung und des an den Wangenhaken befestigten Pfahls geschieht durch eine auf einer Seite des Rammgerüstes aufgestellte Windevorrichtung, wobei der Bär mittels eines durch die Wangen hindurchgesteckten Vorsteckers gehalten bleibt.

Das Rammen mit diesem Apparate ist ähnlich wie bei den gewöhnlichen Zugrammen. Mittels der Zugleinen wird das hintere Ende des Wippbaums heruntergezogen, somit das vordere Ende desselben mit dem durch den Haken *k* gefassten Bären gehoben. Bei dieser Aufwärtsbewegung wird, sobald die untere Kante des am Wippbaume befindlichen Bogenstücks über den Drehpunkt *m* hinaus angehoben ist, die Kette anfangen, nach rückwärts überzuhängen und mit ihrem Bügel, worin der Haken hängt, gegen das obere Ende des letzteren drücken, bis derselbe sich auslöst, was durch die auf dem Bolzen *o* befindliche Hülse *p* begünstigt wird. Der ausgelöste Bär fällt frei gerade auf den Kopf des Pfahls herunter. Beim Nachlassen der Zugleinen fällt das vordere Ende des Wippbaums wieder herunter und der Haken *k* greift von neuem an, indem er sich mit dem Bär in der gleichen Führung bewegt.

Die Wippramme hat den gewöhnlichen Zugrammen gegenüber bedeutende Vorteile; durch die Bewegung der Wippbaumaxe in Lagern wird die Reibung auf ein Minimum reduziert, der Bär fällt vollkommen frei herab und der Pfahlkopf wird stets central getroffen. Die Fallhöhe des Bären ist eine bestimmte, kann aber durch die stärkere oder schwächere Krümmung des Hakens reguliert werden, wobei eine Fallhöhe von 1,6 m als Maximum anzunehmen ist. Sehr vorteilhaft bei dieser Ramme wirkt noch die fortwährende Belastung des Pfahls durch die ganze Rammvorrichtung und den Bären.

Diese Vorteile der Wippramme sind durch die Erfahrungen bei dem Bau der Eisenbahn Herzogenbusch-Crevecœur, speciell bei den Gründungen der großen Maasbrücke bei Crevecœur, wo sie zur Anwendung gekommen, voll bestätigt worden, indem, um einen Pfahl auf dieselbe Tiefe einzurammen, bei der Wippramme nur halb so viele Schläge als bei der Zugramme erforderlich waren. Die ausgeübte Nutzkraft der Arbeiter betrug 16 kg pro Mann.

Sämtliche Teile der hier beschriebenen Rammvorrichtung, ausschliesslich des Holzwerkes, wurden von der Firma L. Bovy & Co. zu Juik für circa 1900 M. geliefert.²²⁾

Dafs diese Rammmaschine trotz der unleugbaren Vorteile, welche dieselbe bietet, namentlich wenn es auf eine rasche Aufeinanderfolge der Schläge ankommt, keine weitere Verbreitung gefunden hat, liegt wohl daran, dafs die Hubhöhe eine beschränkte und dafs in den letzten Jahren bei Rammarbeiten von einiger Bedeutung statt der teuren Menschenkraft die billigere und zuverlässigere Dampfkraft allgemeine Verwendung gefunden hat.

3. Kunstrammen.

§ 27. Allgemeines. Die ungünstige Ausnutzung der menschlichen Arbeitskraft bei Anwendung schwerer Bären und die beschränkte Hubhöhe derselben an der Zugramme führte schon früh dazu, mechanische Mittel zum höheren Heben schwerer Bären zu verwenden. Der Betrieb solcher mechanischen Vorrichtungen geschah meistens durch Menschen²³⁾, die an der Kurbel, dem Tretrade oder dem Steigtrade arbeiteten²⁴⁾, seltener durch tierische Kräfte oder Wasserkraft.

Das Rammen bei den ersten Maschinen dieser Art, welche man Kunstrammen nennt, erfolgte in der Weise, dafs man das Rammtau oder die Rammkette auf eine Seil- beziehungsweise Kettentrommel aufwickelte und, wenn der Bär die gewünschte Höhe erreicht hatte, das Herunterfallen desselben durch Auslösen des Vorlegers (Sperrhakens) der Winde bewirkte, wobei das Seil, beziehungsweise die Kette, sich von der Trommel abwickelte und mit dem Bären hinunterging. Die Fallgeschwindigkeit des Bären wurde hierbei wesentlich durch die Widerstände des Seiles oder der Kette, sowie der Seil- beziehungsweise Kettentrommel beeinträchtigt; es wurde daher sehr bald die Verbesserung getroffen, dafs man den Bär durch einen auslösbaren Haken mit dem Rammtau oder der Rammkette in Verbindung brachte, worüber bei der Beschreibung der einzelnen Rammen das Nähere angegeben werden wird.

Die bei den Kunstrammen zur Verwendung kommenden Winden können verschiedenster Art sein; es ist für den vorliegenden Zweck nur Bedingung, dafs sie solid konstruiert und mit sicherer Sperr- und Bremsvorrichtung versehen sind.

§ 28. Doppelläufige Kunstramme; Fig. 52 u. 53, Taf. XXI. Der Bär dieser sehr gebräuchlichen, etwa 8 m hohen Kunstramme läuft zwischen den Läuferuten, wobei die letzteren, wenn der Pfahl tief geschlagen werden soll, unter das Schwellwerk hinabreichen können.

Der gufseiserne Bär ist zu beiden Seiten mit ausgehobelten Nuten versehen, in welche glatt bearbeitete Eisenschienen eingreifen, die an den inneren Seiten der

²²⁾ Deutsche Bauzeitg. 1869. S. 631.

²³⁾ Lahmeyer giebt die Nutzleistung eines Arbeiters nach Abzug der schädlichen Widerstände für die Kunstramme auf 109 600 mkg pro Tag an, so dafs die Leistung an der Kunstramme 2 bis 2 $\frac{1}{2}$ mal so groß als die an der Zugramme anzunehmen ist; vergl. S. 416.

²⁴⁾ Schon 1707 der französische Gelehrte de la Hire, dann 1730 Leupold haben die bis dahin gebräuchliche einfache Zugramme mit Laufrädern, Göpeln u. s. w. versehen und dadurch den Übergang zu den Kunstrammen angebahnt. Wesentliche Verbesserungen wurden dann von Vauloné und von Belidor (1760) und noch später von Perronet (1780) eingeführt. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1875. S. 235.

Läuferruten mittels versenkter Holzschrauben befestigt sind. An diesen Schienen kann der Bär ohne große Reibung sicher hinuntergleiten.

Ein sehr wichtiger Teil der Kunstramme ist, wie schon bemerkt, der Haken, der den Bären bis zu einer gewissen Höhe hebt und ihn wieder frei fallen läßt. Für die hier angeführte Ramme dient ein zangenförmiger Doppelhaken, welchen Fig. 54 u. 55 im Durchschnitt und in der Seitenansicht zeigen. Derselbe trägt an seinen oberen Armen gußeiserne mit eingedrehten Nuten versehene Rollen. Die Drehaxe des Doppelhakens befindet sich in dem sogenannten Fallblock, auch Katze genannt, welcher, nachdem der Bär ausgelöst ist, durch sein Gewicht die Kette mit herunterzieht. Die beiden Haken müssen so gearbeitet sein, daß sie an der unteren Seite schräge oder abgerundete Flächen haben, die beim Aufstoßen auf die Öse des Bären sich öffnen und ein Eingreifen der Haken in die Öse bewirken. Die oberen Flächen der Haken sind nach Kreisbogen gebildet, deren Mittelpunkt in der Drehaxe der Haken liegt, da nur bei dieser Anordnung die Öse des Bären sicher gefaßt und bei dem Öffnen der Zange herausgleiten wird. Die Führung des Fallblocks geschieht zwischen den Läuferruten in derselben Weise wie die des Bären. Um das Auslösen des Doppelhakens zu bewirken, sind die an den inneren Seiten der Läuferruten zur Führung des Bären und des Fallblocks befestigten eisernen Schienen nach dem Kopfe der Ramme zu näher aneinandergebracht. Wenn der Fallblock in diese Verengung kommt, nähern sich die Rollen der Zange einander und letztere öffnet sich, bis der Bär herausfällt.

Ihrer einfachen und zweckmäßigen Konstruktion wegen ist diese Ramme zu empfehlen.²⁵⁾

Fig. 36 bis 45 u. 47 auf Taf. XXI stellen eine größere, etwa 15 m hohe Kunstramme dar, wie sie zum Einrammen längerer Pfähle Verwendung findet.

Der gußeiserne Bär, sowie der Fallblock bewegen sich vor den beiden an den äußeren, inneren und hinteren Seiten mit Eisenschienen armierten Läuferruten. Zu seiner Führung ist der Bär mit zwei schweren schmiedeisernen Armen versehen, Fig. 38 u. 41, die an ihrem hinteren Ende einen Ansatz haben, um auf der Rückseite der beiden Läuferruten Anlage zu finden.

Die Führung des Fallblocks, Fig. 38 und 39, geschieht in ähnlicher Weise. Der schmiedeiserne Haken, Fig. 40, hat an der unteren Seite eine schräge Fläche, mit welcher derselbe beim Aufstoßen auf die Öse des Bären abgleitet, um dann durch das Gegengewicht in diese hineingedrückt zu werden. Die obere Fläche, mit welcher der Haken die Öse des Bären faßt, ist wiederum nach einem Kreisbogen gebildet, dessen Mittelpunkt in der Drehaxe des Hakens liegt. An letzterem befinden sich zwei Arme, von denen der kürzere das Gegengewicht trägt und der längere zur Auslösung des Bären dient. Der Haken wird an dem unteren Teil des Fallblocks mittels eines Schraubenbolzens gehalten.

Fig. 36 u. 37 stellen den Kopf der Ramme mit Rammscheibe dar und Fig. 42 zeigt die Befestigung der auf der Vorderschwelle stehenden seitlichen Streben, welche mit dieser verzapft und durch eiserne Bügel verbunden sind. An letzteren befinden sich Haken, welche das Abgleiten der Bügel von den Krampen verhindern. Die Verzapfung dieser Streben an den oberen Enden ist aus Fig. 45 zu ersehen.

²⁵⁾ Hagen, Wasserbaukunst. 1. Teil, 1. Bd. 3. Aufl. S. 137.

§ 29. Eine **Kunstramme mit Pferdebetrieb**, wie sie von Laferrère angewendet wurde²⁶⁾, zeigen Fig. 69 bis 71, Taf. XXI. Eine solche Einrichtung empfiehlt sich in den Fällen, wo die Anschaffung einer Dampfmaschine noch nicht lohnend erscheint.

Bei der in Fig. 69 u. 70 dargestellten Anordnung ist die Ramme zum Tief- und Schrägrammen eingerichtet.²⁷⁾ Die Läuferuten sind mit der Vorderwand an dem Mittelständer zu einem festen Ganzen verbunden, während Seitenstreben und Mittelständer drehbar in eisernen Gelenken ruhen. An dem Kopfe des Mittelständers greift eine nach rückwärts gehende, ebenfalls in einem Lager drehbare Strebe an. Um der Ramme eine beliebig geneigte Stellung geben zu können, hat man auf der in dem Schwellwerke befindlichen Mittelschwelle ein \perp -Eisen befestigt, auf welchem der Fuß der nach rückwärts gehenden Strebe mittels eines eisernen Bügels an beliebigen Punkten eingestellt werden kann.

Als Göpelwelle wurde eine alte Axe eines Erdtransportwagens von 1 m Spurweite mit Beibehaltung der dazu gehörigen Laufräder benutzt, siehe Fig. 71. Diese Axe steht mit dem Fußzapfen in einem einfachen Spurlager und wird unterhalb des oben befindlichen Rades von einem Halslager umfaßt.

Der Göpelschwengel ist an den Speichen des oberen Rades festgeschraubt und hat eine Länge von 7 m; an den Enden desselben wirkt je ein Pferd. Auf die Axe ist zwischen den Laufrädern, deren Spurkränze 0,8 m Durchmesser haben, eine Seiltrommel von 0,9 m Durchmesser geschoben, die lose auf derselben sitzt und mittels vorspringender, zwischen die Speichen des unteren Laufrades greifenden Zapfen getrieben wird. Diese Seiltrommel trägt oben einen Muff, in welchen ein Hebel *a* eingreift, der durch einen in der Grube *b* stehenden Arbeiter, über dessen Kopf der Schwengel hinweggeht, leicht so viel gehoben werden kann, daß die Seiltrommel durch Herausschieben ihrer Zapfen aus den Speichen des unteren Rades von der Welle losgekuppelt wird. Der Fallblock kann nun vermöge seines Gewichts herunterfallen, wobei er das Tau von der Seiltrommel, indem diese eine rückwärts gehende Bewegung ausführt, abwickelt, ohne daß die Pferde angehalten zu werden brauchen. Nachdem der Bär wieder von dem Fallblock gefaßt worden, läßt der Arbeiter die Seiltrommel niedersinken, infolge dessen die daransitzenden Zapfen in die Speichen des unteren Rades eingreifen und die Kupplung wieder hergestellt wird. Das Gestell des Göpels besteht aus wenigen in die Erde eingegrabenen Hölzern; der Grundriß desselben ist in Fig. 70 dargestellt. Ebenso findet sich dort auch die Führung des Rammtaus angegeben, welches derartig über Rollen und Walzen läuft, daß der Göpel für das Einrammen einer größeren Anzahl von Pfählen seinen festen Stand behalten kann.

Schließlich sei noch eine sehr zweckmäßige Einrichtung eines Fallblocks erwähnt, welche in Fig. 34 dargestellt ist. Der Bär hat zu seiner Führung vier angegossene Ansätze, die in Nuten der Läuferuten sich bewegen können; und eine Öse, in welche die aus zwei Haken *c* bestehende, mittels Bolzen an dem Fallblock befestigte Zange hineingreift. Der Fallblock ist unmittelbar an dem Rammtau befestigt und läßt sich wie der Bär zwischen den Läuferuten bewegen. Die Wirkungsweise des Apparats ist nun wie folgt: Zwei Stahlfedern *b*, welche in diesem Blocke festsitzen, drücken die langen Schenkel *a* der Zange auseinander und folglich die

²⁶⁾ Portefeuille économique des machines. 1875 Mai. S. 66.

²⁷⁾ Ein derartiges Rammgerüst siehe: Becker. Allgemeine Baukunde des Ingenieurs. S. 222. Fig. 195.

unteren Schenkel *c*, das Gebifs, zusammen. Ist der Fallblock nun am oberen Teile des Rammgerüstes angekommen, so schieben sich die Schenkel *a* der Zange vermöge ihrer Form in einen dort angebrachten Schlitz *d* und werden zusammengedrückt, wobei das Gebifs *c* sich öffnet und die Öse des Bären auslöst, so daß letzterer ungehindert herabfallen kann. Nach Ablösung des Bären vom Fallblock wird letzterer wieder herunter gelassen, bis das Gebifs den Bären von neuem faßt.

§ 30. **Kunstramme mit Wasserbetrieb; Fig. 24, Taf. XXII.** Bei diesem hydraulischen Schlagwerk von J. M. Ramsauer in Gmunden erfolgt der Betrieb durch das strömende Wasser eines Flusses wie bei Schiffsmühlen mittels eines unterschlächtigen Rades.

Das Wasserrad setzt mit Hilfe der Transmissionen *a* und *b* die mit letzterer verbundene Seiltrommel in Bewegung und bewirkt mittels des Rammtaues *c* das Heben des Bären *d*. Wenn der Bär durch Andrücken des Hebels *e* sich ausgelöst hat, findet vermöge der Spannung des Rammtaues *c* noch ein weiteres Aufschnellen der Auslösevorrichtung statt, wobei diese einen Hebel, an welchem das obere Ende des straffen Seiles *g* befestigt ist, anhebt, so daß mittels des Seiles *g* und des Hebels *hik* ein Ausrücken der Seiltrommel erfolgt. Der Fallblock zieht dann das lose gewordene Rammtau herunter und kuppelt sich in der bekannten Weise wieder ein, wonach mittels eines bei *k* vorhandenen, in der Figur nicht sichtbaren Hebels durch einen Arbeiter die Seiltrommel von neuem eingertückt wird.

Die Rammkraft und die Rammgeschwindigkeit sind regulierbar, indem die Eintauchungstiefe des Wasserrads verändert und die Transmission *a—b* aus Rädern von verschiedenen Durchmessern gebildet werden kann. Das Heben und Senken des Wasserrads, welches sich auch ganz aus dem Wasser heben läßt, geschieht, wie aus der Figur ersichtlich, mittels der Winde *m*, der Welle *n* und der Seile *o, p* und *q*; durch Vorstecker wird schließlicly das gehobene oder gesenkte Rad in seiner Lage festgehalten.

Diese Ramme hat bei den Bauten der K. K. Salinenverwaltung in Ischl Verwendung gefunden, wobei ihre Arbeitsleistung gleich der von acht Arbeitern ermittelt wurde.²⁸⁾

4. Durch Dampf betriebene Rammen.

Um bei der großen Mannigfaltigkeit der mit Dampf betriebenen Rammen eine bequeme Übersicht zu gewinnen, empfiehlt es sich, sie nach dem Gesichtspunkte zu unterscheiden, ob der Dampf direkt auf den Bären wirkt oder nicht. Die letzteren und früher erfundenen, nach dem Vorhergehenden als Kunstrammen anzusehenden Rammen, kann man wieder danach einteilen, ob sie eine eigene Dampfmaschine besitzen oder ob für den Betrieb nur eine außerhalb des Rammapparats stehende Dampfmaschine (Lokomobile) dient.

a. Dampfkunstrammen (Rammen mit Lokomobilbetrieb).

§ 31. **Cowdin's Dampfkunstramme.** Schon Ende der 1830er Jahre fand der Dampf zum Betriebe der Rammen Verwendung und zwar scheint die erste mit Dampf betriebene Ramme aus Nordamerika durch den Oberst Cowdin nach England gebracht worden zu sein. Mit dieser Ramme, „Bruder Jonathan“ genannt, konnten zwei

²⁸⁾ Rziha. Eisenbahn-Unter- und Oberbau. Wien 1877.

