

entfernten senkrechten Hölzer *a* werden unten durch einen eisernen Bügel *e*, Fig. 5, verbunden, welcher mit seinen Enden die Axen zur Aufnahme der gußeisernen Räder *f* bildet. Diese Räder haben einen Durchmesser von 38 cm, sind je auf einer Seite mit einem eisernen Spurkranz versehen und dienen zur Führung der Bandsäge *g*, deren Enden durch die Haken *h* mit den nach dem Hebel *k* führenden Zugstangen *i* verbunden sind. Durch Justierungsschrauben bei *l* kann den Zugstangen und damit auch der Säge die nötige Spannung gegeben werden. Der 1,9 m lange Hebel *k* hat an beiden Enden Handgriffe von solcher Länge, daß zwei Mann bequem anfassen können. Die Befestigungspunkte der Zugstangen *i* an dem Hebel *k* sind 1,4 m von einander entfernt. Das Querholz *b*, welches den ganzen Apparat trägt, wird an den Enden durch die Lagerhölzer *m* unterstützt und unten leicht abgerundet, sodaß der Apparat schwingen kann. An dem oberen Ende der Vertikalhölzer *a* befindet sich ein eiserner Bügel *n*. Indem man mit dem in Fig. 3 rechts abgebrochen angegebenen Hebel über diesen Bügel *n* und unter das Querholz *b* faßt, kann man die Säge gegen den abzuschneidenden Pfahl drücken. Beim Gebrauch belastet man das äußere Ende des Hebels mit einem Gewicht, wodurch das Andrücken der Säge bewirkt wird. Zur Regulierung des Einschneidens befinden sich an dem bogenförmigen Bügel *e*, Fig. 4 u. 5, zwei Führungsstangen *o*, auf welchen die Querwelle *p* verschiebbar gelagert ist. Nur wenn und zwar in dem Mafse, in welchem man diese Querwelle von ihrer Anlage am Pfahl zurück bewegt, kann die Säge unter dem Drucke des Hebels vordringen. Die Verschiebung der Querwelle wird mittels der 16 mm starken Vertikalwelle *q*, welche oben ein Handrad *r* hat, bewirkt, indem ein unten an dieser Stange befindliches Zahnrad *s* in ein entsprechendes Zahnrad *t*, Fig. 4, eingreift.

Bei den erwähnten Arbeiten zu Nantes nahm das Abschneiden 38 cm im Quadrat starker Pfähle nur 3 bis 4 Minuten pro Pfahl in Anspruch und wurden täglich circa 40 Stück abgeschnitten, wobei 1 Vorarbeiter und 4 Mann mit dem Sägen und 1 Mann mit dem Aufsammeln der abgeschnittenen Pfahlenden beschäftigt waren. Das Schärfen der Säge wurde, wenn nicht etwa Nägel oder dergleichen in dem Holze sich befanden, erst notwendig, wenn etwa 40 Pfähle abgeschnitten waren.

## F. Ausziehen von Pfählen.

§ 64. Hebel oder Wuchtbaum. Der Hebel oder Wuchtbaum, Fig. 42, Taf. XXIII, die einfachste und gewöhnlichste Vorrichtung zum Ausziehen der Pfähle, besteht aus einem Rundpfahl, der an einem Ende mit einem kräftigen eisernen Haken versehen ist und sich auf einem fest unterstützten Lager dreht. Nachdem man durch eine Windevorrichtung den langen Hebelarm möglichst hoch gehoben hat, wird eine um den auszuziehenden Pfahl geschlungene Kette an dem Hakenende des Hebels befestigt und sodann der lange Hebelarm abwärts gezogen, um den Pfahl zu heben. Diese Arbeit wiederholt man so lange, bis der Pfahl genügend hoch gezogen ist.

Zur Erleichterung der Arbeit empfiehlt es sich, den Pfahl während des Ziehens durch kräftige Schläge mit einer Handramme zu erschüttern und dadurch die Adhärenz zwischen dem Pfahle und dem Boden zu lösen. Auf diese Weise lassen sich beim Ausziehen mit diesem Hebelapparate sehr gute Erfolge erzielen.