Pfähle zu gleicher Zeit eingeschlagen werden. Das Rammgestell bestand aus zwei gewöhnlichen, mit je zwei Läuferuten versehenen zusammengebauten größeren Rammrammen, die auf einem Schienengeleise beweglich waren. Auf der Plattform war eine zehnpferdige Dampfmaschine mit zwei geneigten Cylindern aufgestellt. Durch dieselbe wurde eine Welle, die in den Gestellen der zu beiden Seiten befindlichen Rammwinden gelagert war, mittels Kurbelgetriebe in Bewegung gesetzt. Auf der Welle befand sich neben jeder Rammwinde eine Friktionsscheibe, die mit einer auf der Windetrommel der Rammwinde befindlichen Scheibe in Berührung gebracht werden konnte, wodurch der Betrieb der beiden Rammen ermöglicht wurde. Jeder Bär wog 800 kg und wurde in einer Minute 4 bis 5mal gehoben. In der Mitte des Rammgestells war noch eine 1,25 m im Durchmesser haltende Kreissäge zum Abschneiden der Pfähle angebracht, welche auf einer Gleitbahn nach der einen oder anderen Seite bewegt werden konnte, so daß bei Aufstellung zwischen zwei Pfahlreihen das Abschneiden der beiderseitigen Pfähle geschehen konnte.

Diese Rammaschine wurde in Amerika meistens bei Eisenbahnbauten verwendet, wo sie sehr gute Dienste geleistet haben soll. Es sind damit in einem Monate auf einer Strecke von 1,6 km zwei Reihen, 1,6 m von einander entfernter Pfähle eingerammt worden. Zur Bedienung waren für beide Rammapparate ein Maschinist und vier Arbeiter erforderlich. Die Kosten der Rammaschine mit den übrigen Apparaten sollen 14300 M. und diejenigen der Maschine allein 1430 M. betragen haben.²⁹⁾

§ 32. Die Dampfkunstramme von Scott und Robertsens. Der vorstehend beschriebenen sehr ähnlich ist eine von Michael Scott und Andrew Robertsens konstruierte Ramme, mittels welcher ebenfalls zwei Pfähle gleichzeitig eingeschlagen werden können. Zu diesem Zwecke sind zwei, in entsprechender Entfernung unter einander verbundene Läuferutenpaare an dem Rammgestelle angebracht. Diese Läuferuten sind vorn an einer Plattform in Scharnieren drehbar und die zu ihrer Absteifung dienenden Streben auf der Plattform verschiebbar, um die Ramme auch zum Einschlagen von Schrägpfählen benutzen zu können. Das Rammgerüst und die Dampfmaschine stehen auf einer Plattform, welche auf einem stark verstrehten, auf einem Schienengeleise bewegbaren Gerüste ruht. Die Dampfmaschine hat zwei Wellen, von denen jede einen Bär von je 1525 kg Gewicht in Betrieb setzt. Diese Wellen sind mit Kupplungen und Bremsen versehen und zwar erstere so angeordnet, daß während der Einrückung der einen Welle die andere ausgelöst ist. Die Auslösungsvorrichtung für den Bären stimmt im wesentlichen mit der auf Taf. XXI in Fig. 38 bis 41 angegebenen überein. Das Aufziehen und Vorstellen der Pfähle, sowie das Einrammen derselben erfordert nur eine Dampfmaschine von vier Pferdestärken. Der Preis für diese Ramme mit der tragbaren Dampfmaschine und drei Bären soll etwa 9000 M. betragen haben.³⁰⁾

§ 33. Schwartzkopffs Dampfkunstramme mit Lokomobilbetrieb³¹⁾, Fig. 1, Taf. XXII, ist fahrbar konstruiert und mit Friktions-Steuerung versehen. Der auf Rädern ruhende Rammfuß bildet eine Bühne, welche zur Aufstellung der Winde und

²⁹⁾ Romberg's Zeitschr. f. prakt. Baukunde, Leipzig 1842. S. 15. Mit Abb.

³⁰⁾ Dingl. polyt. Journ. 1860 I. S. 243, nach Revue universelle des mines, 1859 II. S. 121.

³¹⁾ Verhandl. d. Ver. zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, 1865. S. 110. Mit Abb. — Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. zu Hannover, 1866. S. 507. — Osthoff, Kostenberechnungen, Leipzig 1879. S. 172. — Weisbach, Mechanik der Zwischen- u. Arbeitsmasch. Braunschweig 1880. S. 306.

der Lokomobile benutzt wird. Die Windeeinrichtung enthält zwei lose auf der Axe befindliche Windetrommeln *a* und *b*, welche durch zwei Reibungskupplungen in Bewegung gesetzt werden können; von diesen Trommeln dient erstere zum Heben des Bären, letztere als Pfahlwinde.

Von der Lokomobile aus wird die Bewegung durch eine Clissold'sche Kette, welche über die Rollen *c* und *d* geht, auf die Windevorrichtung übertragen, sodafs die Scheibe *c* in fortwährender Drehung erhalten bleibt. Diese Scheibe sitzt fest auf ihrer Axe, welche auf den Stühlen *e* gelagert ist und in einen hohlen Zapfen endigt. Der gleichfalls hohle Zapfen der Trommel *b*, mit welchem sie in dem daneben befindlichen Lagerbocke *e* ruht, ist an seinem äufseren Ende *f* geschlossen und wird dort gegen Auswärtsschiebung durch eine Stellschraube geschützt. Durch die Nabe der Trommel *b* und das Lager *e* tritt die Welle der Rolle *c* bei *g* nach aufsen und endigt dort mit cylindrischem Kopfe, welchen eine, an der Schraube *i* befindliche Kapsel *h* drehbar umschliesst. Letztere hat ihre Mutter in dem Querstücke *k* und trägt auf sich das Spillenrad *m*. Bewegt man nun durch Drehen des Spillenrads die Schraube *i* vorwärts, so wird die Rolle *c* gegen die abgedrehte Holzfütterung der Trommel *a* geprefst und nimmt bei genügendem Drucke diese durch Reibung mit, wodurch der Bär hochgewunden wird. Eine kleine Rückwärtsdrehung von *m* genügt, die Reibung zwischen *a* und *c* aufzuheben, worauf der Bär niederfällt und durch sein Gewicht die Abwicklung des Rammtaus bei Rückwärtsdrehung der Windetrommel veranlafst. Die Rolle *c* läuft dabei leer um, indem sie von der Lokomobile unausgesetzt gedreht wird. Eine etwas gröfsere Rückwärtsdrehung der Schraube *i* prefst die Rolle *c* gegen die ebenfalls seitlich mit Holz gefütterte Trommel *b* und setzt dieselbe vermöge der entstehenden Reibung in Bewegung. Es kann somit durch Rolle *c* je nach Bedürfnis die eine oder die andere der seitlich liegenden Winden durch Reibung gekuppelt werden.

Die Clissold'sche Keilkette, auch Kettenriemen genannt, siehe S. 151, ist eine Gelenkkette, deren je zweites Glied durch eine keilförmig profilierte Lederwicklung gebildet wird. Vermöge des Einpressens der Keilglieder in die Rinnen der Treibscheiben bedarf es nur einer geringen Anspannung der Kette, um sie an den Scheiben haften zu machen. Bei der Schwartzkopff'schen Ramme war die Clissold'sche Kette in sehr solider Weise hergestellt, sodafs sie sich als vollkommen haltbar erwiesen hat, was bei den ursprünglichen Ausführungen nicht der Fall war.

Nach mehrfach angestellten Proben ist die eben beschriebene Ramme der von Nasmyth eingeführten direkten Dampftramme, siehe S. 439, ebenbürtig und schlägt bei einem Bärgewicht von 600 kg und 6,22 m Fallhöhe je nach Bodenbeschaffenheit pro Arbeitstag 6 bis 10 Pfähle von 15,7 m Länge ein. Ein Versuch beim Fundieren der Stropfweiler der Eisenbahnbrücke über die Weichsel bei Thorn³²⁾ ergab, dafs diese Ramme pro Stunde 9,5 kg Kohlen und 0,07 kg Schmieröl verbrauchte. Der Verschleifs an Tauwerk und die Abnutzung des Windeapparats sind aber sehr bedeutend, da beim Niederfallen des Bären das Rammtau mitgerissen und die Windetrommel plötzlich in eine rasche Drehung versetzt wird; die Unterhaltung ist daher ziemlich kostspielig.

Bei gröfseren Rammarbeiten empfiehlt es sich, den Bären mit Auslösevorrichtung zu versehen, da alsdann die Wirkung wegen des freien Falls desselben gröfser und die Abnutzung des Windeapparats geringer ausfällt, indem die Kette nur durch die Katze langsam heruntergezogen wird.

³²⁾ Vergl. Erb kam. Zeitschr. f. Bauw. 1876. S. 35 u. 197.

Eine solche Dampfkuonstramme, deren Läuferuten aus L-Eisen hergestellt waren, in Verbindung mit vorstehend beschriebener Windevorrichtung und einer fahrbaren 12pferdigen Lokomobile wurde im Jahre 1871 bei den Hellingsbauten für den Kriegshafen an der Kieler Bucht beim Rammen für die Stapelhellinge II und III mit 100 kg schwerem Bären verwendet.³³⁾

Mit dieser Ramme wurden von einem schwimmenden Gerüste aus während der 65 Arbeitstage in 3 m Thon und 4,5 m Sand durchschnittlich täglich 6 Rundpfähle von 12 m Länge bei 7,5 m Einrammungstiefe eingetrieben, wobei sich der tägliche Kohlenverbrauch auf 37,5 kg belief.

Die reinen Betriebskosten, also ausschliesslich des Versetzens der Ramme, grösserer Reparaturen u. s. w., stellten sich bei Rundpfählen folgendermassen heraus:

| | | | |
|-------------------------------------|---------|-------|--------|
| Arbeitslohn | pro Tag | 16 M. | 50 Pf. |
| Brennmaterial | " | 7 " | 50 " |
| Schmier- und Putzmaterial | " | 1 " | 93 " |
| kleine Reparaturen | " | 7 " | 50 " |

zusammen pro Tag 33 M. 43 Pf.

oder pro m der eingerammten Pfahlänge 0,74 M.

Das Personal bestand aus 1 Maschinisten, 1 Heizer, 2 Zimmerleuten und 2 Arbeitern. Mit Hinzurechnung aller Nebenkosten, als Versetzen der Ramme, grössere Reparaturen, Betriebsstörungen u. s. w., stellt sich vorstehender Preis etwa zwei- bis dreimal so hoch.

Bei diesen Rammarbeiten waren neben der vorbeschriebenen Schwartzkopff'schen Ramme sechs verschiedene durch Dampf betriebene Rammen beschäftigt und ergab eine Ermittlung hinsichtlich ihrer Leistung, dass die Schwartzkopff'sche Ramme beim tiefen Einrammen von Rundpfählen mit der Hälfte der Kosten doppelt so viel leistete als die nach dem System Sissons & White gefertigte Ramme mit Kette ohne Ende, wie solche auf Taf. XXII in Fig. 31 bis 34 dargestellt ist. Umgekehrt verhielt es sich jedoch bei geringerer Rammtiefe, z. B. bei Spundwänden, wo die vorgenannte Dampfmaschinenramme billiger als die Schwartzkopff'sche Ramme arbeitete und dasselbe leistete. Am Vorhelling I schlug die Schwartzkopff'sche Ramme von schwimmender Rüstung aus täglich im Durchschnitt 8 Stück 12 m lange Spundbohlen 3 m tief ein, wofür sich an Kosten für das m Rammtiefe 1,39 M. ergaben, während die Nasmyth'sche Dampfmaschine unter denselben Verhältnissen 7 Bohlen schlug und die Kosten für das m Rammtiefe 1,02 M. betragen.

Eine ähnliche Ramme wurde beim Bau von Brücken über die Nive bei Bayonne, in der Eisenbahnlinie Bayonne-Irun verwendet.³⁴⁾

Die Ramme von 15 m Hubhöhe hatte 2 Läuferuten von Tannenholz, die an der Gleitfläche durch T-Eisen armiert waren. Die Rolle für das Rammtau hatte 0,7 m Durchmesser und der Bär ein Gewicht von 1100 kg. Als Katze diente ein weit geöffneter eiserner Haken, welcher an einem Hebelarme von 1 m Länge befestigt war und mit Hilfe des letzteren ausgelöst wurde. Nach dem Fall des Bären wurde der Haken durch ein hölzernes oder eisernes Gewicht, welches man unten zweckmässig mit Kautschuk bekleidete, herabgezogen. Bei Verwendung einer Lokomobile von 8 Pferdestärken und 3 m Fallhöhe geschahen 6 Schläge pro Minute. Die Winde hatte 2 Wellen, von denen die eine die Riemenscheibe und das Triebrad von 0,2 m Durchmesser, die andere ein Zahnrad von 0,8 m Durchmesser und die Seiltrommel von 0,4 m Durchmesser trug; letztere war durch eine Friktionskupplung mit der Welle verbunden. An der Trommel befand sich auch eine Bremse, bestehend aus einem einfachen Bremsklotz, der gegen den Rand derselben gepresst wurde. Das Gestell war von Holz.

Es wurden täglich 32,36 bis 51,4 m Pfähle eingerammt; diese waren 15 m lang und kostete das Einrammen pro m Pfahl 2,73 bis 4,14 M.

§ 34. Dampfkuonstramme mit endloser Kette. Die in Fig. 2 bis 5, Taf. XXII, dargestellte Dampfkuonstramme mit Lokomobilbetrieb³⁵⁾ besteht aus zwei auf demselben Schienengeleise laufenden Wagen, von denen der eine die Lokomobile und der andere das ganze Rammgestell mit Windevorrichtung trägt. Die beiden

³³⁾ Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. zu Hannover. 1876. S. 70.

³⁴⁾ Portefeuille économique des machines. 1867. S. 86.

³⁵⁾ Uhl and. Prakt. Maschinenkonstr. 1870. S. 278. Mit Abb.

Wagen sind eng miteinander durch schmiedeiserne Gelenkschienen und Bolzen verbunden. Der Betrieb geschieht mittels eines Riemens durch die Riemenscheiben *a* und *b*, welche einen Durchmesser von 0,87 m haben. Zur Übertragung der Bewegung auf die Windtrommel *c*, in deren Mitte eine Kettenscheibe *d* mit sechs schmiedeisernen Zähnen angebracht ist, dienen die beiden konischen Räder *e* und *f*. Durch die Kettenscheibe *d* wird eine aus Flacheisengliedern hergestellte Kette ohne Ende in ununterbrochener Bewegung erhalten. Die Kette, von der auf S. 432 beschriebenen Art, läuft oben über eine am Kopfe der Ramme befindliche Spannrolle, welche in einem Bocke derart gelagert ist, daß das Zapfenlager mittels einer durch den Fuß des Bockes gehenden Schraube höher oder tiefer gestellt und damit die Kette, sobald sie durch Ausarbeiten der Gelenkbolzen lose geworden ist, wieder straff gezogen werden kann.

Zur Verminderung der Reibung an den hinteren Seiten der Läuferrollen ist der Bär mit Rollen versehen und hat der Länge nach eine viereckige Öffnung, durch welche die endlose Kette hindurch geht. Quer durch den Bären, Fig. 5, ist ein schmiedeiserner Bolzen gesteckt, welcher in der Mitte ein Excentrik und nach außen einen zweiarmigen Hebel trägt. Das Heben des Bären durch die Kette wird durch das Herunterziehen einer an dem vorderen Arme des Hebels befestigten Zugleine bewirkt, indem das Excentrik den Riegel *h* mit seiner vorderen Nase in ein Doppelglied der Kette schiebt. Das Auslösen des Bären kann in jeder beliebigen Höhe erfolgen und geschieht selbstthätig dadurch, daß der hintere Arm des Hebels gegen eine an den Läuferrollen befindliche verstellbare Knagge stößt.

Für das Aufwinden der Pfähle dient eine an dem Ende der Welle *c* aufgesteckte Windtrommel. Beim Herunterlassen des Pfahls wird das konische Getriebe *e* ausgerückt und mittels der Bremsscheibe *l*, welche auf der Windtrommel *c* festgekeilt ist, gebremst.

Das Verschieben der Ramme von Pfahl zu Pfahl geschieht durch die Maschine und sind zu diesem Zweck unterhalb der Windtrommel *c* die Leitrollen *m* angebracht. An dem Ende des Geleises in der zu fahrenden Richtung ist ein Pfahl einzuschlagen, an welchen ein Tau befestigt, dann über eine der Leitrollen *m* geführt und zweimal um die Windtrommel *c* geschlungen wird. Das Rammgestell hat eine Höhe von circa 10 m; das Gewicht des Bären beträgt ungefähr 1000 kg.

Derartige Rammen liefert die Maschinenfabrik von F. Schichau in Elbing.

Mit bestem Erfolg wurden sie auch beim Hafenbau zu Neufahrwasser³⁶⁾ zum Einrammen von 9,4 m langen und 42 bis 47 cm starken Pfählen angewandt; die Leistung war hier pro Tag 8 bis 11 Pfähle; die Anschaffungskosten betragen:

| | |
|--|---------|
| für eine achtpferdige Lokomobile | 4800 M. |
| „ „ Ramme mit Holzgerüst | 2700 „ |
| zusammen | 7500 M. |

Die täglichen Kosten waren folgende:

| | |
|---|--------|
| Zinsen des Anschaffungskapitals (10% für 150 Tage) | 5 M. |
| Kohlen- und Ölverbrauch | 7 „ |
| Tagelöhne für 1 Arbeiter zu 3 M., zwei zu 2,50 und zwei zu 2 M. | 12 „ |
| zusammen | 24 M., |

so daß die Kosten des Einrammens sich für den Pfahl auf etwa 3 M. und pro m der eingerammten Pfahlänge auf $\frac{24}{9,4 (8 \text{ bis } 11)} = 0,23 \text{ bis } 0,32 \text{ M.}$ stellten.

³⁶⁾ Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Berlin 1870. S. 474. — Hilfsbuch zur Anfertigung von Kostenberechnungen von G. Osthoff. Leipzig 1879. S. 173.

§ 35. **Graul'sche Dampfkunstramme mit Lokomobilbetrieb.**²⁷⁾ Fig. 6 u. 7 auf Taf. XXII stellen einen von T. L. Graul erfundenen Apparat dar, der ermöglicht, mit ein und derselben Dampfmaschine (Lokomobile) mehrere Rammen zugleich zu betreiben und zwar derart, daß jede derselben unabhängig von den übrigen in Thätigkeit gesetzt und innerhalb gewisser Grenzen beliebig verschoben werden kann, ohne ein Verrücken des Apparats nötig zu machen.

Die ganze Anlage zerfällt in drei Hauptteile: 1. die Dampfmaschine, 2. das sogenannte Vorgelege (Kraftverteilungsapparat) und 3. die Rammen mit ihren Winden zum Aufziehen der Bären. Diese Hauptteile stehen nicht in unmittelbarer Verbindung, sondern können je nach den örtlichen Verhältnissen in verschiedenen Entfernungen von einander aufgestellt werden.

Als Maschine ist jede, der Anzahl der zu treibenden Rammen entsprechend leistungsfähige, für Riemenbetrieb eingerichtete Lokomobile verwendbar. Das Vorgelege hat den Zweck, die durch einen Treibriemen von der Lokomobile empfangene Kraft und Bewegung mittels Treibseile nach den einzelnen Rammen hin zu verteilen.

Der hier dargestellte Apparat dient zum gleichzeitigen Betrieb dreier Rammen. Auf einem Holzgestell ist eine Welle *a* gelagert, Fig. 6^a, die an beiden Enden Riemenscheiben *b* trägt, Fig. 6^a u. 7. Auf dieser Welle *a* sitzen auch die zur Übertragung der Bewegung auf die Rammen dienenden Seilscheiben *c*, die durch eine mittels Hebel leicht lenkbare Klauenkupplung *d* ein- oder ausgerückt werden können, sodafs jede Ramme für sich in oder außer Thätigkeit gesetzt werden kann. Auf dem hinteren Teile des Gestells laufen auf Geleisen kleine Wagen *e*, deren jeder eine Seilscheibe *f* trägt, die durch Hebel *g* nebst Gegengewicht in einer bestimmten Stellung festgesetzt werden, nachdem die Seile auf die Windetrommeln *c* und *f* aufgelegt sind. Diese Einrichtung dient dazu, den Treibseilen die erforderliche Spannung zu geben und zu ermöglichen, daß jede der Rammen für sich innerhalb gewisser Grenzen fortgerückt werden kann, indem die hierbei erforderliche oder frei werdende Seillänge vermöge der flaschenzugartigen Windung des Seils um die Scheiben *c* und *f* durch entsprechende Änderung der Wagenstellung selbstthätig nachgeliefert oder angezogen wird.

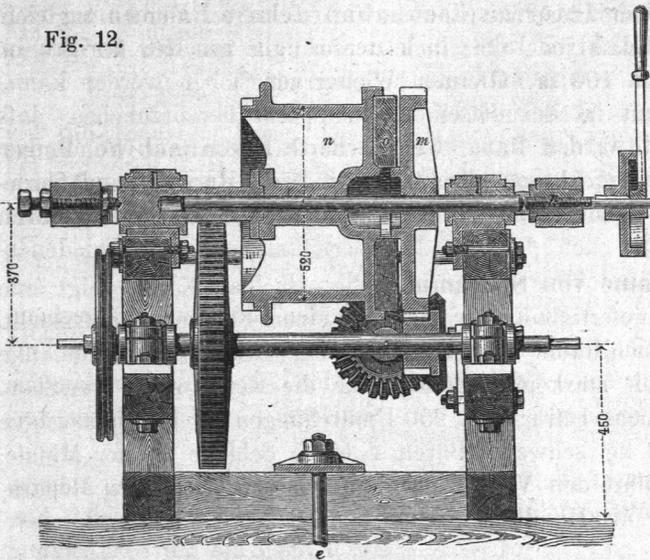
Am vorderen Teile des Gestells, Fig. 6^a, sind Leitrollen *h* angebracht, die je nach der höheren oder tieferen Stellung der Winde geneigt gestellt werden können. Zu diesem Zwecke sind die zu jedem Treibseile gehörigen zwei Rollenpaare in einem Rahmen gelagert, der am Fusse des Gestells um eine festliegende Axe, oben aber in einem Scharnier oder Gelenk *i* drehbar ist, welches letzteres durch eine Schraubenspinde *k* vor- und rückwärts bewegt werden kann.

Die Winde, siehe Fig. 6, Taf. XXII, und nachstehende Fig. 12, ist um einen vertikalen Zapfen drehbar, damit sie stets so gestellt werden kann, daß die Trommelwelle normal zur Richtung des Treibseils liegt; außerdem sind noch Vorkehrungen getroffen, welche zulassen, daß Winde und Ramme in verschiedene Stellungen gegen den Pfahl gebracht werden können, ohne die Stellung des Vorgeleges zu ändern zu brauchen. Sodann ist zwischen dem Zahnrad *m* auf der Trommelwelle und dem Stirnrade der Trommel *n* eine hölzerne Kuppelscheibe *o* angebracht, welche lose auf der Trom-

²⁷⁾ Civilingenieur. 1878. S. 547. Mit Abb. — Armengaud. Publication industrielle. Vol. 24. 1878. S. 400. Mit Abb. — Vergl. ferner Zeitschr. f. Baukde. 1878. S. 468 u. 1879. S. 154.

melwelle sitzt. Diese Kuppelscheibe dient zum Auslösen des Bären. Das Ein- und Ausrücken der Kupplung erfolgt durch eine auf das Stirnende der Trommelwelle

Fig. 12.

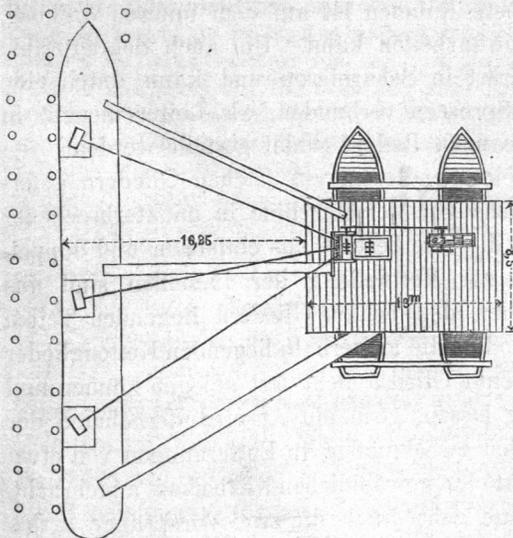


wirkende Schraube *p*, durch deren Drehung diese Welle in ihrem Lager, das von der Nabe der Trommel gebildet wird, sich vorschieben läßt. Um die Kupplung in und außer Thätigkeit zu setzen, genügt, wenn die Bremscheiben einigermaßen gut aufeinander passen, $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{8}$ Drehung des Hebels, beziehungsweise der Schraube; auf diese Weise kann also der Bär auf beliebige Höhe gehoben und wieder fallen gelassen werden.

Vorstehend beschriebener Rammapparat, mit einer sechspferdigen Lokomobile versehen, fand bei den im Sommer 1874 hergestellten Elbkaibauten und der Albertbrücke in Dresden zum Einrammen einer 495 m langen Spundwand mit günstigem Erfolge Verwendung.³⁸⁾

Der ganze Apparat wurde, wie aus nebenstehender Figur ersichtlich, auf schwimmende Gerüste gestellt, und zwar hatte die als Motor dienende Lokomobile

Fig. 13.



nebst dem Vorgelege oder Kraftverteilungsapparat auf dem Podium zweier zusammengekuppelter Pontons Aufstellung gefunden, während die Rammern, welche gewöhnliche Zugrammen waren, auf einem circa 35 m langen und 4 m breiten abgedielten Floß standen, welches durch vier Streben mit den Pontons verbunden war. Ein Laufsteg diente zur weiteren Aussteifung und zur Verbindung zwischen dem Floß und den Pontons.

In 32 Betriebstagen wurden etwa 459 Spundpfähle von 0,19 m Stärke und 3 bis 5 m Länge, sowie 1634 Stück von $0,70 \times 0,25$ m Stärke und 4 m Länge 1,2 bis 2,2 m tief in Geröllboden eingerammt; hierzu waren im ganzen 120 000

Schläge, also pro cbm eingedrungene Holzmasse 1580 und pro qm Pfahlwand 242 Schläge erforderlich. Der 410 kg schwere Bär wurde mit 0,333 m sekundlicher Geschwindigkeit 3 m hoch gehoben. Wegen der Festigkeit des Baugrunds wurden sämtliche Spundpfähle mit Eisenschuhen versehen.

³⁸⁾ Protokoll der 84. ordentl. Versammlung des Sächsischen Ing. u. Arch. Ver. 1874. S. 20. — Deutsche Bauztg. 1875. S. 237.

Ferner fand dieser Rammapparat Verwendung beim Bau des Holzpfeilers zur Interimsbrücke bei Riesa 1876, beim Einbau eines Wehres in die Mulde bei Rochlitz, bei der Herstellung einer Interimseisenbahnbrücke bei Frohburg 1877 und bei einem Wehrbau in Rochlitz 1878; in letzterem Falle geschah der Betrieb der Rammen mittels eines circa 100 m entfernten Wasserrads.³⁹⁾

Als besonders vorteilhaft ist bei diesem Rammapparat hervorzuheben, daß derselbe auch dann gebraucht werden kann, wenn scharfe Ecken und Wendungen vorkommen, in welchen Fällen die übrigen direkt oder indirekt durch Dampf betriebenen Rammen, welche einer Geleisanlage bedürfen, nur schwer und mit großem Zeitverluste zu verwenden sind.

§ 36. Dampfkunstramme von Schramm. Fig. 16, Taf. XXII, zeigt eine von Schramm in Hamburg angefertigte Kunstramme auf einem Fahrzeuge aufgestellt.

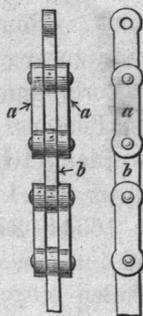
Diese Ramme nimmt einen Raum von etwa 5 qm ein. Die kleine Lokomobile von zwei Pferdekräften ist mit starkem Vorgelege für die Kettenwinde versehen. Die Geschwindigkeit des Rammens beträgt bei 250 Umdrehungen der Dampfmaschine je nach der Hubhöhe des 750 kg schweren Bären 4 bis 5 Schläge in der Minute. Eine solche Dampfamme gewährt den Vorteil, daß sie bei vorkommenden Reparaturen an der Lokomobile auch als Handkunstramme benutzt werden kann.⁴⁰⁾

b. Indirekt wirkende Dampfammen.

§ 37. Dampfamme mit laufender Kette von Menck und Hambrock.

Eine von Menck & Hambrock in Ottensen bei Altona konstruierte Ramme mit fest verbundener Dampfmaschine verdeutlichen Fig. 31 bis 34, Taf. XXII. Das hölzerne Rammgestell ruht auf Rädern, deren Axen in Drehschemeln lagern. Über dem unteren Rahmen, dem eigentlichen Wagen, liegt ein zweiter Rahmen, die Rammstube, worauf das Rammgerüst steht. Dieser obere Rahmen ist auf dem unteren drehbar, damit die Ramme nach jeder Richtung hin arbeiten kann. Um auch Schrägpfähle einschlagen zu können, ruht das Rammgerüst in Scharnieren und kann durch eine mit den hinteren Streben, welche, durch Sprossen verbunden, als Leiter dienen, in Verbindung gebrachte starke Stellschraube nach Bedarf schief gestellt werden.

Fig. 14.



Die Ramme ist mit einer endlosen, aus flachen Gliedern gefertigten Kette versehen, welche von der Maschine in ununterbrochener Bewegung erhalten wird; dieselbe besteht aus einfachen und doppelten Gliedern. Die Bolzen zur Verbindung der Lamellen sind aus Stahl und in ihren zwischen den beiden Gliedern liegenden Teilen etwas stärker hergestellt, sodafs die außerhalb liegenden Kettenglieder *a* sich an das zwischenliegende Glied *b* nicht fest anlegen können und demselben freie Bewegung lassen. Um ein Auseinandernehmen der Kette zu erleichtern, werden zweckmäfsig in Entfernungen von etwa 2,5 m Schraubenbolzen statt der gewöhnlichen Nietbolzen angebracht. Der vertikale Lauf der Kette geht durch die zwei Vorsprünge *a* des Bären, siehe Fig. 32, um diesen zu fassen und zum Aufsteigen zu bringen, sobald mittels einer Zugleine ein in dem Bär befindlicher verschiebbarer Daumen *b* in ein doppeltes Kettenglied geschoben wird. Das Auslösen dieses Daumens geschieht

³⁹⁾ Civilingenieur. 1878. S. 549.

⁴⁰⁾ Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. zu Hannover. 1878. S. 33. — Klassen. Fundierungen, Leipzig 1879. S. 48. Mit Abb. — G. Osthoff. Kostenberechnungen, Leipzig 1879. S. 174.

selbstthätig durch einen an der einen Läuferhute befindlichen versteckbaren Bügel, gegen welchen beim Aufsteigen des Bären der umgebogene Arm des Excentriks stößt, Fig. 33, wodurch letzterer herabgedrückt wird, was die Rückwärtsbewegung des Excentriks, die Auslösung des Daumens und das Herabfallen des Bären bewirkt.

Zum Aufwinden des Pfahls dient eine von der Maschine betriebene Winde mit rundgliedriger Kette. Dieselbe Winde kann auch benutzt werden, um die Ramme bei größeren Versetzungen selbstthätig auf dem Schienenstrang fortzubewegen.

Das System der endlosen Kette nutzt die Arbeit der Maschine vollständig aus, da kein Rücklauf der Kette stattfindet, auch kann dabei die Hubhöhe und die Schnelligkeit der Schläge dem Bedürfnis entsprechend leicht reguliert werden.

Diese nur 3,5 m im Quadrat Platz einnehmende Ramme ist durch ihre Einfachheit und Zweckmäßigkeit, sowie auch durch entsprechende Leistungsfähigkeit und zuverlässigen Betrieb beliebt geworden, doch bedürfen die Kette der Ramme und der zum Heben des Bären in die Kette eingreifende Daumen zur Vermeidung von Betriebsstörungen einer unausgesetzten und sorgfältigen Beobachtung. Die Ramme verbraucht pro Stunde etwa 16,5 kg Kohlen und 0,105 kg Schmieröl.

Bei den Bauten einer Viaduktstrecke der Berliner Stadteisenbahn⁴¹⁾ waren im Jahre 1878 gleichzeitig vier dieser Dampfrahmen, welche von den Fabrikanten als vierpferdige bezeichnet wurden, in Thätigkeit. Die Beschaffungskosten einer Ramme mit 15 m hohen Läuferhuten und 1100 kg Bärgewicht, fertig montiert auf der Baustelle, betragen:

bei Kesseln mit vertikalen Siederöhren 7400 M.

und bei Kesseln mit horizontalen Siederöhren 7700 „

Es wurden in 200 Tagen zu 10 Stunden wirklicher Rammzeit 1782 Pfähle, also täglich im Durchschnitt 8,9 Pfähle von je 10 m Länge, 0,30 m Durchmesser und 700 kg Gewicht eingerammt, wobei jeder Pfahl bei einer Fallhöhe des Bären von 3 m 300 Schläge erhielt. Die Anzahl der Schläge pro Pfahl variierte von den ersten bis zu den zuletzt eingerammten Pfählen eines Rostes zwischen 200 und 450. Bei einem Pfeiler, welcher in einer Baugrube 304 Pfähle umfasste, erhielten manche über 600 Schläge. Der Boden besteht aus 2,5 bis 3 m starkem aufgeschütteten Erdreich, unter welchem sich an einzelnen Stellen 9 m starke Schichten von Torf und Moorboden befinden, nach welchen Sand folgt, der bald in feinen Kies übergeht. Die Bedienung einer Ramme bestand aus 1 Maschinisten zu 4 M., 1 Heizer zu 3 M., 1 Rammeister zu 3,25 M., 2 Zimmerleuten zu 3 M. und 3 Arbeitern zu 2,50 M. Taglohn.

Die Gesamtkosten für 17986 m eingerammte Pfahlänge betragen:

| | M. | Pr. |
|--|-------|-----|
| 1. Arbeitslöhne inkl. Anspitzen, Beringen, Heranschaffen der Pfähle, Prämien- gelder 8,4% des gezahlten Tagelohnes | 10091 | 70 |
| 2. Kohlen. (Es wurden verbraucht pro Tag zu 10 Stunden wirklicher Ramm- zeit 660 kg. Dieser verhältnismäßig starke Kohlenverbrauch erklärt sich dadurch, daß weder der Kessel noch die Maschine mit schlechten Wärme- leitern umpackt waren. Die Kohlen kosteten pro 100 kg durchschnittlich 2,15 M. Bei 3 m Hub und 8 Schlägen in der Minute betrug die Netto- leistung $\frac{1100 \cdot 8 \cdot 3}{75 \cdot 60} \cong 6$ Pferdekräfte) | 2879 | — |
| 3. Schmieröl und Putzmaterial. (Die Preise betragen pro kg für Maschinenöl 0,75 M., für Talg 1,08 M., für schwarze Seife 0,58 M.) | 527 | 40 |
| 4. Rammjungfern, Pfahlringe und Tauwerk. (Der Preis für Pfahlringe betrug pro kg 0,5 M. Eine 1,8 m lange Rammjungfer aus Eichenholz inkl. Eisen- beschlag kostete rund 40 M.) | 2266 | 40 |
| 5. Unterhaltung und Reparatur der Rahmen an Kesseln und wesentlichen Ma- schinentheilen, sowie kleine Reparaturen, Beschaffung von Reserveteilen etc. | 2553 | 20 |
| zusammen . . . | 18317 | 70 |

d. i. Kosten pro m eingerammter Pfahlänge $\frac{18317,7}{17986} \cong 1,02$ M.

⁴¹⁾ Zeitschr. f. Bauw. Berlin 1880. S. 268.

Die Anschaffungs- und Amortisationskosten der Rammen sind bei dieser Berechnung nicht mit in Betracht gezogen.

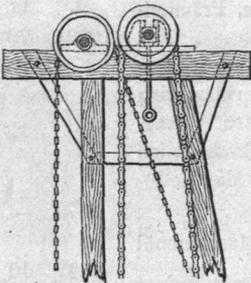
Außer vorstehenden waren noch zweipferdige Rammen nach demselben System bei diesen Bauten zum Einschlagen von Rostpfählen, Spund- und Bohlwänden in Betrieb, welche sich sehr gut bewährt haben. Die Beschaffungskosten betragen fertig montiert auf der Baustelle für eine Ramme mit 12 m hohen Läuferuten und 750 kg Bärgewicht 5150 M.

Beim Bau des Justizpalastes in Braunschweig schlug eine Ramme dieser Konstruktion mit 800 kg schwerem Bären bei 11 stündiger Arbeitszeit 14 Pfähle 6 m tief ein und brachte es ausnahmsweise in einer Stunde auf 3 Pfähle, wobei der Boden aus 2 m aufgetragenem Boden und darunter aus feinem thonigen Flusssand bestand. Die Kosten betragen für Arbeitslohn (Accord) 2,90 M., Kohlen (18 kg) 28 Pf. und für Miete der Laufschiene, für Reparaturen u. s. w. 82 Pf., also im ganzen 4 M. pro Pfahl oder 67 Pf. pro m eingerammter Pfahlänge, ferner die Anschaffungskosten 5300 M.⁴²⁾

§ 38. **Dampftramme System Sissons & White.** Die vorbeschriebene Dampftramme ist in etwas verbesserter Form eine Nachbildung der von Sissons u. White erfundenen Ramme, deren Bär mit Schneppevorrichtung Fig. 25 u. 26, Taf. XXII, zeigen.⁴³⁾ In dem Bären befindet sich ein Excentrik, durch dessen geeignete Drehung eine Nase *a*, der Daumen, derart nach außen verschoben wird, daß diese in die aufsteigende Kette *b* eingreift und den Bär mit in die Höhe nimmt. Die erwähnte Drehung erfolgt nämlich, sobald der vordere Arm des auf der Excentrikaxe befestigten Hebels mittels eines Seils heruntergezogen wird. Die Auslösung des Bären wird durch eine eiserne Nase bewirkt, die an einer der beiden Läuferuten in derjenigen Höhe befestigt ist, aus welcher der Bär herabfallen soll. Sobald nun der hintere Arm des auf der Excentrikaxe befestigten Hebels gegen diese Nase stößt, erfolgt die entgegengesetzte Drehung des Excentriks, damit eine Zurückschiebung des Daumens *a* und ein Herabfallen des Bären.