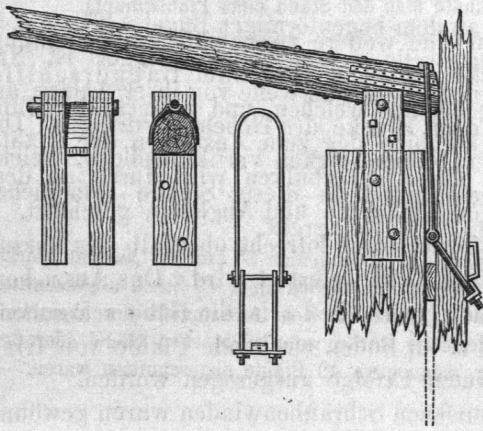
Bei dem Bau der Kaiserbrücke in Bremen wurde ein solcher Hebel mittels einer Dampf-ramme gehoben und durch Arbeiter, welche an einem Flaschenzuge wirkten, abwärts gezogen. Die ausziehenden Spundbohlen waren 3,3 m tief eingerammt, wobei sich die Kosten für das Ausziehen pro Spundbohle von  $19,3 \times 33$  cm Dicke auf 3,28 M. und pro m Spundwand auf rund 1 M. stellten.

**Greifring.** Fig. 28 auf Taf. XXIII zeigt einen Ring, welcher oben und unten mit einem Dorn versehen ist, der in den Pfahl eindringt. Derselbe ermöglicht in einfacher Weise die Befestigung der Kette an dem ausziehenden Pfahl, sowie ein leichtes Lösen derselben. Bei Anwendung dieses Rings ist es erforderlich, daß die ausziehenden Pfähle annähernd gleichen Durchmesser haben; bei schwächeren oder bereits mürbe gewordenen Pfählen drückt sich der Ring so tief ein, daß er eine mehr senkrechte Stellung einnimmt und entweder den Pfahlkopf abbricht oder trotz der Dorne an dem Pfahl heraufgleitet.

**Greifzange.** Zum Befestigen der Kette an den Pfahl kommen besonders für leichte Pfähle und Spundbohlen auch Zangen, siehe Fig. 16, Taf. XXIII, zur Anwendung.

Beim Bau der Ledabrücke bei Leer wurde zum Wegnehmen von Fangdämmen der in nebenstehenden Figuren skizzierte Wuchtapparat angewendet. Die Unterstützung des Hebels bestand aus einem mit Drehbolzen versehenen gabelartigen Bocke, der auf die benachbarte Bohle ohne weitere Befestigung aufgesetzt wurde. Das Hochgleiten der eisernen Schleife wurde durch eine Krampe verhindert, welche bei jedem Nachlassen der Bohle tiefer geschlagen werden mußte.

Fig. 19.



Mit diesem Apparate hat man 12,25 m lange, 19 cm starke und 29 bis 43 cm breite Bohlen ausgezogen, wobei die oberen Bodenteile aus Schlick, Klai und Sand und die unteren 1,7 m aus reinem Sande bestanden. Die Bohlen waren mit einem 850 kg schweren Bären bei 3,5 bis 5,8 m Fallhöhe eingetrieben und hatten bei den

letzten Schlägen nur wenige Centimeter gezogen. Bei den ersten Bohlen ermittelte man die zum Lösen erforderliche Kraft zu 40000 kg, indem mittels drei- und vier-scheibiger Flaschenzüge und 10,5 m langer Wuchtbäume, deren Hebelarme 43 cm bzw. 10,07 m lang waren, mit 18 Mann gezogen wurde. Die späteren Bohlen ließen sich erheblich leichter ausziehen, sodafs schließlic 5 Mann genügten und der Preis nach und nach von 7 M. auf 5 M. pro Bohle ermäßigt werden konnte; dieselben waren bei dem Ausziehen fast ganz unversehrt geblieben.<sup>97)</sup>

**§ 65. Schwimmende Gerüste zum Ausziehen von Pfählen.** Ist eine große Anzahl von Pfählen bei tiefem Wasser ausziehen, so empfiehlt sich die in Fig. 29 u. 30 auf Taf. XXIII dargestellte Vorrichtung, welche in San Francisco zum Ausziehen von Pfahlstümpfen mit gutem Erfolge angewendet wurde.<sup>98)</sup>

Auf einem 16 m langen, 8 m breiten und im belasteten Zustande 1,25 m tief gehenden Prahm von stärkster Bauart ist an einem Ende ein starker Ausleger errichtet, neben welchem eine kleine Ramme steht. Als Gegengewicht an dem anderen Prahmende dient ein großes Gefäß mit Wasservorrat, sowie das erforderliche Brenn-

<sup>97)</sup> Notizblatt d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1853—1854. S. 31.

<sup>98)</sup> Deutsche Bauztg. 1877. S. 344. Mit Abb. — Klassen, Fundierungen. S. 61. Mit Abb.

material. In der Prahmmitte ist ein stehender Röhrenkessel und eine horizontale Dampfmaschine von 20 Pferdekraften aufgestellt.

Der Prahm wird mit vier über Winden gehenden Tauen festgelegt. Der Ausleger besteht aus zwei circa 35 cm mittleren Durchmesser haltenden Rundhölzern, die von starken Schwellhölzern getragen werden, am oberen Ende etwa 13,5 m über Deckhöhe durch Taue verbunden und durch zwei nach dem hinteren Ende des Prahms gehende, an dem Kopfe des Auslegers befestigte Drahtseile gehalten sind. Oben hängt ein vierscheibiger Flaschenzug von 25 cm Scheibendurchmesser und befindet sich hinter demselben eine Einzelrolle von gleichem Durchmesser, über welche ein 12 cm starkes Zugtau nach der Windetrommel der Maschine läuft. Am unteren Block wird eine eiserne Zugstange mit Kette eingehängt; die Zugstange ist je nach der Wassertiefe 3 bis 4,5 m lang und 5 cm stark, während die Kette etwa 3 m Länge und 38 mm Stärke hat.

Bei einer Bedienung von neun Mann wurden mit dieser Maschine pro Tag zu 10 Arbeitsstunden 40 bis 42 Pfahlstümpfe bei tiefem Wasser ausgezogen. Zum Aufsuchen der Stümpfe bediente man sich langer Eisenstangen, welche dicht über der Spitze einen kreuzenden Stab von 1,25 m Länge hatten. Durch das Anstoßen dieser Kreuzstange erkannte man den Stand eines Pfahlstumpfs.

Fig. 39 bis 41 auf Taf. XXIII stellen eine weitere zweckmäßige Vorrichtung zum Ausziehen von Pfählen in tiefem Wasser dar. Es sind zwei Baggerschiffe durch starke Balken *a* mit einander verbunden, auf welchen, und zwar in der Mitte eines jeden Schiffs, ein kleiner Bock zur Aufnahme des zum Ausziehen der Pfähle dienenden Querbalkens *c* aufgestellt ist. Dieser Querbalken wird durch an den Böcken *b* befestigte Führungshölzer *d* gegen Umkanten und Abgleiten geschützt.

Auf den Querbalken *c* sind wiederum Querhölzer lotrecht oberhalb des ausziehenden Pfahls gelegt, woran derselbe mittels Kette befestigt wird. Das Ausziehen wird nun durch 4 Schraubenwinden *e*, die den Querbalken *c* in die Höhe schrauben, bewirkt. Mit dieser Vorkehrung sind etwa 4 m im Boden steckende Pfähle von Eisbrechern in der Weser bei Bremen mit gutem Erfolge ausgezogen worden.

Die in Bremen zur Verwendung gekommenen Schraubenwinden waren gewöhnlicher Konstruktion, sind aber wegen des langsamen Arbeitens weniger zweckmäßig als die in Fig. 44 u. 45 auf Taf. XXIII dargestellte verbesserte Schraubenwinde von Ball. Die Winde hat die Eigentümlichkeit, daß die rechtsgängige Schraubenspindel hohl und im Innern mit einem linksgängigen Muttergewinde versehen ist, in welchem sich eine zweite Spindel bewegt. Eine Drehung der äußeren Spindel nach links hat nicht allein ein Aufsteigen dieser Spindel aus dem festen Gehäuse zur Folge, sondern es hebt sich, der Drehung des Muttergewindes dieser äußeren Spindel entsprechend, auch die innere Schraubenspindel, wobei die oben befindliche Klaue durch die Last fest gehalten wird. Bei gleicher Ganghöhe beider Schrauben ist mithin die Hebezeit nur halb so groß, als wenn die äußere Schraube allein angewandt wird, ohne daß der Vorteil der Selbstsperrung aufhört. Die Drehung der Schraubenspindel wird durch den in Fig. 45 dargestellten Schlüssel bewirkt.<sup>99)</sup>

Für diesen Zweck sehr geeignet ist auch Zobel's Differential-Schraubenwinde, womit man je nach der Größe des Widerstandes mit langsamer oder schnellerer Gangart arbeiten kann.<sup>100)</sup>

<sup>99)</sup> Deutsche Bauztg. 1880. S. 236. Mit Abb. Fabriziert wird diese Schraubenwinde von Alb. Bridges, 46 Portland-street, New-York City.