Der Unterschied zwischen dieser und der in Fig. 31 u. 34 auf Taf. XXII dargestellten Menck & Hambrock'schen Ramme liegt darin, daß bei ersterer die Schwerlinie des Bären weiter von der Aufzugskette entfernt ist und dadurch eine größere Reibung des Bären an den Läuferuten, sowie auch eine ungünstige Inanspruchnahme der Kette bewirkt wird. Diese Anordnung des Aufzuges bedingt eine andere Konstruktion des Kopfes der Ramme, indem die obere Kettenscheibe nicht gerade über den Läuferuten liegen kann, sondern, wie aus nebenstehender Figur ersichtlich, weiter zurückgelegt ist. Die Läuferuten und die rückwärts stehenden Streben sind oben in einem darauf liegenden vertikalen Rahmen verzapft, auf welchem das Lager der Kettenrolle gestellt ist. Durch diese Anordnung werden Läuferuten und Hinterstreben ungünstig in Anspruch genommen und zeigt daher das Rammgerüst beim Gebrauch starke Schwankungen.

Fig. 15.



Eine von Sissons & White konstruierte Ramme fand im Jahre 1862 beim Bau der Blocklander Entwässerungsanstalt bei Bremen Verwendung.⁴⁴⁾ Die Maschine machte gewöhnlich 380 und in einzelnen Fällen 400 Umdrehungen und 9 bis 11 Schläge in der Minute bei einer mittleren Fallhöhe des Bären von 1,4 m. Das Gewicht des Rammjärens betrug 998 kg. Es wurden in

⁴²⁾ Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1879. S. 292.

⁴³⁾ Sehr ausführliche Zeichnungen befinden sich in der Zeitschr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1866. S. 418.

⁴⁴⁾ Zeitschr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1866. S. 418.

81 Tagen 760 Pfähle von 5,8 m Länge je 5,2 m tief durch eine aus weißem Triebssande bestehende Schicht und bis zu 1,5 m Tiefe in den darunter lagernden festen Sandboden eingetrieben. Das Totalgewicht der Ramme mit allem Zubehör betrug 5443 kg und der Ankaufspreis 6332 M.

Die Bedienungsmannschaft bestand aus 1 Maschinisten, 1 Zimmermann und 2 Hilfsarbeitern.

Die Kosten der ganzen Rammarbeiten betragen:

| | |
|---|---------|
| 1. Arbeitslohn für das Einrammen von 760 Pfählen, inkl. Lohn des Maschinisten, des Zimmermanns und von 2 Hilfsarbeitern | 1605 M. |
| 2. Für das Anspitzen, Beringen, Bohren und den Transport der Pfähle vom Löschplatze bis zur Baustelle | 572 " |
| 3. Kohlenverbrauch | 284 " |
| 4. Laufende Reparaturen der Ramme | 275 " |
| 5. Schraubenbolzen, Platten, Muttern u. s. w. | 286 " |
| 6. Transport, Rücktransport, Aufstellen und Abnehmen der Ramme | 527 " |
| 7. Öl, Fett, Seife und Putzmaterial | 94 " |
| 8. Gummischläuche und Kupferröhren | 160 " |
| 9. Pfahlringe (pro Pfahl circa 80 Pf.) | 622 " |
| zusammen | 4425 M. |

oder pro m eingeschlagener Pfahlänge $\frac{4425}{760 \cdot 5,2} = 1,11$ M., wogegen bei Verwendung der Handkunaramme sich das eingeschlagene m Pfahl auf 2,49 M. stellte.

Im Jahre 1865 wurde dieselbe Ramme beim Bau der Brücke über den Sicherheitshafen in Bremen in der Bremen-Oldenburger Eisenbahn verwendet.⁴⁵⁾

Es wurden 112 buchene Pfähle von je 6,7 m Länge und 0,28 bis 0,30 m Durchmesser in 7 $\frac{1}{2}$ Arbeitstagen durch einen aus abwechselnden Schichten von Triebssand und sehr fest gelagertem blauen Thon bis zu 1,5 m in festen Sand eingetrieben, also pro Tag 14,93 Stück. Die Kosten stellten sich für 1 m Pfahl auf 1,16 M.

Bei dem Bau des Hochreservoirgebäudes für das Wasserwerk in Bremen⁴⁶⁾ kamen im Sommer 1871 zwei solcher Rammen zur Anwendung.

Es wurden mit beiden Rammen in 66 Tagen 1684 Pfähle von 7,23 m Länge und 0,25 m Durchmesser eingerammt, und zwar mit der bei der Entwässerungsanstalt im Blocklande und bei der Brücke über den Sicherheitshafen benutzten durchschnittlich pro Tag 12,62 Pfähle, mit einer neueren Ramme hingegen, welche statt der Zahnräder Friktionsscheiben hatte, durchschnittlich pro Tag 14,92 Pfähle. Die Ramme neuerer Konstruktion kostete mit allem Zubehör frei Bremen 6420 M.

Bei den Hellingsbauten für den Kieler Kriegshafen⁴⁷⁾ wurde eine Ramme von Sissons & White im Preise von 6300 M. bei 1050 kg Bärge wicht benutzt und damit während 45 Arbeitstagen im Durchschnitt täglich 2,66 Pfähle von je 12,5 m Länge 7 m tief eingerammt. Der Boden bestand aus Schichten von 3 m Thon und 4 m Sand. Zur Bedienung waren 1 Maschinist, 1 Heizer, 2 Zimmerleute und 1 Arbeiter erforderlich. Die Kosten pro Tag betragen:

| | |
|--|--------------|
| 1. Arbeitslohn | 14 M. 25 Pf. |
| 2. Brennmaterial (250 kg Kohlen) | 5 " — " |
| 3. Schmier- und Putzmaterial | 1 " 25 " |
| 4. kleinere Reparaturen | 5 " — " |
| zusammen | 25 M. 50 Pf. |

also pro m eingerammter Pfahlänge 1,37 M.

In diesen Kosten sind die Ausgaben für Versetzen der Rammen, größere Reparaturen u. s. w. nicht mit einbegriffen.

Eine andere bei demselben Bau benutzte Ramme dieser Konstruktion kostete 7000 M., hatte ein Bärge wicht von 1000 kg und schlug täglich 2,82 Rundpfähle von je 12,5 m in denselben Boden 7,0 m tief ein.

⁴⁵⁾ Zeitschr. f. Bauw. Berlin 1876. S. 43.

⁴⁶⁾ Wasserwerk der Stadt Bremen. Berlin 1876. Verlag von Ernst & Korn.

⁴⁷⁾ Zeitschr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1876. S. 70.

Die Kosten pro Tag betragen:

| | |
|--|--------------|
| 1. Arbeitslohn | 14 M. 25 Pf. |
| 2. Brennmaterial (240 kg Kohlen) | 4 „ 80 „ |
| 3. Schmier- und Putzmaterial | 1 „ 25 „ |
| 4. tägliche Reparaturen | 5 „ 75 „ |
| zusammen | 26 M. 5 Pf. |

also pro m eingerammter Pfahlänge 1,32 M. Die Ramme war 55 Arbeitstage in Betrieb.

Dieselbe Ramme schlug in 42 Arbeitstagen in Thon und Sandboden täglich 5,83 Spundbohlen von je 10,5 m Länge 3,0 m tief ein, von welchen die eine Hälfte 16 cm, die andere Hälfte 21 cm stark waren. Kosten für Arbeitslohn, Brennmaterial, Schmier- und Putzmaterial und kleine Reparaturen betragen täglich 26,05 M., demnach für

eingerammte Bohlenlänge pro m 1,40 M.

„ „ „ qm 1,64 „

ausschließlich der Kosten für Versetzen der Rammen, grössere Reparaturen u. s. w.⁴⁸⁾

§ 39. Eassie's indirekt wirkende Dampfamme. Eine wesentliche Verbesserung der Sissons & White'schen Ramme wurde von Eassie vorgenommen.

Die auf Taf. XXII in Fig. 22, 23 u. 27 dargestellte Eassie'sche Ramme⁴⁹⁾ bringt die Reibung zwischen dem Rammbaren und den Läuferuten auf das thunlichst geringste Maß, indem der Angriff der Kraft zum Heben des Bären senkrecht über dem Schwerpunkte des letztern erfolgt. Es ist durch Versuche nachgewiesen, daß dieser Reibungswiderstand bei den anderen Dampfmaschinenrammen nahezu $\frac{1}{4}$ des Gewichts des Bären gleichkommt, daß also um 1 kg zu heben, $1\frac{1}{4}$ kg an Kraft erforderlich ist. Ein anderer Vorteil dieser Ramme besteht in der Anbringung von Federn (am besten Puffer aus Kautschuk), sodafs beim Eingreifen des Hakens die Kette wegen der allmählichen Inanspruchnahme keine so heftigen Stöße erleidet, wodurch aufser dieser auch das ganze Rammgestell geschont wird.

Der Rammbar wiegt 750 bis 1000 kg. Der Haken *a*, Fig. 22, zum Einfassen in die Kette *b* besteht aus Stahl und wird durch eine kleine Spiralfeder *c* fortwährend nach innen gedrückt. Der Haken ist an einem durch den Schwerpunkt des Bären gehenden Bolzen *d* befestigt. Auf dem Bolzen befinden sich die Puffer *e* zur Verminderung der Stosswirkung auf die Kette. Der Haken faßt in ein Kettenglied und hält so lange, bis er durch die Auslösevorrichtung *f* ausgehakt wird; alsdann fällt der Bär rasch herunter, während der noch speciell zu beschreibende Fallblock nur so rasch fällt, als die Reibung auf der Kette es gestattet. Jedenfalls fällt derselbe langsamer als der Bär, sodafs ein vorzeitiges Wiedereinhaken des letzteren nicht stattfindet.

Der Fallblock besteht aus einem leichten eisernen Rahmen mit hölzerner Rolle *g* und gleitet frei zwischen den Läuferuten. Die hölzerne durch Eisen armierte Rolle *g* rollt frei zwischen den Seitenplatten des Fallblockes, während der schräge Blechsattel *h* das Schlaffwerden der Kette verhütet. Ein an dem unteren Ende des Fallblocks angebrachter Gummipuffer *i* mildert das Aufschlagen desselben auf den Bären.

Der Ausrücker besteht ebenfalls aus einem eisernen Rahmen *k*, der an dem vorderen Ende ein Paar Winkelhebel *l* hat, welche eine Rolle *m* tragen. Der Ausrücker wird durch eine Leine höher und tiefer gestellt und braucht nicht befestigt

⁴⁸⁾ Engineer. 1862 II. S. 378. — Rühlmann. Allg. Maschinenlehre. IV. Bd. Braunschweig 1875. S. 504. — G. Osthoff. Kostenberechnungen. Leipzig 1879. S. 171.

⁴⁹⁾ Engng. 1870 II. S. 337.

zu werden, da der Rahmen, wenn der Haken sich dagegen legt, infolge Kippens sich festklemmt.

Bezüglich der Plattform, worauf die Maschine steht und hinsichtlich des ganzen Rammgerüsts kann auf das bei der Menck & Hambrock'schen Ramme Gesagte verwiesen werden. Der Kessel ist auch hier ein aufrechtstehender.

Die vertikal gestellte Maschine mit auf dem Kopf stehenden Cylindern, Fig. 27, wirkt nach unten auf die gekröpfte Welle, worauf das Getriebe für die Winde angebracht ist. Die starke Welle der Winde hat doppelte Kupplungen, um einmal die Kettentrommel zum Heben der Pfähle und zum zweiten die verzahnte Welle *p*, Fig. 23, für die endlose Kette zum Heben des Bären zu treiben. Kessel, Maschine und Dampfwinde sind auf einer unabhängigen Fußplatte angebracht, so daß dieselben auch zu anderen Zwecken benutzt werden können.

§ 40. Die Tieframme System Eassie (Teleskop-Ramme)⁴⁹⁾ ist, wie Fig. 27, Taf. XXII, zeigt, so eingerichtet, daß damit Pfähle in tiefem Wasser und engen Gräben bis zu 10 m Tiefe eingetrieben werden können. Die Querhölzer, auf welchen die Maschine aufgestellt ist, haben Räder, welche auf Schienen laufen, die auf die Traghölzer aufgelegt sind. Die Längsbewegung erfolgt mittels von der Maschine bewegter Welle durch Getriebe, und die Querbewegung wird durch Ketten bewirkt, welche mit der Dampfwinde in Verbindung stehen. Um die Pfähle nahe an den Grabenkanten eintreiben zu können, läßt man die Querhölzer überragen. Zur Ermöglichung des tiefen Einrammens dient die sogenannte Nadel, welche zwischen T-Eisen läuft, die an jedem Ende der Läuferhölzer befestigt sind. Dieselbe wird durch die Kette *q* mittels der Dampfwinde nach Bedürfnis gehoben und gesenkt und dient statt der Läuferhölzer selbst zur Führung des Bären und des Fallblocks. Die Nadel kann man entweder an dem Kopfe des Pfahls oder auch unten am Boden des Grabens befestigen; in ersterem Falle geht sie mit dem Pfahle herunter, was geschehen kann, da bei jeder Stellung der Nadel die Kette dieselbe Länge behalten muß. Bei dieser Befestigung erleidet die Kette nebst den zugehörigen Kettenscheiben bei jedem Eindringen des Pfahls ungünstige Einwirkungen; es ist daher die Befestigung des unteren Endes der Nadel unabhängig von der Höhenstellung des Pfahls vorzuziehen.

Diese Rammaschine wurde beim Bau des Docks zu Cardiff angewendet, wobei sich die in nachstehender Tabelle angegebenen Betriebsresultate ergaben:

| No. des Pfahls. | Rammtiefe in Metern. | Zeitdauer | | | Mittlerer Dampfdruck pro qm. | Anzahl der Schläge. | Mittlere Fallhöhe. |
|--------------------|----------------------------|--------------|---------------------|--|------------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| | | des Setzens. | des Eintreibens. | im Ganzen mit allen Nebenarbeiten. | | | |
| 1 | 10,67 | — St. 40 M. | — St. 40 M. | 1 St. 25 M. | 2,95 kg | 113 | 3,05 |
| 2 | 8,23 | — „ 30 „ | — „ 35 „ | 1 „ 18 „ | 3,16 „ | 140 | 3,05 |
| 3 | 9,75 | — „ 50 „ | — „ 34 „ | 1 „ 50 „ | 3,02 „ | 130 | 3,05 |
| Im Mittel | 9,55 | — St. 40 M. | — St. 36 M. | 1 St. 32 M. | 3,02 kg | 128 | 3,05 |

Die letzten 40 bis 50 Schläge wurden mit circa 4,3 m Fallhöhe gegeben und zogen dabei die Pfähle 0,3 bis 0,5 cm pro Schlag. Zur Bedienung der Ramme gehören 1 Maschinist und 3 Arbeiter. Der Kohlenverbrauch betrug 5,2 kg pro m Rammtiefe oder 48 kg pro cbm einzutreibenden Holzes. Die Totalkosten pro m Rammtiefe betragen 84 Pf. oder pro cbm Holz 7,50 M. Das Gewicht des Bären betrug 1092 kg und die 14 m langen Pfähle waren 33 cm im Quadrat stark.

§ 41. Die **Transmissions-Dampframme von Reden**, Fig. 35 u. 36, Taf. XXII, ist ebenfalls dem System Sissons & White nachgebildet.⁵⁰⁾ Bezüglich des Anbringens des Hakens über dem Schwerpunkte des Bären und der Vermeidung von Stofswirkungen auf die Kette zeigt diese Ramme dieselben Vorteile wie die Eassie'sche.

Die Rammstube ist statt aus Holz aus Eisenträgern hergestellt; hierauf stehen in gusseisernen Schuhen die beiden hölzernen Läuferuten *a*, welche oben durch ein Kopfstück verbunden und durch seitliche Streben abgesteift werden. An der vorderen Seite der Läuferuten sind 2 eichene 52 mm starke Bretter *b* angebracht, an welchen der Bär gleitet, indem er sie mittels angegossener Lappen umfaßt. Im Bären sitzt an einer Stange mit Pufferringen *c* der Haken *e*, welcher in die Gliederkette *f* direkt eingreift. Diese endlose Gliederkette wird oben über eine Leitrolle geführt und durch die Maschine bewegt. Abweichend von den bis jetzt beschriebenen Rammen mit endlosen Ketten ist bei dieser Ramme die Kette nicht über eine obere und untere Leitrolle gespannt, sondern sie hängt unten lose herab, wodurch in einfacher Weise das tiefere Einrammen der Pfähle ermöglicht wird.

In die in Bewegung befindliche Kette hakt sich der Bär ein und wird emporgehoben, bis der Haken den Ausrücker *g* trifft. Die Ausrückung geschieht an der schrägen Fläche des Hakens, der Bär fällt herunter, die Laufkatze *h* folgt ihm und der Haken fällt selbstthätig wieder ein. Zur Regulierung der Fallgeschwindigkeit der Katze und um deren heftiges Aufschlagen auf den Bären zu verhüten, dient eine Vorrichtung *i*, durch welche der Kette in der Katze verschiedene Neigung und damit mehr oder weniger Reibung gegeben werden kann.

Der Betrieb einer solchen Ramme mit 900 kg schwerem Bären geschieht durch eine Dampfmaschine, welche bei 15 bis 18 cm Cylinderdurchmesser und 26 cm Hub, 160 Umdrehungen in der Minute macht. Auf der Schwungradwelle sitzt eine Keilscheibe von 26 cm Durchmesser, welche in eine solche von 47 bis 53 cm Durchmesser eingreift. Diese letztere findet ihre Drehung auf einer Welle, welche in excentrischen Scheiben ruht und zur Übertragung der Bewegung dient, indem mittels eines Hebels die beiden erwähnten Keilscheiben in Berührung gebracht werden. Die weitere Übertragung geschieht durch Zahnräder. Die Welle, auf welcher die Kettentrommel sitzt, besteht aus Gufseisen und ist hohl. In derselben bewegt sich eine schmiedeiserne Welle, auf welcher das Zahnrad sitzt und die mittels Kupplung und Hebel entweder zur Bewegung der Kettentrommel oder der Pfahlwinde gebraucht werden kann.