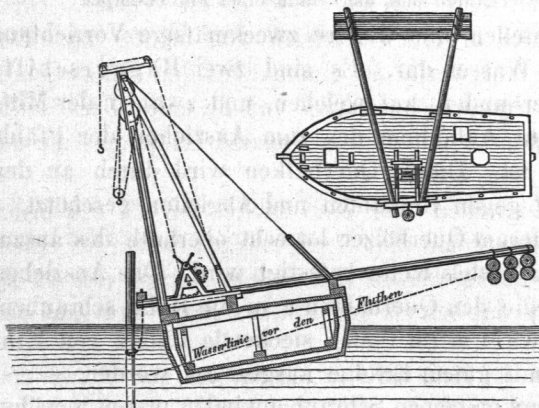
<sup>100)</sup> Dingl. polyt. Journ. 1880 III. S. 276. Mit Abb.

Statt der Schraubenwinden kann man auch kleine hydraulische Presspumpen, wie in Fig. 35 angegeben, verwenden. Will man mit einer solchen Presspumpe direkt auf den Pfahl wirken, also ohne die in Fig. 39 bis 41 angegebenen Vorkehrungen, so erhält der Kolben einen ungleicharmigen Hebel, dessen längerer Arm festgebunden und an dessen kürzerem Arme die Pfahlkette befestigt wird.

Das Ausziehen der Pfähle kann auch dadurch bewirkt werden, daß man die Schiffe zunächst mit Wasser füllt und nach Befestigung der Pfahlkette an den Pfählen wieder ausschöpft; in diesem Falle kann das auf den Schiffen aufgebaute Gerüst durch einfache Querbalken ersetzt werden.

**§ 66. Ausfluten von Pfählen.** Sehr vorteilhaft zum Ausziehen der Pfähle, namentlich wenn es sich um große Widerstände handelt, ist an betreffenden Orten die Benutzung der wechselnden Wasserstände bei Ebbe und Flut, indem man die Pfähle bei Niedrigwasser an über zwei Schiffe gelegte Querbalken befestigt und mit der Flut hochtreiben läßt, welches Verfahren Ausfluten genannt wird.

Fig. 21.



Zum Ausfluten von Pfählen aus feinem Trieblande wurde in Kuxhafen mit großem Erfolge die nebenstehend skizzierte Einrichtung benutzt.

Mittschiffs ist eine leichte Ramme mit geschlitzter Läuferrolle, in der sich zwei Scheiben befinden, aufgestellt. Über diesen Scheiben läuft die 16 mm starke Kette der mit 50-facher Übersetzung versehenen Winde und trägt unten eine Rolle, sodafs die aus 4 Mann bestehende Prahmbesatzung mittels der Winde einen

Zug von 5000 bis 7500 kg ausüben konnte. Eine zweite Kette von 13 mm läuft über den Triezkopf der Ramme und kann an Stelle der vorerwähnten Kette um die Windetrommel gelegt werden. Zu beiden Seiten der Winde sind zwei Bäume von 53 cm mittlerem Durchmesser schräg auf das Fahrzeug gelegt und an dem Wipfelende mit Ketten durch Ringbolzen am Deck befestigt. Über den vorderen Enden liegt ein 31/35 cm starkes Eichenholz zum Befestigen der Hebekette, während an dem anderen Ende 6 m aufsenbords die aus Bäumen bestehende Gegenlast angebracht ist.

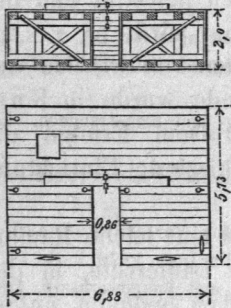
Über der Mitte des erwähnten Eichenholzes hängt eine 38 mm dicke Kette, deren beide Enden durch gröfsere, besonders geformte Glieder gebildet werden. Eines dieser Glieder trägt einen Haken und ein zweites ebenso geformtes Glied, welches mit dem gleichen Gliede des anderen Kettenendes durch eine 1 cm dicke und 20 bis 25 m lange, etwa 30 mal sorgfältig durchgezogene Leine verbunden wird. Eine gleichfalls 38 mm dicke Kette wird in Form einer Schlinge um den auszuziehenden Pfahl und mit ihrem oberen gröfsere Gliede über den Haken der vorerwähnten Kette gelegt.

Nachdem die Kette bei Niedrigwasser an dem Pfahl befestigt worden, wird beim Aufsteigen des Wassers der Prahm auf der Pfahlseite tiefer tauchen und das bis dahin schwimmende Gegengewicht aus dem Wasser heben. Beginnt der auszu-

ziehende Pfahl sich zu heben, so wird auch die Windekette umgeschlungen und mit der Winde angezogen. Sobald die Kraft an der Kettenwinde allein genügt, wird der Pfahl unabhängig von dem Steigen des Wassers hoch gezogen. Ist der Pfahl ganz ausgezogen, so wird die über den Triezkopf geführte Kette möglichst nahe dem Schwerpunkte an dem Pfahle angebracht und letzterer flach auf das Wasser gelegt.

Bei einem Flutwechsel von etwa 2,8 m und einer Dauer von 5 Stunden 34 Minuten haben auf diese Weise bei einer Tide im günstigsten Falle zwei Pfähle ausgezogen werden können. Es ist aber auch vorgekommen, daß die Pfähle fest sitzen blieben, infolge dessen schließlic der Apparat von dem ausziehenden Pfahl gelöst werden mußte, was durch Kappen der zur Verbindung der Kettenglieder dienenden Leine rasch bewirkt werden konnte.

Fig. 22.



In dem Falle, wo der von diesem Apparat ausgeübte Zug von 43 750 kg nicht genügt, wurde ein hölzerner, im Innern stark verstreber Luftkasten, wie derselbe in nebenstehenden Figuren dargestellt ist, verwendet. Der Kasten kostete 2700 M. und lag leer 0,43 m im Wasser. Ganz eingetaucht hatte er einen Auftrieb von 59 000 kg. Der auszuflutende Pfahl wurde an einem über den Schwerpunkt des Kastens gelegten Eichenstamm von 36 und 40 cm Stärke befestigt und konnte mit diesem Apparat bei jeder Tide um etwa 1 m gehoben werden.

Für die Zugketten war eine Dicke von 45 mm erforderlich, da bei drei aufeinander folgenden Tiden die 38 mm starken Ketten bei einem Zug von 40 000 bis 45 000 kg rissen. Auch die 45 mm dicken Ketten von 46 kg Gewicht pro Meter zerrissen wiederholt, da bei einigen Pfählen sogar ein Zug von 55 000 kg ausgeübt werden mußte.

Durch Versuche wurde konstatiert, daß ein Pfahl von 1 m Umfang, der nur 23 Tage lang 4,8 m tief im Grunde gestanden, 7823 kg Zug erforderte. Mehrere Rundpfähle von etwa 0,43 m mittlerem Durchmesser, die 10 oder 20 Jahre ebenso tief gestanden hatten, erforderten 23 500 beziehungsweise 28 750 kg, ein Stumpf aber, der 50 Jahre und länger im Grunde gesteckt haben mag, konnte selbst bei 43 750 kg Zug nicht gerührt werden. Durch zehn Versuche wurde festgestellt, daß Pfähle, welche um 0,57 m gehoben waren, im Mittel nur noch 12 000 kg und daß Pfähle, welche bereits 0,86 m gehoben waren, im Mittel nur noch einen Zug von 10 425 kg erforderten.<sup>101)</sup>

Nach Ermittlungen bei der Maasbrücke in Rotterdam betrug der Widerstand gegen Ausziehen bei Pfählen, welche 6,5 bis 12,5 m in Thon eingetrieben waren, pro qm der Oberfläche im Mittel 1860 kg, wobei 1247 kg der geringste und 2082 kg der größte gefundene Widerstand war.<sup>102)</sup>

Zur Erleichterung des Ausziehens der Pfähle kann namentlich bei sandigem Boden, ebenso wie bei dem Einrammen der Pfähle, die Wasserzuführung wesentliche Dienste leisten, indem man den Wasserstrahl mittels eines an einem Schlauch befestigten dünnen Rohrs an dem Pfahl herunterführt und den Boden aufweicht.

<sup>101)</sup> Deutsche Bauztg. 1879. S. 340.

<sup>102)</sup> Zeitschr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1875. S. 89.