Der Hauptvorteil dieser Konstruktion besteht darin, daß die Läuferuten nach unten zum Tiefschlagen von Pfählen beliebig verlängert werden können. Die Ramme macht bei einem Bärge wicht von 900 kg und 2,5 bis 2,8 m Hubhöhe circa 6 Schläge pro Minute. Auch zum Schlagen von Schrägpfählen kann dieselbe benutzt werden.

§ 42. **Plocq und Jacquet's Transmissions-Dampframme**; Fig. 17 bis 21, Taf. XXII. Die Läuferuten sind mit Schienen zur Führung des Bären versehen; siehe Fig. 17 u. 18. Die endlose Kette, Fig. 19 bis 21, hat in entsprechenden Entfernungen Bolzen zum Heben des Bären. Auf diesem befindet sich ein eiserner Aufsatz, welcher zwei Hebel *b* und *c* enthält, die beide außerhalb ihres Schwerpunkts unterstützt sind, also das Bestreben haben, eine vertikale Lage anzunehmen. Der obere Hebel *b* hat die Gestalt einer Gabel, Fig. 20, und kann sich nur hori-

⁵⁰⁾ Uhl and, Prakt. Maschinenkonstr. 1873, S. 115. Mit Abb. — Hannov. Zeitschr. 1874, S. 127.

zontal stellen, weil durch den Vorsprung *d* des Gehäuses ein weiteres Herabsinken des schweren Hebelarms verhindert wird. Wenn nun einer der Kettenbolzen *a* unter die Gabel *b* faßt, stützt sich das Ende *e* der letzteren auf einen schmalen Vorsprung des Hebels *c*, der zur Zeit eine vertikale Stellung hat. Der Bär wird somit gehoben, bis die schiefe Ebene *g* des Ausrückers den Hebel *c* aus der vertikalen Stellung drängt, worauf der Hebel *b* von dem Vorsprunge des Hebels *c* abgleitet, sich mit der Gabel nach oben dreht und damit das Vorbeigleiten des Bolzens *a* gestattet, sodaß der Bär herunter fällt. Nachdem die Gabel *b* wieder ihre horizontale und *c* seine vertikale Stellung angenommen hat, wird sie durch einen folgenden Bolzen gefaßt.

Eine solche Ramme mit 462,5 kg Bärgewicht und einer Fallhöhe von 2,71 m ist bei den Hafengebäuden zu Gravelingen zur Verwendung gekommen und betrug der Preis des Einrammens pro cbm Holz 12 M. 11 Pf.⁵¹⁾

c. Direktwirkende Dampfrahmen.

§ 43. **Dampfrahmen von Nasmyth.** Die erste direktwirkende Dampfrahmen wurde von dem englischen Ingenieur James Nasmyth im Jahre 1844 nach dem System der Dampfhammer⁵²⁾ konstruiert. Diese Rahmen sind von den direkt wirkenden Dampfrahmen noch jetzt die am meisten gebräuchlichen.

Das Schwellwerk der Rahmen, siehe Fig. 15, Taf. XXII, bildet eine 4,5 m lange und 4 m breite Plattform, welche mit 4 Laufrädern auf einem Schienengeleise beweglich ist. Die 14 m hohe, 33 × 35 cm starke Läuferrolle *a* ist an der vorderen Seite in der Mitte der Plattform fest angeschraubt und mittels einer Strebe *b*, sowie durch einen Zuganker *c* abgesteift. Der eigentliche Rahmen- oder Treibapparat *e*, welcher aus dem Bären und dessen Dampfzylinder besteht, hängt an einer über die Rammscheibe *f* gehenden Kette *g* und wird durch die Winde *h* mittels einer kleinen Dampfmaschine *i* gehoben oder gesenkt. Diese kleine Dampfmaschine, deren Zylinder sich horizontal unter dem Dampfkessel *k* befindet, dient außer zur Bewegung der vorerwähnten Winde noch zum Betrieb einer zweiten Winde *l*, mittels welcher die einzurammenden Pfähle herangeholt und aufgezo-gen werden, sowie zum Fortbewegen der Rahmen auf den Schienen. Der Treibapparat *e* stützt sich mit der unteren konischen Erweiterung seines Gehäuses auf den Kopf des Pfahls *m* und folgt bei entsprechenden Umdrehungen der Winde *h* dem Pfahle bei seinem allmählichen Eindringen. Zur Verbindung des feststehenden Dampfkessels mit dem herabsinkenden Dampfzylinder des Treibapparats ist ein mit Gelenken, Fig. 11 u. 12, versehenes Dampfzuleitungsrohr *n* angebracht.

Fig. 13 u. 14 stellen in einem Vertikalschnitt den Treibapparat dar; derselbe besteht aus dem Dampfzylinder *o*, an dessen Kolbenstange *p* der etwa 2500 kg schwere Bär *q* hängt, und aus dem schmiedeeisernen Gehäuse *r*, in welchem der Bär seine Führung findet. Bei *s* tritt der durch das erwähnte Gelenkrohr zugeführte Dampf in den Schieberkasten, in welchem ein vertikal bewegter Muschelschieber *t* die Dampfverteilung bewirkt. Der Dampfzylinder ist einfachwirkend eingerichtet, da es sich nur um das Aufheben des Kolbens durch Dampfkraft handelt. Bei der in Fig. 13 gezeichneten Stellung tritt der Dampf aus dem Schieberkasten unter den Kolben, wodurch der an letzterem befindliche Bär *q* gehoben wird, bis gegen das Ende des

⁵¹⁾ Rziha. Eisenbahn-Unter- und Oberbau, Wien 1877.

⁵²⁾ Mitt. d. Hannov. Gewerbevereins. 1863. S. 238.

Kolbenhubes der Bär gegen den Steuerungshebel uvw trifft und letzteren in die in Fig. 14 gezeichnete Lage bringt. Die hierdurch gehobene Schieberstange x , in deren Schlitz der Hebel uvw bei v eingreift, wird durch eine an ihrem unteren Ende eingesprungene Sperrklinke y in dieser Lage erhalten, trotzdem der Dampf fortwährend von oben auf den kleinen Steuerkolben z wirkt und die Schieberstange herunterzudrücken sucht. Hat nun der Kolben die in Fig. 14 dargestellte Stellung erreicht und ist der unterhalb des Kolbens befindliche Dampf durch die oben in dem Cylinder befindlichen Ausblaseöffnungen α entwichen, so fällt der Bär auf den Pfahlkopf nieder. Der Pfahl wird dadurch in den Boden eingetrieben und der Treibapparat folgt ihm. Um nun unmittelbar nach geschehenem Schlage den Kolben durch frischen Dampf von neuem zu heben, ist in einer Höhlung des Bären der um β drehbare Fallhebel $\gamma\beta\delta$ angebracht, welcher während des Niederfallens des Bären die in Fig. 14 gezeichnete Lage hat, dann aber durch das Aufschlagen in die in Fig. 13 gezeichnete Lage gebracht wird, indem der Arm $\beta\delta$ vermöge der während des Fallens erlangten lebendigen Kraft nach erfolgtem Aufschlagen des Bären noch weiter herunterfällt. Infolge dessen stößt der Arm $\beta\gamma$, durch einen in dem Gehäuse befindlichen Schlitz hinausragend, gegen die vorerwähnte Sperrklinke y und klinkt dieselbe aus dem Einschnitte der Schieberstange x aus. Hierdurch wird der Schieber frei und erhält durch den Dampfdruck auf den Steuerkolben z die in Fig. 13 gezeichnete Stellung, was ein erneutes Heben des Dampfkolbens zur Folge hat.

Durch die in dem Dampfzylinder o oberhalb angebrachten Ausblaselöcher α wird bei dem Niederfallen des Dampfkolbens ein Vakuum vermieden, auch kann die atmosphärische Luft beim Aufsteigen des Kolbens aus diesen Öffnungen entweichen, so lange als sich der Kolben unter denselben befindet. Ist der Kolben in die Höhe der Ausblaseöffnungen α gelangt und somit der Luft das Entweichen abgeschnitten, so wirkt das über dem Kolben eingeschlossene Volumen wie ein elastisches Kissen der weiteren Bewegung beim Steigen des Kolbens entgegen und verhütet so ein Anstoßen des letzteren gegen den Cylinderdeckel.

Diese Ramme wurde von James Nasmyth im Sommer 1845 beim Bau des Hafens von Devonport mit außerordentlich günstigem Erfolge angewandt.

Der Dampfzylinder hatte einen Durchmesser von 0,283 m; der Bär wog 2500 kg; die Fallhöhe betrug 0,85 m. In einer Minute wurden 70 bis 80 Schläge gemacht. Die mittlere Einrammungstiefe der Pfähle wechselte von 9 bis 11,33 m. Der Boden, in welchen die Pfähle eingerammt wurden, bestand zunächst aus einer 1,13 bis 1,42 m dicken Schicht einer Ablagerung von Meeresschlamm und einer 8,5 m dicken Thonschicht, unter der sich eine Schiefermasse befand, in welche die Pfähle noch etwa 0,28 m tief eindringen. Um einen Pfahl an seine Stelle zu bringen und zu befestigen, waren 20 Minuten, und um ihn 9 bis 11,33 m tief einzurammen, nur 2 bis 3 Minuten erforderlich. Bei einer täglichen Arbeitszeit von 10 Stunden wurden bis 32 Pfähle eingerammt, durchschnittlich 16 pro Tag.

Bei dem Bau der großen Weichselbrücke in Dirschau⁵³⁾ wurde die Leistungsfähigkeit dieser Dampfamme mit der einer Kunstramme verglichen, was folgende Resultate ergab. Auf zwei mit der Dampfamme 5 m tief eingetriebene, 0,33 m im Quadrat starke Pfähle von Kiefernholz wurde der 900 kg schwere eiserne Bär einer Kunstramme angewendet, nachdem man die Pfähle soweit abgeschnitten, wie die Holzfasern von den Schlägen des Bären verletzt waren, und mit eisernen Kopfringen versehen hatte. Erst als die allmählig vergrößerte Fallhöhe 3,14 m betrug, zeigte sich ein kaum merkliches Eindringen. Die größte Eindringungstiefe bei einem Schlage mit einer Fallhöhe von 8,12 m betrug nur 0,04 m. Der Pfahl spaltete auf 3,8 m Länge und konnte nicht tiefer gerammt werden, nachdem er mit 44 Schlägen noch 1,1 m eingedrungen war, wobei die Fallhöhe des letzten Schlags 9,26 m betrug.

⁵³⁾ Verhandl. des Ver. zur Beförderung des Gewerbflusses in Preußen, Berlin 1848. S. 151. Mit Abb.

Ein zweiter Pfahl von Rottannenholz, 0,31 m im Quadrat stark, der mit der Dampfamme 5,65 m eingeschlagen und bei den letzten 100 Schlägen im ganzen nur um 0,05 m tiefer eingedrungen war, wurde mit derselben Kunstramme durch 63 Schläge, allerdings wesentlich erst nach Erreichung einer weicheren Bodenschicht, noch 2,01 m tief eingetrieben, wobei die Fallhöhe des Bären 9,58 bis 11,93 m betrug.

Zwei in der Nähe der vorigen, nur mit der vorerwähnten Kunstramme eingeschlagene Pfähle gaben folgende Resultate. Der erste Pfahl war von Kiefernholz, 0,31 m im Quadrat stark, aber nicht mit einem Kopfring versehen. Beim 46ten Schläge und bei einer Fallhöhe des Bären von 11,3 m zersprang der Pfahl in 4 Stücke, sodafs nicht weiter gerammt werden konnte. Derselbe war mit 45 Schlägen 4,22 m tief eingedrungen, wobei die Fallhöhe des Bären zuletzt 11,53 m betrug. Der Pfahlkopf wurde beim 19ten und 37ten Schläge frisch angeschnitten.

Der zweite Pfahl war von Tannenholz, 0,33 m im Quadrat stark, am Kopfe mit einem 65 mm breiten und 26 mm starken eisernen Ringe versehen und wurde nach 30stündiger Arbeit unter dem 252ten Schläge zersplittert, nachdem er im ganzen 7,45 m tief eingedrungen war, wobei die Fallhöhe des Bären beim letzten Schläge 9,57 m betrug. Die Holzfasern dieses Pfahles wurden durch die Schläge auf eine gröfsere Länge von einander getrennt, sodafs die angegriffenen Kopfflächen wiederholt abgeschnitten werden mußten.

Bei den Bauten der württembergischen Staatseisenbahnen soll diese Dampfamme einen 0,36 m im Quadrat starken Pfahl von 12,2 m Länge in 8 bis 10 Minuten in sehr harten Boden eingetrieben haben, eine Arbeit, welche mit einer Kunstramme ausgeführt, 8 bis 10 Stunden erforderte. Das Gewicht des Rammapparats betrug in diesem Falle 2500 kg und das des Bären 1000 kg bei einer Fallhöhe von 0,76 bis 0,91 m. Die Geschwindigkeit betrug 80 bis 100 Schläge in der Minute und der Kohlenverbrauch 400 kg pro Tag. Ein Pfahl mit dieser Dampfamme eingetrieben, berechnet sich hier auf nur den vierten Teil der Kosten, welche derselbe Pfahl bei Anwendung einer Kunstramme verursacht haben würde.

Bei dem Bau des Viadukts von Tarascon wurde eine solche Dampfamme zum Einschlagen von 682 Pfählen benutzt und gab sehr zufriedenstellende Resultate.⁵⁴⁾ Der Rammapparat hatte ein Gewicht von 4000 kg und der Bär ein solches von 1500 kg; dieser fiel pro Minute 80 bis 100 mal aus einer Höhe von 0,98 m auf den Pfahl, der ohne Pausen eingerammt wurde und 8 bis 10 m tief in einen Boden eindrang, bei welchem die kräftigsten Kunstrammen eine Einsenkung von nicht mehr als 5 m bewirkten.

Das Einschlagen der Pfähle geschah von einem schwimmenden Flosse aus. Das Vorstellen eines Pfahles erforderte eine Stunde. Der Boden des Rhonebettes bestand aus einer Schicht groben Sands und Geschiebes, die an der Seite von Beaucaire mehr als 12 m Mächtigkeit unter dem niedrigsten Wasserstande hatte, gegen das andere Ufer bei Tarascon aber schwächer wurde, so dafs sie im Flufsbett selbst 6 bis 8 m und am Ufer bei Tarascon 4,72 m stark war. Im übrigen bestand der Boden aus einer Schicht sehr beweglichen feinen Sands. Das Einrammen eines Pfahls bis zu 9 m tief erforderte 1500 Schläge, wobei zuletzt in 50 Schlägen nur 0,02 bis 0,03 m gefördert wurde. Die eingerammten Pfähle durchdrangen im Durchschnitt eine Kiesschicht, welche mindestens 3 m mächtiger war, als die, worin mit der Kunstramme Pfähle eingetrieben wurden, und wobei die letzteren beinahe immer gebrochen waren, während die mit dieser Dampfamme eingeschlagenen nur selten beschädigt wurden.

Die Kosten stellten sich für das Einrammen eines Pfahles:

| | M. | Pr. |
|--|-------|-----|
| mit der Kunstramme | 40—42 | — |
| „ „ Dampfamme | 10 | 80 |
| und unter Hinzurechnung des geringen Wertes der Dampfamme beim Verkauf | 28 | 2 |

Bei den Hafenbauten zu Wilhelmshafen in dem Jahre 1869—1873 wurden zur Herstellung eines Pfahlrostes von 1785 Stück 10 m langen Rundpfählen 2 Nasmyth'sche Dampfammen verwendet.⁵⁵⁾ Die ganze Dauer der Arbeitsperiode der beiden Rammen inkl. Ein- und Ausfahren derselben war 90 Tage, also zusammen 180 Tage. Die Ramme No. I war hiervon 60 Tage und die Ramme No. II 56 Tage in Thätigkeit. Mit I wurden 811 Pfähle, also pro Tag 14,5 Pfähle und mit II 974, also pro Tag 17,4 Pfähle eingeschlagen. An jeder Ramme waren inkl. Maschinist 12 Mann thätig.

⁵⁴⁾ Förster. Allgem. Bauztg. 1861. S. 179. Mit Abb.

⁵⁵⁾ Deutsche Bauztg. 1875. S. 434.

| Die Kosten beliefen sich für | Ramme I. | | Ramme II. | |
|--|---------------------|-----|-----------|-----|
| | M. | Pf. | M. | Pf. |
| 1. Arbeitslöhne inkl. Transport der Ramme in und aus der Baugrube, Anspitzen der Pfähle, Abschneiden der Köpfe u. s. w. | 2604 | 40 | 2450 | 90 |
| 2. Brennmaterial | 375 | — | 350 | — |
| 3. Schmiere und Putzmaterialien, Dichtungen, Nägel u. s. w. | 195 | — | 240 | — |
| 4. Reparaturen, Kesselreinigung, Anstrich der Ramme nach Beendigung der Thätigkeit | 377 | — | 593 | — |
| 5. Abnutzung und Amortisation 12% der Anschaffungskosten pro Jahr, also $\frac{25000 \cdot 0,12}{365} = 8,22$ M. pro Tag, oder für | | | | |
| 60, beziehungsweise 56 Tage | 493 | 20 | 460 | 32 |
| | im ganzen | | 4094 | 22 |

demnach pro Pfahl $\frac{4444,6}{811} = 5,48$ M., beziehungsweise $\frac{4094,22}{974} = 4,2$ M. Da die 10 m langen Pfähle auf 9 m Tiefe eingeschlagen wurden, kostete das m der eingerammten Pfahlänge bei der Ramme I 0,61 M., bei II 0,47 M.

Bei den Hellingsbauten für den Kriegshafen an der Kieler Bucht wurde eine Nasmyth'sche Ramme benutzt, deren Anschaffungskosten sich auf 25000 M. beliefen.⁵⁶⁾ Das Gewicht des Bären betrug 1400 kg. Täglich wurden von einem schwimmenden Rammgerüst aus 13,5 Rundpfähle von je 12,5 m Länge 7,5 m tief eingerammt. Der Boden bestand aus einem 3 m starken Thonlager und einer Sandschicht von 4,5 m. Der tägliche Kohlenverbrauch betrug 505 kg. Die Bedienungsmannschaft bestand aus 1 Maschinisten, 1 Heizer, 2 Zimmerleuten und 2 Arbeitern. Die häufigsten Unterbrechungen erforderten die Reparaturen bei Brüchen der Schlagfedern, auch war eine gründliche Kesselreinigung öfters notwendig.

Die Kosten pro Arbeitstag waren:

| | |
|--|--------------|
| 1. Arbeitslohn | 16 M. 50 Pf. |
| 2. Brennmaterial | 10 „ 10 „ |
| 3. Schmier- und Putzmaterial | 2 „ 80 „ |
| 4. Laufende Reparaturen | 3 „ — „ |
| zusammen | 32 M. 40 Pf. |

somit für das m eingerammter Pfahlänge 0,32 M.

Zur Fundierung der Ruhrbrücke bei Düsseldorf im Jahre 1877 wurden 2 Nasmyth'sche Dampfrahmen verwendet.⁵⁷⁾ Das Rammbürgewicht betrug 1100 kg, das des Gehäuses 750 kg, die Fallhöhe 1,08 m. Die Dampfmaschine hatte 20 Pferdekräfte bei 5 Atm. Überdruck. Wenn die Rammarbeit ohne jegliche Störung verlief, schlug jede Ramme in der Minute 75 mal und wurden täglich 3,5 m Pfahlwand, deren Pfosten 6,5 bis 7 m tief in den Boden getrieben werden mußten, mit einer Ramme hergestellt, wobei die Kosten pro m Pfahlwand 20 M. betragen, während bei einer Eindringungstiefe von 4—6 m nur 18 M. pro m Pfahlwand bezahlt wurde. Die Miete für eine Dampfmaschine kostete täglich 10 M.

Die Nasmyth'sche Dampfmaschine empfiehlt sich in den meisten Fällen, wo größere Leistungen erforderlich sind, genügender Raum vorhanden ist und die Ramme nicht häufig versetzt oder gedreht zu werden braucht. Ganz besonders wird sie wirksam bei gewissen Bodenarten, wo sich der Pfahl allmählich wieder festsetzt und schnelle aufeinanderfolgende Schläge verlangt. Die Ramme ist aber ihrer komplizierten Konstruktion wegen häufigen Störungen ausgesetzt, indem namentlich die Steuerungen und die Schlagfedern leicht schadhafte werden.

§ 44. Pneumatische Dampfmaschine mit Präzisionssteuerung. Zur Erhöhung der Wirksamkeit der Nasmyth'schen Ramme hat Ballauf in Wilhelmshaven dieselbe in eine pneumatische Dampfmaschine mit Präzisionssteuerung umgeändert, wobei die wesentliche Modifikation darin besteht, daß statt des einfachen Cylinderdeckels ein

⁵⁶⁾ Zeitschr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1876. S. 68.

⁵⁷⁾ Zeitschr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1877. S. 584.

kastenförmiger Aufsatz angebracht ist. Derselbe enthält eine Schiebervorrichtung, welche beim Steigen des Kolbens die Ausströmungsöffnungen für die über dem Kolben befindliche Luft abschließt, sodafs eine Kompression derselben in dem oberen Cylinderraum stattfindet und nachher der Fall des Bären durch die Expansion der Luft erheblich beschleunigt wird. Wegen der weiteren zweckmäßigen Verbesserungen mag hier auf die Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1879. S. 317, worin sich die erforderlichen Zeichnungen befinden, verwiesen werden.

§ 45.) Die **Dampfkunstramme von Schwartzkopff**⁵⁸⁾ ist nach dem System der Daalen'schen Dampfhämmer konstruiert, indem der zum Heben des Kolbens benutzte Unterdampf vor dem Abblasen nochmals als Oberdampf oben auf den Kolben wirkt, übrigens ein elastisches Prellkissen bildet und durch seine Expansion bis auf etwa das Doppelte des anfänglichen Volumens das Niederfallen des Kolbens mit dem Bären wesentlich beschleunigt.

Der Rammapparat, Taf. XXII, Fig. 28 u. 29, hängt ebenso wie bei der Nasmyth'schen Ramme an einer starken Kette vor zwei hölzernen Läuferinnen, längs welcher er durch eine Dampfwinde auf die gewünschte Höhe gehoben werden kann, wobei die Führung durch die Knaggen *e* geschieht, indem dieselben mit einer Nute *g* um die an den Läuferinnen befindlichen schmiedeisernen Schienen greifen. An dem unteren Ende des Dampfeylinders befinden sich Flanschen, an denen vier starke schmiedeiserne Anker *b* mittels Muttern und hülsenartiger Knaggen *c* aufgehängt sind und welche an ihren unteren Enden einen achtkantigen gußeisernen Schuh *d* tragen. Dieser Schuh ist mit einer konischen Aushöhlung versehen und umschließt damit den entsprechend bearbeiteten Kopf des Pfahls. Die starke Kolbenstange bildet mit dem Dampfkolben und dem prismatischen Klotz *h* ein zusammenhängendes Gußstück, in welches der ganzen Länge nach ein schmiedeiserner Stab eingegossen ist. Der Klotz *h* bildet den eigentlichen Rammhären und trägt an seinem unteren Ende durch schwalbenschwanzförmige Verbindung den Aufschlagkörper *z*, das sogenannte Pellet. An seiner Rückseite besitzt der Klotz zwei cylindrische Hülsen, durch welche die hinteren Anker *b* hindurchgehen und womit der ganze Bär geführt wird. Der Vorgang beim Rammen ist folgender.

Der frische Dampf tritt von dem Zuleitungsrohre *k* aus durch den Steuerhahn unter den Kolben, während der verbrauchte Oberdampf durch das vertikale Rohr entweicht. Der Kolben steigt und schlägt kurz vor der Vollendung seines Hubes mit der auf dem Klotze *h* befindlichen Rolle *i* gegen den Anlaufhebel *l* und bewirkt die Umsteuerung, indem sich der Steuerhahn derart dreht, dafs der Unterdampf auch über den Kolben tritt und daselbst nach Komprimierung des noch vorhandenen Oberdampfs dieselbe Spannung wie der Unterdampf annimmt. Die vereinigte Dampfmenge wird beim weiteren Steigen des Kolbens komprimiert, bis bei der vollständigen Umsteuerung (Hubwendung), welche, wie weiter unten angegeben, durch den Maschinisten erfolgt, die Expansion des Ober- und Unterdampfs eintritt.

Die Umsteuerung des Dampfahns geschieht mittels der Steuerwelle *n*, welche in den Lagerböcken *s* ruht. An dieser Welle befinden sich drei Hebel. Der eine Hebel *l*, der sogenannte Anlauf, überträgt die von der Anlaufwelle *i* bewirkte Drehung der Steuerwelle *n* durch den Hebel *p* auf die Hahnwelle mittels der Zugstange *q* und eines Hebels an der Hahnwelle. Das bestimmte Maß der Drehung wird da-

⁵⁸⁾ Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1860. S. 224 und S. 110.

durch eingehalten, daß der Hebel p gegen ein auf dem Lager s befindliches Gummipolster schlägt und der zweite Hebel t an einem Gummizug aufgehängt ist. Der dritte Hebel v trägt die Steuerkette zur Handhabung für den Maschinisten. Der Gummizug hält den Unterdampfkanal stets geöffnet; demnach steigt der Bär und bewirkt die Umsteuerung so weit, daß Oberdampf über den Kolben tritt. Der Fall des Bären kann aber erst eintreten, wenn der Maschinist durch Anziehen der Steuerkette die Umsteuerung so weit bewirkt hat, daß Unterdampf nicht mehr eintreten kann. Sobald der Maschinist die Kette losläßt, tritt durch die Wirkung des Gummizugs wieder Unterdampf ein und der Fall des Bären wird unterbrochen; es muß also die Steuerkette so lange angezogen bleiben, bis der Aufschlag erfolgt ist. Hierdurch hat man es in der Hand, in jeder beliebigen Höhenlage des Bären die Umsteuerung zu bewirken, also mit größerer oder geringerer Fallhöhe zu arbeiten; auch kann man den Kolben mit dem Bären beliebig abfangen und das Aufschlagen verhindern, sobald man die Steuerkette losläßt.

Diese nach Daelen's Princip arbeitende Ramme soll jedoch in Wilhelmshaven nur $\frac{1}{7}$ der Leistung der Nasmyth'schen Ramme gezeigt haben. Die ungünstige Leistung scheint namentlich dadurch verursacht zu sein, daß die Kanäle für den Übertritt des Dampfs aus dem unteren in den oberen Kolbenraum einen geringen Querschnitt und eine verhältnismäßig große Länge haben, infolge dessen von dem übertretenden Dampfe ein zu starker Gegendruck auf die untere Kolbenfläche ausgeübt wird.

Diese Übelstände hat Ballauf durch Reduzierung der Länge des Kanals für die Dampfausströmung, sowie durch Vergrößerung des Drucks über dem Kolben beim Fallen des Bären und durch Beseitigung des Gegendruckes, welcher infolge zu frühen Dampfeintritts entsteht, beseitigt, wobei er gleichzeitig die Ramme, ebenso wie es bei der Nasmyth'schen von ihm geschehen, in eine pneumatische Dampf-ramme umänderte. Ausführliche Beschreibung und Zeichnungen finden sich in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1879. S. 455.

§ 46. Dampf-ramme von Riggensbach. Bei der Nasmyth'schen sowohl als auch bei der Schwartzkopff'schen Dampf-ramme steht der Cylinder fest, während der Kolben beweglich ist und als Rammbar dient. Abweichend hiervon ist nach dem Princip des Condie'schen Dampfhammers⁵⁹⁾ die auf Taf. XXII in Fig. 30 dargestellte Dampf-ramme von Riggensbach⁶⁰⁾ eingerichtet; der Kolben steht fest und der bewegliche Cylinder dient als Rammbar.

Die erste Ramme dieser Art wurde 1864 ausgeführt. Der Dampf wird durch die hohle Kolbenstange b , welche mit dem ebenfalls hohlen Kolben c ein Stück bildet, mittels eines Steuerkolbens in den oberen Dampfzylinder geleitet. Die Führung erhält der Bär in einem Rahmen, der mittels Knagge d an den Läuferhütten geführt wird, während er mit dem unteren Ringe an den Pfahl e fest geschraubt ist, weil sonst der Apparat nicht sofort mit dem Pfahle hinuntergehen und bei der raschen Folge der Schläge ein Tanzen des Rahmens eintreten würde. Die Steuerung bewirkt der Winkelhebel g , dessen vertikaler Arm mit einer Coulissenführung versehen ist, in welcher eine Knagge des Bären geführt wird, während der horizontale Arm wegen der durch die Coulisse veranlaßten Schwingung den Steuerkolben regiert.

⁵⁹⁾ Mitt. d. Hannov. Gewerbevereins. 1863. S. 243.

⁶⁰⁾ Verhandl. d. Ver. zur Beförderung des Gewerbl. in Preussen. 1865. S. 138. Mit guten Abb. — Polyt. Centralblatt. 1865. Febr. S. 15.

Im Boden des Bären befindet sich bei h ein bei jedem Schlage sich öffnendes Auslassventil für das Kondensationswasser.

In allen anderen Teilen stimmt diese Dampfamme mit der nachstehend beschriebenen Lewicki'schen Dampfamme, Taf. XXII, Fig. 37—40, im wesentlichen überein und darf daher auf die Beschreibung derselben verwiesen werden.

Bei dem Bau des Bahnhofs in Biel fand die Riggenbach'sche Amme Verwendung. Es wurden damit 6000 Pfähle von je 3,3 m Länge mit 0,24 m Durchmesser eingerammt. Das Einrammen eines Pfahls dauerte 4 Minuten und wurden durchschnittlich in 12 Arbeitsstunden 40 Pfähle eingetrieben. Das Gewicht des Apparats betrug 825 kg, das des Bären 350 kg, die Hubhöhe desselben 20 bis 24 cm, der Kolbendurchmesser 24 cm. Die Amme arbeitete vermöge ihrer geringen Hubhöhe mit sehr großer Geschwindigkeit und gab etwa 200 Schläge pro Minute bei einer Dampfspannung von 5 Atm. im Kessel.

Zur Bedienung waren 6 Mann erforderlich und zwar 1 Ammeister, 1 Maschinist, 1 Heizer, 2 Mann an der Seilwinde und 1 Mann am Spannapparat.

§ 47. Dampfamme von Lewicki. Bei der nach dem Riggenbach'schen Princip konstruierten Dampfamme von Lewicki⁶¹⁾, siehe Fig. 37 bis 40, Taf. XXII, ist das Rammgerüst gewöhnlicher Art und dienen die Läuferuten dem Rammapparate, sowie dem Pfahle zur Führung. Der Rammapparat besteht aus dem Führungsrahmen a , der mit seiner unteren Querverbindung b auf dem Pfahl steht und gleitet mit seinen Armen zwischen den Läuferuten des Rammgerüsts. Der Dampfzylinder c , welcher an den Säulenbölzen a des Führungsrahmens geführt wird, bildet den Bären, wie bei dem Condie'schen Dampfhammer und der Riggenbach'schen Dampfamme.

Der Dampfzylinder, mit Deckel und Stopfbüchse versehen, ist unten geschlossen und wird auf der hohlen schmiedeisernen Kolbenstange d , Fig. 39, geführt. Letztere ist mit dem Kolben aus einem Stück geschmiedet und oben in dem Führungsrahmen mittels einer Mutter befestigt. Über der Bohrung der Kolbenstange d befindet sich der Steuerkasten e , welchem der Dampf durch einen Kautschukschlauch oder durch ein Gelenkrohr zugeführt werden muß. Der Dampf tritt durch die hohle Kolbenstange und die in dem unteren Teile derselben befindlichen Öffnungen in den Raum zwischen Kolben und oberem Deckel des Rammzylinders und hebt so den Cylinder (Bären) empor.

Die beim Fallen des Cylinders (Bären) in den Raum unter dem Kolben eingesogene Luft entweicht beim Aufsteigen des Cylinders aus vier im unteren Teile desselben angebrachten Öffnungen f , so lange als sich der Kolben über diesen Öffnungen befindet. Ist indessen der Luft durch den Kolben das Entweichen abgeschnitten, so bildet die unter demselben eingeschlossene Luft ein elastisches Kissen und wirkt der weiteren Bewegung beim Steigen des Cylinders entgegen.

Der Austritt des Dampfs erfolgt ebenfalls durch die Kolbenstange d , Fig. 37, und die im Steuerkasten e befindlichen Ausströmungsöffnungen m , welche während des Fallens des Cylinders, zur Abgabe eines Schlags auf den Pfahl, durch einen Vorsteuerkolben g offen gehalten werden. Sodann ist noch im Boden des Rammzylinders ein Entwässerungsventil h , Fig. 39, angebracht, welches beim Aufschlagen des Cylinders auf den Pfahl sich öffnet.

Die in Fig. 37 u. 38 dargestellte Steuerung besteht aus einem Dampfkasten e und dem seitlich ganz entlasteten horizontalen Vorsteuerkolben i . Wenn letzterer

⁶¹⁾ Civilingenieur. 1875. S. 21. Mit Abb. — Weisbach. Mechanik d. Zwischen- u. Arbeitsmasch. 1880. S. 301. Mit Abb. — Osthoff. Kostenberechnungen. 1879. S. 173.

das Luftloch k offen hält, wird der vertikale Steuerkolben g durch den auf seine Unterfläche wirkenden Dampfdruck gehoben, schließt die Dampfaustrittsöffnungen m und gestattet dann den Dampfeintritt in den Cylinder durch die Kanäle l . Der Cylinder wird so lange gehoben, bis die Ausströmung des Dampfes in die Atmosphäre erfolgt. Die Umsteuerung wird durch den horizontalen Vorsteuerkolben i eingeleitet, der gegen Ende des Hubs eine kleine Bewegung macht und dadurch aus der in Fig. 38 angegebenen Stellung in die aus Fig. 37 ersichtliche übergeht, wodurch das Luftloch k geschlossen und die ringförmige Dampföffnung n über dem Steuerkolben g geöffnet wird. Der Dampf tritt nun durch das Dampfrohr o auf die obere Seite des Steuerkolbens g und hat, da seine obere Fläche größer ist als die untere, ein rasches Sinken desselben in den Topf des Dampfkastens zur Folge, wobei er ein Abschließen des Dampfes und ein Öffnen der Ausströmungsöffnungen m bewirkt, sodafs der verbrauchte Dampf aus diesen Öffnungen mit plötzlichem Auspuff ins Freie tritt und der Cylinder fällt.

Der Wiedereintritt des Dampfes findet erst statt, wenn der Bär im letzten Augenblicke seines Falles den Vorsteuerkolben i durch den Steuerhebel p wieder in die Anfangsstellung, Fig. 38, gebracht hat und der Steuerkolben g wieder empor gehoben ist. Der Steuerhebel p , welcher die Schieberstange r gabelartig umfaßt, hat seine Drehaxe s an dem oberen Teile des Führungsrahmens b und wird durch ein in dem Boocke v um w drehbares hülsenförmiges Gleitlager x beim Aufsteigen und Niederfallen des Bären in sanfte schwingende Bewegung versetzt, welche dadurch bedingt wird, dafs die Anfangsstellung dieses Hebels schräg gegen die Bewegungsrichtung des Bären gewählt ist. Die Regulierung dieses Hebels p findet durch verstellbare Muttern auf der Schieberstange r statt.

Die Steuerung zeigt während des Gangs keinerlei Übelstände, funktioniert fast unhörbar und nimmt die Festigkeit der Mechanismen nur wenig in Anspruch, so dafs selten Reparaturen notwendig werden.

Bei den von der russischen Regierung in Gemeinschaft mit der Kaufmannschaft zu Riga unternommenen Regulierungsarbeiten an dem unteren Laufe der Düna im Jahre 1869 fanden zwei dieser Rammen zum Einschlagen von 12 000 Pfählen Verwendung. Die obere Schicht des Flußbettes bestand aus Quarzsand. Dieser Boden ist als ein schwerer anzusehen und kann nach den gemachten Erfahrungen dabei ein guter Rammeffekt nur durch rasch aufeinander folgende Schläge von großer Wucht erzielt werden.

Die Anzahl der Schläge betrug bei 4 Atm. Überdruck und einem Bärgewicht von 1316 kg mit 0,614 m Hub etwa 57 pro Minute. Auf einen Pfahl kamen 780 bis 840 Schläge.

Mit der einen Ramme wurden bei 12 stündiger Arbeitszeit täglich durchschnittlich 50 Pfähle von je 0,28 . 0,18 = 0,05 qm Querschnitt, 8 m durchschnittlicher Länge und 300 kg Gewicht 6,43 m tief paarweise eingerammt. Die größte Anzahl der in 12 Stunden eingerammten Pfähle betrug 66.