## Litteratur.

- Becker. Allgemeine Baukunde des Ingenieurs. Stuttgart 1865.  
 Hagen. Handbuch der Wasserbaukunde. 1. Teil. Die Quellen. I. Bd. 3. Aufl. Berlin 1869.  
 Rühlmann. Allgemeine Maschinenlehre. IV. Bd. Braunschweig 1875.  
 Haquard. Annaire 1876 de la société des anciens élèves des écoles nationales d'arts et métiers. Separat-  
 ausgabe unter dem Titel: Nouveaux systèmes de battage des pieux et types de sonnettes par E. Ha-  
 quard. Paris, J. Depey et Comp.\*)  
 Rziha. Eisenbahn-Unter- und Oberbau. Wien 1877.  
 Deutsches Bauhandbuch. III. Bd. Baukunde des Ingenieurs. Berlin 1879.  
 Powell. Foundations for all classes of buildings, pile-driving etc., by F. Baumann. New-York (London) 1879.  
 Klasen. Handbuch der Fundierungsmethoden. Leipzig 1879.  
 Weisbach. Zwischen- und Arbeitsmaschinen. 2. Abt. 2. Aufl. Braunschweig 1880.

Gründungen beim Bau der Brücke über die Warthe in der Stargard-Posener Eisenbahn. Allg. Bauzeitg.  
 1852. S. 94.

J. W. Lahmeyer. Beiträge zu einer auf Versuche gegründeten Rammtheorie. Der Ingenieur Bd. 2. S. 257.  
 Sonne. Bau der Fulda-Brücke bei Kragenhof. Leistungen von Zug- und Kunstrammen. Zeitschr. d. Hannov.  
 Arch. u. Ing. Ver. 1858. S. 160—168.

Köpcke. Steuerfreie Niederlage zu Harburg. Rammarbeiten. Leistungen von Zug- und Kunstrammen. Zeit-  
 schr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1860. S. 272 u. 278.

Vorschlag, zur Vermeidung der Zerstörung der Pfähle, ähnliche Einrichtungen wie bei Pulverrammen zu  
 treffen. Journal of the Franklin Inst. 1869 II. S. 288.

Focke. Tragkraft hölzerner und eiserner Pfähle. Zeitschr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1870. S. 420.

Pulverramme mit selbstthätigem Einbringen der Patrone. Journ. of the Franklin Inst. 1870 I. S. 11.  
 G. Franzius. Rammresultate und Vergleiche. Zwick's Jahrbuch, 1875. S. 443 und Baugewerksztg. 1875.  
 S. 209.

Weber. Graul's Rammen. Zwick's Jahrbuch, 1875. S. 437.

Rühlmann. Dampfammen. Geschichtlicher Überblick. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1875. S. 235.

Riedinger's Pulverramme. Zwick's Jahrbuch, 1875. S. 600.

Hurtzig. Tragkraft eingerammter Pfähle. Formel von Rankine. Engng. 1878 II. S. 141.

Dampfamme von 1100 kg Bärge wicht, zur Fundierung der Rheinbrücke bei Koblenz. Zeitschr. f.  
 Bauw. 1881. Bl. 23.

Bohrungen und Rammungen unter Anwendung von Druckwasser. Deutsche Bauztg. 1873. S. 92. — Zwick's  
 Jahrbuch, 1873. S. 543.

Rammen mit Spülwasser bei Bauten in Calais. Ann. d. ponts et chaussées, 1878 I. S. 74.

Bücking. Einspritzen hohler Scheibenpfähle für eine Drehscheibe auf Bahnhof Bremen. Deutsche Bau-  
 ztg. 1878. S. 168.

Wieck. Eintreiben von Pfählen mittels Wasserzuführung. Deutsche Bauztg. 1879. S. 468.

Ausführung einer eisernen Gitterbrücke auf Schraubenpfählen. The Civ. Eng. and Arch. Journal, 1867.  
 April.

Einschrauben von Pfählen mittels Maschinenkraft. Journal of the Franklin Inst. 1870 I. S. 14.

Kennard. Apparatus for sinking screw piles. Engng. 1872 II. S. 229.

Einschrauben von Pfählen beim Bau der Brücke bei Vonneuil über die Vienne. Nouv. ann. de la constr.  
 1879. Nov. S. 162.

Ausziehen von Pfählen. Ann. des ponts et chaussées, 1874. III. — Zwick's Jahrbuch, 1875. S. 601.

Wegsprengen von Pfählen. Zwick's Jahrbuch, 1875. S. 601. — Journ. of the Franklin Inst. 1871. S. 75.  
 Schwimmender Apparat für das Ausziehen von Pfählen bei der Donauregulierung. Engng. 1878 II. S. 235.

\*) In dieser Beschreibung der Graul'schen Ramme ist auffälliger Weise der Name des Erfinders verschwiegen;  
 vergl. hierüber Civilingenieur, 1878. S. 547, übrigens Fußnote 37 dieses Kapitels.