Die zweite Ramme von gleicher Stärke schlug durchschnittlich 35 runde Pfähle von 0,395 m Durchmesser, am Wipfelende, 4 bis 5 m tief ein und brachte es im günstigsten Falle bis zu 56 Stück. Diese Ramme leistete deshalb weniger, weil hier die Pfähle nicht paarweise eingetrieben wurden.

Zur Vergleichung wurde ermittelt, dafs eine Zugramme von gewöhnlicher Schlagstärke (440 mkg) mit einer Bedienung von 27 Mann in 12 Stunden in denselben Boden nur 5,5 Pfähle und eine Kunstramme mit Handwinde und 4 Mann bei einer Schlagstärke von etwa 700—800 mkg nur 1,75 Pfähle täglich einschlug. Die Lewicki'sche Ramme leistete in demselben Zeitraum 28 mal so viel wie eine durch 4 Mann betriebene Kunstramme und 9 mal so viel als eine durch 27 Mann bediente Zugramme, während die Kunstramme 6,6 mal und die Zugramme 13,8 mal teurer arbeiteten. Trotz der hohen Anschaffungskosten konnte diese Dampframme schon bei 600 einzurammenden Pfählen mit der Kunstramme konkurrieren.

Der Preis dieser Dampframme nebst Ausrüstung betrug 8400 M. Die Kosten des Einrammens waren pro Pfahl 0,68 M., pro m Einrammungstiefe 0,106 M.

§ 48. **Morrison's Dampframme.** Eine von Morrison nach dem Princip seiner Dampfhämmer⁶²⁾ konstruierte Dampframme, womit gleichzeitig zwei Pfähle eingetrieben werden können, zeigen Fig. 8 u. 9, Taf. XXII.

Der ganze Rammapparat mit Kessel und Hilfsmaschine wird von einer auf acht Rädern ruhenden Plattform *a* getragen. Das Rammgerüst besteht aus zwei Läuferferruten *b*, die, in einer dem Pfahlabstand entsprechenden Weite von einander entfernt, auf der Plattform aufgestellt und durch Riegel und Streben fest mit einander verbunden sind.

Das Heben der Pfähle, sowie das Heben und Senken der Rammcylinder wird durch eine kleine auf der Plattform aufgestellte Hilfsmaschine mittels der am Kopfe jeder Läuferferrute befindlichen Rollen *e* und *d* bewirkt.

Die Bären bestehen bei dieser Ramme aus in Cylindern geführten sehr starken und schweren Kolbenstangen *f*, die mit den Kolben *g* aus einem Stücke hergestellt sind. Die Cylinder werden durch Arme, welche die an der Läuferferrute angebrachten Eisenschienen umfassen, geführt und der Dampf denselben durch Gelenkrohre *h* zugeleitet.

Die Pfähle *i* werden an dem Kopfe mit einem Ringe versehen und derartig eingerichtet, daß die Cylinder mit dem Bären über diesen Ring geschoben und mittels der Halsstücke *k* auf die Pfähle gestellt werden können. Das Einrammen der Pfähle geht nun mit diesem Apparat in der Weise vor, daß durch den in den Cylinder eingeführten Dampf die Kolbenstangen *f* gehoben werden, um alsdann nach Abschließung des Kesseldampfs und Aussteuerung des gebrauchten Dampfs auf den Pfahlkopf nieder zu fallen.

Eine derartige Einrichtung von zwei nebeneinander stehenden Rammen ist in manchen Fällen insofern vorteilhaft, als man während des Einrammens des einen Pfahls den anderen vorstellen und zum Einrammen vorbereiten kann.

Diese Dampframme wurde zu den Ramarbeiten eines Docks auf dem Tyne bei Newcastle verwendet und schlug während eines Arbeitstags 21 bis 36 Pfähle, und zwar war sie im Stande, in 12 Minuten einen Pfahl von 35×36 cm Stärke auf eine Tiefe von 10,7 m in den schwersten Boden einzurammen. Zur Bedienung gehören 1 Maschinist, 1 Heizer und 2 Arbeiter.⁶³⁾

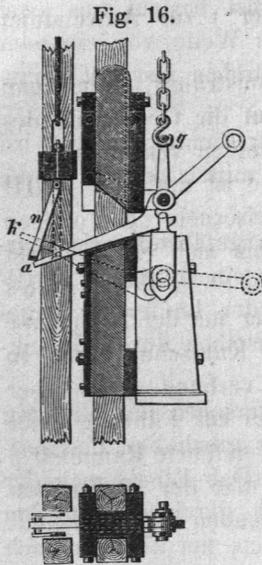
§ 49. **Dampframme System Chrétien;** Fig. 10, Taf. XXII. Der Dampfcylinder *a* von 24 cm Durchmesser und 2,80 m Länge steht nach oben gerichtet und ist mit seiner Drehaxe in einem Lager *b* auf dem Schwellwerke der Ramme gelagert. Die Neigung des Cylinders hängt von der Höhe des Rammgerüsts ab. Die aus dem Cylinder nach oben herausragende Kolbenstange *c* ist mit einer Rolle *d* versehen, um welche die über die am oberen Teile der Ramme befindlichen Rollen *e*, *e'* und *f* geführte Rammkette läuft, deren eines Ende an den Haken *g*, welcher zum Emporheben des Bären dient, und deren anderes Ende zur Regulierung der Kette an einer auf dem Schwellwerk der Ramme stehenden Winde *h* befestigt ist. Vermittels eines Schiebers strömt der Dampf oberhalb des Kolbens ein und treibt letzteren nach unten, wodurch die Kette den Bären um den doppelten Weg des Kolbens hebt. Die Hubhöhe wird von dem Maschinisten durch das Abschneiden der Dampfeinströmung mittels eines Hebels *i* bestimmt. Zunächst geht der Bär, welcher seine Führung wie gewöhnlich zwischen beiden Läuferferruten findet, mit der Fangvorrichtung zusammen ~~herunter~~ ^{hinunter} doch erfolgt sogleich die Auslösung des Bären und der-

⁶²⁾ Mitteil. d. Gewerbevereins zu Hannover. 1863. S. 246.

⁶³⁾ Revue universelle des mines. 1859. S. 118. — Dingl. polyt. Journ. 1860 I. S. 241. Mit Abb.

selbe fällt rasch auf den Pfahlkopf nieder, während die Fangvorrichtung langsam nachfolgt, um den Bären wieder zu fassen.

Die Auslösung des Bären aus der Fangvorrichtung geschieht durch die Ausrückvorrichtung *k*, welche sich zwischen den hinter den Läuferuten parallel zu diesen stehenden Hölzern bewegt und der mittels einer um die Rollen *l* und *m* gehenden Leine die erforderliche Höhenlage gegeben werden kann. Beim Heben des Bären wird nun der an der Ausrückvorrichtung *k* befindliche Ausrückbügel *n*, siehe nebenstehende Figur, durch den an der Fangvorrichtung befindlichen Hebel *o* zur Seite geschoben und so zur Aufnahme des letzteren veranlaßt. Erfolgt nun durch das Umsteuern der Rückgang der Kolbenstange, so wird der Hebel *o* von dem Ausrückbügel *n* so lange zurückgehalten, bis der Bär sich aus der Fangvorrichtung auslöst.



Die Rammarbeit mit dieser Ramme kann auf zweierlei Art erfolgen, entweder ohne Auslösung des Bären, so daß dieser mit der Fangvorrichtung auf und nieder geht, was im Beginne des Rammens, wo schnelle und leichte Schläge gegeben werden sollen, vorteilhaft ist, oder mit Auslösung, wobei der Bär dann frei herunterfällt.⁶⁴⁾

Infolge der drehbaren Befestigung der Läuferuten läßt sich diese Ramme auch sehr gut zum Einschlagen von Schrägpfählen benutzen, deren Neigung bis 1:10 betragen kann.

Die Höhe der Läuferuten beträgt 9 m, das Gewicht des Bären 950 kg und die größte Fallhöhe 5 m. Der Kessel hat 6 qm Heizfläche und eine normale Dampfspannung von 6 kg pro qcm. In einer Minute macht die Ramme 12 bis 20 Schläge. Die Ramme hat ein Gesamtgewicht von etwa 10000 kg und kostete in Paris 5600 M.⁶⁵⁾

Eine solche Ramme wurde beim Bau der Donaubrücke in der Budapester Verbindungsbahn zum Einrammen der Gerüstpfähle angewendet. Die Maschine hatte 4 Pferdestärken, der Dampfcylinder 45 cm Durchmesser, die Läuferuten hatten eine Höhe von 12 m und das Gewicht des Bären betrug 1200 kg. Täglich wurden 10 Pfähle von je 12 m Länge bei 3 m Einrammungstiefe eingeschlagen. Der tägliche Kohlenverbrauch war 300 kg. Die Anschaffungskosten der Ramme beliefen sich auf 9750 M.

Die Kosten pro Arbeitstag, exkl. derjenigen für größere Reparaturen, Verzinsung und Amortisation, sowie für das Versetzen der Ramme und Störungen während des Betriebs, betragen für:

| | |
|--|-------------|
| 1. Arbeitslohn | 18 M. — Pf. |
| 2. Brennmaterial | 8 „ — „ |
| 3. Schmier- und Putzmaterial | 2 „ 50 „ |
| 4. kleine Reparaturen | 3 „ 50 „ |
| zusammen | 32 M. — Pf. |

also pro m Einrammungstiefe 1,07 M., wobei der Boden aus grobem Schotter bestand. Es ergab sich somit im Vergleiche zu den Anschaffungskosten kein ungünstiges Resultat. Es mag noch erwähnt werden, daß die häufigsten Reparaturen an Kette und Kessel vorkamen.⁶⁶⁾

⁶⁴⁾ Dingl. polyt. Journ. 1869 II. S. 347 m. Abb., nach Génie industr. 1869. S. 1 mit Figuren aus Armengaud. Progrès de l'industrie. Vol. I. Taf. 101.

⁶⁵⁾ Zeitschr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1873. S. 426.

⁶⁶⁾ Zeitschr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1877. S. 38. — Osthoff. Kostenberechnung. Leipzig 1879. S. 174.

5. Pneumatische, atmosphärische und Pulverrammen.

§ 50. **Pneumatische und atmosphärische Rammen.** Zum Betriebe der Rammen ist statt des Dampfes auch komprimierte Luft nach dem Principe der von Southers & Hammond konstruierten pneumatischen Hämmer⁶⁷⁾ zur Anwendung gekommen.

Auch hat man sogenannte atmosphärische Rammen konstruiert, wobei man einen luftverdünnten Raum bildet und den Bären durch den auf die Gegenseite des Kolbens wirkenden Druck der atmosphärischen Luft zum Aufsteigen veranlaßt.

Eine solche von Clarke & Varley konstruierte Ramme ist auf Taf. XXIII in Fig. 1 dargestellt. Die Maschine besteht aus einem schmiedeeisernen, oben offenen und unten mit einem Boden versehenen Cylinder *a*, in welchem sich ein luftdicht eingepaßter Kolben bewegt. Eine selbstwirkende, von irgend einer Stelle des Gerüsts aus bewegbare Steuerung befindet sich an dem Cylinder, welcher mit der Luftpumpe durch schmiedeeiserne Röhren und zwischengeschaltete biegsame Kautschukröhren in Verbindung steht. Die Kolbenstange *b* ist mit einer Kette *c* verbunden, die über eine Rolle *d* läuft, um dann die Rolle *e* zu tragen, die wiederum zur Führung einer zweiten Kette *f* dient, an welcher der zwischen den Läuferrollen geführte Rammbar *g* hängt. Das andere Ende dieser Kette geht über die an dem Fusse der Läuferrollen angebrachte Rolle *h* nach einer an dem Kopfe des einzurammenden Pfahls befindlichen Öse, an welcher sie befestigt ist.

Das Heben des Bären geschieht, indem man mittels einer Ventilsteuerung die Verbindung mit der Luftpumpe herstellt und eine Luftverdünnung im Cylinder bewirkt, sodafs der Druck der atmosphärischen Luft den Kolben niederdrückt; sobald er nun am unteren Ende des Cylinders ankommt, wird durch die Ventilsteuerung die Verbindung mit der Luftpumpe aufgehoben und die atmosphärische Luft wieder unter dem Kolben in den Cylinder eingelassen, hierdurch das Gleichgewicht in demselben wieder hergestellt und der Bär zum Fallen gebracht.

Auf diese Weise kann man dem Pfahl schwere und doch ziemlich rasch aufeinander folgende Schläge geben, wobei die Fallhöhe wegen der beschriebenen Anordnung der Rollen stets dieselbe bleibt.

Diese Ramme wurde bei der Fundierung einer Futtermauer in den Katharinendocks in London angewendet und soll damit das Rammen im Vergleich zur Zugramme mit der Hälfte der Kosten und in einem Sechstel der Zeit bewerkstelligt worden sein; umfangreichere Verwendung hat dieselbe jedoch nicht gefunden.⁶⁸⁾

§ 51. **Pulverramme System Shaw.** Eine sehr beachtenswerte Neuerung ist die in Fig. 31 bis 34 auf Taf. XXIII dargestellte, von dem Amerikaner Shaw erfundene Pulverramme, bei welcher der Bär durch die Explosionskraft des Schießpulvers gehoben wird. Die dargestellte Konstruktion wurde 1876 von der „American Dredging Company“ in Philadelphia zur Ausführung gebracht. Das Gestell der Ramme, Fig. 31 u. 32, besteht aus Eisen und Holz, und zwar sind die Läuferrollen aus 12,8 m bis 14 m langen und pro m 22,7 kg schweren \sqcup -Eisen mit auswärts gekehrten Flanschen hergestellt; ebenso bestehen auch die zur Aussteifung des Ramm-

⁶⁷⁾ Dingt. polyt. Journ. 1846. Bd. 101. S. 409. Mit Abb.

⁶⁸⁾ Civil Engineer and Architects Journ. 1848. — Becker. Baukunde des Ingenieurs. Stuttgart 1865. Mit Abb. — Der Ingenieur. Bd. II. 1850. S. 279. Mit Abb.

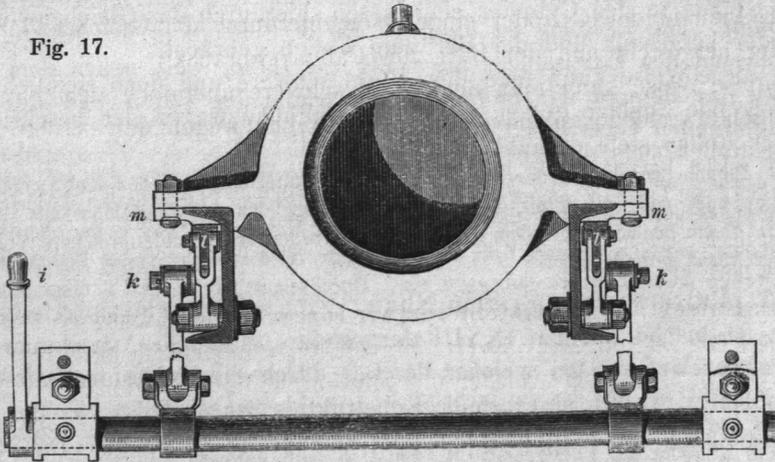
gestells dienenden Streben, Kreuze und Riegel aus Winkel- und \perp -Eisen, während der Rammfußs und die Leiter aus Holz konstruiert sind.⁶⁹⁾ Um bei jedem Stande des Mörsers die Patronen in denselben einwerfen zu können, hat man mehrere Bühnen übereinander an dem Rammgestell angebracht. Zum Aufziehen und Richten der Pfähle ist eine kleine Maschine auf dem Schwellwerk aufgestellt.

Der Rammapparat wird durch den Mörser (Geschütz) *a* und den Bären (Geschofs) *b* gebildet. Der aufwärts gerichtete Mörser hat eine 160 bis 190 mm weite und 610 mm tiefe cylindrische Bohrung, die oben auf 100 mm Länge konisch erweitert ist, damit der Kolben des Bären leichter hineintrifft. Am unteren Ende des Mörsers befindet sich eine ausgerundete Vertiefung, welche zur Aufnahme des Pfahlkopfs dient und von der oberen Öffnung durch eine 83 mm starke Wand getrennt ist. Der aus Gussstahl hergestellte Mörser hat ein Gewicht von 873 kg.

Der Bär, welcher sich an denselben Läuferuten wie der Mörser bewegt, ist an seinem unteren Ende mit einem genau in die Bohrung des Mörsers passenden Kolben *c* versehen, an dessen unterem Ende sich Stahlringe befinden.

Das obere Ende des Bären, Fig. 33, besitzt eine cylindrische Bohrung von größerem Durchmesser, in welche ein am Kopfe des Rammgerüsts befestigter Kolben *d* paßt. Letzterer bildet bei seinem Eindringen in die cylindrische Bohrung des Bären, wenn dieser bis zu jener Höhe emporgeschleudert wird, einen dichten Schlufs, sodafs der Bär durch die eingeschlossene stark komprimierte elastische Luft ohne Stofs in seinem Emporsteigen aufgehalten wird. An dem höchsten Punkte angelangt, wird der Bär mit Hilfe einer Friktionsbremse zwischen beiden Läuferuten festgehalten und nachher für den folgenden Schlag wieder ausgelöst. Der Bär ist aus Gufseisen, der Kolben aus Gussstahl hergestellt und haben beide zusammen ein Gewicht von 630 kg; das Gewicht des Mörsers und Bären zusammen beträgt somit 1503 kg.

Fig. 17.



Die in vorstehender Figur im Grundrifs dargestellte Bremsvorrichtung wird in der Weise benutzt, dafs man mittels einer Drehung des Hebels *i* durch die Kniehebel *k* (vergl. auch Fig. 31 auf Taf. XXIII) die \perp -förmigen vertikalen Eisen *l* gegen die Lappen *m* drückt, mit welchen die Führungen des Bären hinter die Flanschen

⁶⁹⁾ Engng. 1876 I. S. 408.

der Läufertruten fassen, und somit ein Heruntergleiten des Bären durch die hervorge-
rufene Reibung zuverlässig verhindert.

Die Patronen, welche zum Emporschleudern des Bären benutzt werden, haben
einen Durchmesser von 32 mm, eine Länge von 25 bis 40 mm und ein Gewicht von
40 bis 60 g; sie werden mit einem dünnen Überzug von Paraffin und Graphit be-
kleidet.

Das Verfahren beim Rammen ist folgendes: Mittels der vorerwähnten kleinen
Maschine (Hebevorrichtung) werden zunächst der Mörser und der Bär zugleich ge-
hoben; darauf wird der Bär durch die Bremse oben festgehalten, der Mörser hin-
gegen auf den Kopf des vorgestellten Pfahls hinabgelassen und daran so befestigt,
dafs er den Pfahl in seiner Richtung sicher führt. Nachdem dieses geschehen, wird
aus freier Hand eine Patrone in den Mörser geworfen und der Bär ausgelöst. Beim
Herabfallen dringt der Kolben des Bären in die Bohrung des Mörsers und übt hier
durch Kompression der Luft einen allmählich wachsenden Druck aus, wobei die
Patrone durch den Kolben zerstört und durch die infolge der Kompression der Luft
bewirkte Hitze entzündet wird. Es erfolgt nun eine Explosion, infolge welcher der
Bär nach oben geschleudert und der Pfahl nach unten getrieben wird.

Der Druck auf den Pfahl setzt sich zusammen aus:

1. dem Gewichte des Mörsers,
2. dem Kompressionsdruck der Luft,
3. der Explosionskraft der Patrone und
4. der Reaktion der expandierenden Gase beim Austritte nach oben.

Der empor geschleuderte Bär wird aufgefangen und durch die Bremsvorrich-
tung festgehalten, wonach das gleiche Verfahren von neuem beginnt. Soll aber rasch
gearbeitet werden, so rückt man die Arretierung ganz aus; der Bär wird dann so hoch
geworfen, dafs der am Kopfe des Rammgerüsts befestigte Kolben d in die Bohrung
des Bären eindringt und ihn durch die Verdichtung der Luft innerhalb der Bohrung
zurückschnellt. Die Leistung ist dann 48 bis 50 Schläge in der Minute. Der Pfahl
kommt während des Einrammens nie völlig zur Ruhe, weil neben dem fortwähren-
den Drucke des Mörsers der Stofs des niederfallenden Bären und der Rückschlag
der expandierenden Gase das Eintreiben abwechselnd bewirken.

Eine solche Ramme wurde in den Jahren 1871—72 beim Bau des Landungsquais zu
League Island am Delaware angewendet.⁷⁰⁾ Die eingetriebenen Pfähle hatten durchschnittlich einen
Durchmesser von 25 cm und eine Länge von 10,5 m. Der Untergrund war in der oberen Schicht thon-
haltiger Schlamm, worunter in etwa 6,45 m Tiefe unter Niedrigwasser fester Boden, der aus hartem
Thon oder Gerölle bestand, zu durchdringen war. Durchschnittlich wurden in einer Stunde 4,3 Pfähle
5,9 m tief eingetrieben. Die günstigste Leistung war in einer Stunde 12 Pfähle bis zu einer Tiefe von
6,4 m und in einem Tage 50 Pfähle bis zu einer Tiefe von 5,03 bis 5,5 m. Je nach den Dimensionen
der Pfähle waren 5 bis 8 Schläge, in einigen Fällen 15 Schläge erforderlich; durchschnittlich betragen
die Schläge pro Pfahl 5,2 und das durchschnittliche Gewicht des Pulvers 0,23 kg pro Pfahl. Die mit
dieser Ramme eingetriebenen Pfähle sollen beim Einrammen nicht die geringste Beschädigung erlitten
haben und die Leistung der Pulverramme 4—8 mal so groß gewesen sein als die der Kunstramme.

Ungünstige Mitteilungen über Shaw's Pulverramme machte dagegen in der Gesellschaft Ameri-
kanischer Civilingenieure der Ingenieur Probasco, welcher sie im Oktober 1872 zum Einschlagen
einer Spundwand für einen Reservoirdamm im Parsonage Creek-Thal auf Long Island benutzte.⁷¹⁾

⁷⁰⁾ Civilingenieur. 1872. S. 290. — Dingl. polyt. Journ. 1872. Bd. CCV. S. 90. Mit Abb.

⁷¹⁾ Zeitschr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1873. S. 112; 1874. S. 127. — Engineer. 1873 I.
S. 382. — Builder. 1873. S. 491. — Transactions of the American Society of Civil Engineers. 1874.
Bd. II. S. 403.

Der zu durchdringende Boden lag unter Wasser und bestand aus einem mit einem Niederschlag von Eisen vermischtem Sande und feinem Kies, welche mit einander so fest zusammengekittet waren, daß es schwer hielt, einzudringen. In einer Tiefe von 4,57 m unter der Bassinoberfläche fand man Thon, dessen untere Schicht zäh und fest war. Hierbei stellte es sich heraus, daß, um einen Pfahl 4,57 m bis 4,89 m tief einzurammen, man 300 Schüsse zu 0,105 M. bedurfte, was viel zu kostspielig war. Durch die schnell aufeinander folgenden Explosionen erwärmte sich die Kanone derart, daß sich an dem am unteren Ende des Bärkolbens befindlichen Stahlringe Ausgänge bildeten, die durch das ausströmende Gas noch erweitert wurden und den Stahlring vollständig zerfurchten. Es konnte somit beim Schlagen wegen der die Luft durchlassenden Furchen ein Luftkissen sich nicht mehr bilden und wurde nun infolge des Aufschlagens der 127 mm im Durchmesser haltende Kolben so verbogen, daß er nicht mehr gebraucht werden konnte. Der hierüber befragte Erfinder vergrößerte nun den Kolben des 772 kg schweren Bären. Jedoch stellten sich nach dem Ausbohren der Kanone und dem Anbringen eines 180 mm im Durchmesser haltenden Kolbens, mit Ausnahme des Kolbenverbiegens, die früheren Übelstände wieder ein, so daß man sich schließlich zum Aufgeben der Pulverramme und zur Anwendung einer gewöhnlichen Ramme entschied. Die Kosten pro Pfahl stellten sich bei letzterer ungefähr auf dasselbe, wie für 100 Schüsse aus der Pulverramme. Während jedoch diese die Pfähle nur bis etwa 3 m tief eintrieb, erreichten dieselben bei Anwendung der gewöhnlichen Ramme mit einem Bären von 837 kg und 2,4 bis 3 m Hubhöhe in 10 Stunden bei denselben Kosten eine Tiefe von etwa 4,7 m. Bei weichem Boden hält auch Probasco die Pulverramme für sehr zweckmäßig.

Shaw lieferte hierauf den Nachweis, daß viele Ingenieure mit dieser Rammaschine zufrieden sind und daß bei gewöhnlichen Rammarbeiten das Einrammen eines Pfahls auf 7,6 m Tiefe nur 1 Minute dauert, 8 Schüsse erfordert und 0,63 M. kostet.⁷²⁾ Die Ingenieure Prindell & Turbin heben bei Empfehlung der Pulverramme nach eigenen Erfahrungen den Umstand hervor, daß die Pfähle sehr gut in der Richtung bleiben und das Holz gar nicht zersplittert wird.⁷³⁾ Zur Zeit der Ausstellung zu Philadelphia war eine Pulverramme nach neuester Ausführungsweise des Erfinders Shaw auf der Marine-Station auf League Island bei Philadelphia in Thätigkeit. Die Läuferinnen dieser Ramme hatten eine Höhe von circa 14 m; sonst war das Rammgestell wie schon vorerwähnt hergestellt. Es wurden ungespitzte Pfähle von 20 cm Stärke und 6 m Länge mit 18 Schlägen innerhalb 1 Minute 5,5 m tief eingerammt, wobei die Fallhöhe des Bären zuletzt 3,5 m betrug. Die Patronen bestanden aus grobem Schießpulver und hatten bei einer Höhe von 3—4 cm und einem Durchmesser von etwa 3 cm ein Gewicht von 42—56 g. Bei den letzten Schlägen wurden öfters 2 Patronen in den Mörser geworfen; beim 18ten Schläge zog anscheinend der Pfahl nicht mehr. Der Boden bestand aus magerem Thon, der unten mit Sand und Kies vermengt war. Die Arbeitskosten sollen nach diesem Versuche geringer sein als bei Verwendung einer Nasmyth'schen Ramme.⁷⁴⁾

§ 52. Pulverramme Konstruktion Riedinger. Pulverrammen ähnlicher Konstruktion werden auch von L. A. Riedinger in Augsburg angefertigt und in zwei Größen zu 6 m Tiefgang mit 700 kg Bärgewicht und zu 10 m Maximaltiefgang des Pfahls mit 1150 kg Bärgewicht geliefert. Diese Rammen sind bezüglich des Gerüstes ähnlich gebaut, wie die bisher üblichen Dampf- oder Handrammen. Der Rammapparat ist analog dem vorbeschriebenen von Shaw. Zum Festhalten des Bären dient ein hinter den Läuferinnen liegendes Parallelogramm, Bremse genannt.

Eine Ramme solcher Konstruktion wurde für 6 m Maximaltiefgang des Pfahls beim Dresdener Elb-Brückenbau im Jahre 1875 verwendet.⁷⁵⁾ Der Gußstahlmörser hatte eine Bohrung von 150 mm bei 620 mm Tiefe und am unteren Ende zur Aufnahme des Pfahls eine Bohrung von circa 50 mm Tiefe. Der Mörser ebenso wie der 700 kg schwere Bär wurden mittels angegossener Knaggen an den Läuferinnen geführt.

⁷²⁾ Engineer. 1873 II. S. 86.

⁷³⁾ Journal of the Franklin Institute. 1873 II. S. 216.

⁷⁴⁾ Deutsche Bauztg. 1877. S. 15. Mit Abb. — Über die Wirkung der Pulverrammen von Shaw siehe auch: The journal of the Franklin institute. 1869 II. S. 3.

⁷⁵⁾ Deutsche Bauztg. 1875. S. 433. — Prakt. Maschinenkonstr. 1876. S. 112.

Die Läuferuten waren auf dem Fahrgestelle um eine horizontale Axe drehbar, um das Einrammen geneigter Pfähle zu gestatten. Die Bühnen, von welchen aus das Einwerfen der Patronen in den Mörser geschah, waren in Abständen von 2 m übereinander angebracht.

Die Bedienung der Ramme erforderte 6 bis 8 Mann; 1 Vorarbeiter dirigierte vom Rammfusse aus die Bremse, ein zweiter Arbeiter besorgte das Einwerfen der Patronen in den Mörser und das Putzen des Kolbens von einer der Bühnen aus, während die übrige Mannschaft beim Einsetzen der Pfähle, bei der Winde u. s. w. beschäftigt war. Nach einer Hitze von etwa 12 Schlägen war der Kolben zu putzen und zu schmieren, da der bei der Verbrennung des Pulvers entstehende Rufs sich an demselben stark ansetzte, obgleich die Patronenrückstände im Mörser verschwindend gering waren. Die Zahl von 10—12 Schüssen pro Minute konnte nicht wesentlich gesteigert werden, da bei anhaltendem Schnellfeuer so bedeutende Erhitzung von Kolben und Mörser eintrat, daß die Liderung litt, die Patronen zu frühzeitig, schon unmittelbar beim Einwerfen explodierten und dann der nachsinkende Bär wieder ausgehoben werden mußte. Eine solche vorzeitige Entzündung ereignet sich mitunter auch infolge davon, daß noch Überreste der letzten Patrone im Cylinder blieben. Durch Schießen in gemessenem Tempo sind derartige Störungen leicht zu vermeiden. Die Patronen stellte man an der Baustelle aus 15 und 20 g Holzkohlen-Pulver her, welches eine Wiener Firma lieferte. Zu den ersten Schüssen wurden, bis sich harte Widerstände beim Rammen zeigten, Patronen von 15 g benutzt.

Die Hauptvorteile, welche diese Ramme den gewöhnlichen gegenüber besitzt, nämlich Schnelligkeit der Arbeit und damit verbundene Wohlfeilheit, konnten bei diesem Brückenbau nicht ausgenutzt werden, da die Detonation beim Betriebe der Pulverramme eine so starke war, daß für in der Nähe verkehrende Fuhrwerke Schwierigkeiten entstanden. Es mußte daher bei 12 stündiger Arbeitszeit der Betrieb 2 bis 3 Stunden unterbrochen werden. Die erreichte Leistung betrug im Mittel 20 Pfähle täglich, wobei das Umstellen der Ramme, Einsetzen und Einrammen eines Pfahles auf 2 bis 2,5 m Tiefe in einem sehr fest gelagerten Kies 25 bis 30 Minuten erforderte. Diese Leistung kann immerhin als eine günstige betrachtet werden, da eine unter gleichen Verhältnissen arbeitende Handramme die doppelte Zeit pro Pfahl erforderte und täglich nur 12 Pfähle einschlug.

Die größte Leistung wurde daselbst beim Rammen von Rundpfählen zu einer Arbeitsbrücke im Strome erreicht. Es wurden hierbei an einem Tage von einem Schiffe aus 34 Stück Pfähle mit je circa 300 g Pulver auf 1 bis 1,25 m Tiefe eingetrieben, wobei sich eine besondere Leichtigkeit in der Handhabung der Ramme herausstellte.

In Bezug auf die Wirkung dieser Pulverramme sei nach Angabe von Riedinger noch bemerkt, daß der vorerwähnte Maximaldruck während der Explosion von 40 g Holzpulver bei 1150 kg Bärge wicht circa 30 000 kg beträgt. Wenn die Anzahl Kilogramm meter bekannt ist, so kann man mit hinreichender Genauigkeit das nötige Pulverquantum berechnen; bei 1150 kg Bärge wicht darf das Arbeits-Äquivalent eines Gramm Pulver zu circa 600 kgm gesetzt werden.

Bedarf beispielsweise ein Pfahl von 1 cbm Inhalt zum Einrammen mittels Zugramme 951 Schläge bei 1,4 m Fallhöhe mit einem Bärge wicht von 336 kg, so entspricht dies einem Arbeitsaufwand von $951 \times 1,4 \times 336 = 447\,350$ kgm. Diese werden ersetzt durch $\frac{447\,350}{600} = 710$ g Pulver und erfordern mit Ladungen von je 35 g im ganzen $\frac{710}{35} = 20$ Schüsse.

Die Anschaffungskosten einer 8000 kg wiegenden Pulverramme betragen 4800 M.; Amortisation des Ankaufskapitals und Unterhaltung der Maschine kann mit 15 M. pro Tag veranschlagt werden. Diesen Preis forderte die Fabrik als Leihgebühr, ausschließlich des Transports von und nach Augsburg.

Beim Dresdener Elb-Brückenbau sind mit der Pulverramme hauptsächlich 19 cm starke, kantige Pfähle zu Spundwänden gerammt worden, wobei die Spitzen der Pfähle mit vierfedrigen schmiedeisernen Schuhen armiert waren.

Die Kosten betragen für 2,2 m Rammtiefe pro Pfahl:

| | |
|--|-------------|
| 1. Arbeitslohn | 2 M. — Pf. |
| 2. Patronen, 60 Stück à 10 Pf. | 6 „ — „ |
| 3. Benutzung der Ramme $\frac{15}{20}$ | — „ 75 „ |
| zusammen | 8 M. 75 Pf. |

Die größte Sorte dieser Pulverramme von Riedinger für 10 m Maximaltiefgang des Pfahls, 1150 kg Bärge wicht und 850 kg Mörserge wicht, kostet 11 400 M.⁷⁶⁾

⁷⁶⁾ Hannov. Wochenblatt für Handel u. Gewerbe. 1874. S. 381.

Zum Eintreiben von Pfählen kann auch Dynamit verwendet werden, indem auf den Pfahlkopf eine gusseiserne Platte gelegt und an der Oberfläche dieser Platte eine Dynamitpatrone zur Explosion gebracht wird. Versuche am Genfer See sollen gezeigt haben, daß zum Eintreiben einzelner Pfähle in geringe Tiefe dieses Verfahren, da es keinerlei Rüstung bedarf, zweckmäÙig sein könne.⁷⁷⁾

Zur besseren Übersicht über die mit den verschiedenen Rammen gemachten Erfahrungen möge die auf S. 456 und 457 stehende Tabelle dienen.

D. Wasserspülung und andere Methoden zum Eintreiben von Pfählen.

§ 53. Allgemeines über Eintreiben von Pfählen mittels Wasserspülung.

Das Eintreiben der Pfähle läÙt sich in vielen Fällen durch Wasserspülung wesentlich erleichtern, indem man mittels eines Wasserstrahls den Erdboden an dem ganzen Umfange des Pfahls und namentlich an der Spitze desselben aufweicht und unter Umständen sogar in eine flüssige Masse umwandelt. Die Pfähle dringen hierbei durch ihr eigenes Gewicht um einen großen Teil ihrer Länge in leichteren Boden ein, was natürlich nur so lange stattfinden kann, als der Auftrieb geringer ist als das Gewicht der Pfähle und der etwaigen Belastung. Zur Beschleunigung des Eindringens, oder wenn das Eigengewicht des Pfahls nebst der zweckmäÙig anzubringenden Belastung nicht mehr genügt, kann man durch leichte Rammschläge nachhelfen. Sehr zweckmäÙig ist die Anwendung der Wasserspülung, wenn in vielen Ecken und Winkeln gerammt werden muß, wobei die Anwendung schwerer Rammen, namentlich falls es einer Geleisanlage bedarf, sehr zeitraubend und kostspielig sein würde.

Das Verfahren der Wasserspülung läÙt sich jedoch nur anwenden, wenn der Boden aus gleichmäÙigem feinteiligen Moor oder Sand besteht, wobei höchstens geringe Beimengungen von Thon zulässig sind. In Torfboden mit starken Fasern oder in festerem Thonboden ist diese Methode nicht zu empfehlen, weil diese Bodenarten weniger leicht vom Wasser durchdrungen werden.

In dem als geeignet bezeichneten Boden besitzen die eingespritzten Pfähle später die gleiche Tragfähigkeit, wie ohne Wasserspülung eingerammte, da der durch den Wasserstrahl aufgeweichte Boden sich nach Einstellung der Wasserzuführung sehr bald wieder festschlemmt. In zweifelhaften Fällen ist es bei Tragpfählen aber doch anzuraten, entweder sie nicht bis auf ihre ganze Tiefe einzuspritzen und den letzten Teil in der gewöhnlichen Weise einzurammen, oder sich durch einige schwere Schläge von dem festen Stande der Pfähle zu überzeugen.

Einige Schwierigkeiten bereitet beim Einspritzen die Führung der Hölzer, denn da es kaum möglich ist, den Wasserstrahl so zu richten, daß der Boden genau in der Richtung der Längsaxe des Pfahls aufgewühlt wird, so entsteht für diesen fast ausnahmslos das Bestreben, nach der Richtung, wo der Wasserstrahl den Untergrund getroffen hat, sich zu verschieben. Namentlich wirkt dieser Umstand nachteilig, wenn es sich um die Herstellung dicht schließender Wände handelt. Das Eintreiben der Spundbohlen geschieht hierbei einzeln oder tafelförmig. In letzterem Falle dürfte wohl unzweifelhaft der dichteste Schluf zu erreichen sein, es ist hierbei jedoch nachteilig,

⁷⁷⁾ Eisenbahn. 1878. I. S. 31.