

DER  
**GRUNDBAU.**

ZUSAMMENGESTELLT

VON

**F. SCHWARZ,**

PROFESSOR AN DER KÖNIGL. BAU-AKADEMIE ZU BERLIN.

---

XXIV TAFELN  
MIT TEXT.

---

**BERLIN.**

VERLAG VON ERNST & KORN.

(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.)

1865.



## I. Abschnitt.

# Grundbau.

Das Fundament (die Grundlage) der soliden Bauwerke muß einen sichern Stand auf dem natürlichen Erdreich (dem Baugrund) gewähren. Hierzu ist 1) vorzugsweise hinreichende rückwirkende Festigkeit des Baugrundes gegen die Last des Bauwerks erforderlich; es muß durch diese Last keine, oder doch nur geringe und dann jedenfalls gleichmäßige Zusammendrückung des Baugrundes eintreten; wozu angemessene Beschaffenheit des Erdreichs, Verbreiterung des Fundamentes, resp. der einzelnen Theile desselben, und bei verschiedentlicher Belastung derselben verhältnißmäßige Verbreiterung nöthig; das Fundament selbst, wesentlich Mauerwerk, jedoch auch nebst Rost, Caisson, Beton etc. etc., ist entsprechend herzustellen. Bei Bauwerken, welche aufer der lothrechten Last einen Seitendruck erleiden, muß gegen den gesammten (schrägen) Druck die Widerstandsfähigkeit von Baugrund und Fundament bemessen werden.

Falls ein Bauwerk auf einen Erdabhang zu stellen, muß das Ausweichen der Erde nach der Seite hin verhütet werden. Endlich kömmt es vor, daß ein selbst fester Baugrund in größerer Tiefe auf geneigten und schlüpfrigen Erdschichten ruht, worauf durch die Last des Bauwerks ein Abgleiten möglich; dies ist zu vermeiden. Die Festigkeit des Baugrundes, die gewöhnlich in angemessener Tiefe (durch Vertiefung) des Erdreichs zu erlangen ist, muß auch für die Folge nicht beeinträchtigt werden: durch äußere Angriffe, Verwittern, Ausspülen mittelst Quellen und hindurchfließendem Wasser etc.; besonders aber ist bei den Wasserbauwerken durch äußeres bewegtes Wasser ein Unterspülen des Fundaments zu fürchten. Hiergegen ist das Fundament entsprechend tief zu setzen, vorzugsweise aber sind 2) sichere Umschließungen (Spundwände, Steinschüttung, Pfahl- und Faschinenwerke) anzuwenden, die zu dem eigentlichen Fundament (ad 1) hinzukommen.

Das Folgende enthält:

- 1) eine Uebersicht der gebräuchlichen Gründungsarten,
- 2) die Beschreibung der einzelnen Gegenstände des Grundbaues,
- 3) die speciellere Darstellung der Gründungen selbst.

### 1. Uebersicht der Gründungsarten.

Die verschiedenen Gründungsarten werden bestimmt: vorzugsweise nach der Beschaffenheit des Erdbodens, dann aber

auch nach dem Vorhandensein des Wassers. In Rücksicht des ersteren sind folgende drei Fälle zu unterscheiden:

I. Bereits in geringer Tiefe des Bodens findet sich fester Baugrund, auf den unmittelbar das Fundament-Mauerwerk zu setzen ist. Als solcher Baugrund gilt im Allgemeinen: Felsen, Kies und fester Sand, ferner wo kein Durchweichen vom Wasser eintritt, Thon, Lehm und alle Mischungen zwischen Sand und Thon; wohingegen leichter Sand und durchnäster Thon etc. unsicherer, Humuserde, Torf- und Brucherde aber, ferner Bauschutt unter allen Umständen schlechter Baugrund, ohne gehörige Festigkeit sind.

II. Der feste Grund findet sich erst in größerer Tiefe (innerhalb weiter Grenzen 10 bis 50' unter der Erdoberfläche, wovon später), und ist derselbe mittelst Pfählen resp. Pfeilern etc. zu erreichen.

III. Der feste Grund lagert in noch beträchtlicherer Tiefe, und ist selbst durch die Mittel ad II nicht zu erreichen.

Hinsichtlich des Wassers finden ebenfalls drei Fälle statt:

A. Es findet sich bei der Fundirung kein Wasser vor; dies ist gewöhnlich im Landbau der Fall.

B. Es findet sich das Wasser vor, das aber auszuschöpfen ist, um die Gründung auf die ad A zurückzuführen. Wenn nun beim Ausgraben sich Wasser zeigt (Grundwasser), ist dies einfach auszuschöpfen; wenn aber, wie bei den Wasserbauwerken fast immer, die Erdoberfläche unter Wasser liegt, ist die Baustelle mit Fangdämmen zu umschließen, um innerhalb derselben zunächst auszuschöpfen, dann die weiteren Arbeiten vorzunehmen. Um an Kosten zu sparen, wählt man zur Ausführung möglichst die Zeiten der niedrigen Wasserstände.

C. Es ist das Wasser vorhanden, aber nicht auszuschöpfen; dies nämlich, falls Fangdämme und Ausschöpfen zu beschwerlich und kostspielig sind, besonders aber falls durch das Schöpfen der Baugrund auf bedenkliche Weise aufgelockert werden würde. In diesem Falle ist also in das Wasser hinein zu fundamentiren; jedoch ist gewöhnlich eine umgebende Schutzwand nöthig, innerhalb welcher ruhiges Wasser.

Die Fälle I—III und A—C combinirt, ergeben sich neun Fälle, für welche die folgenden Gründungen angemessen sind;

- I. A. Mauerwerk ohne Weiteres.
- B. Desgleichen.
- C. a. Beton,
- b. trockenes Mauerwerk,
- c. Steinschüttung.

II. A. Brunnen oder Pfeiler nebst Erdbögen.

- B. Tiefliegender Pfahlrost (Rost mit Grundpfählen).  
 C. a. Senkkasten mit Grundpfählen,  
 b. desgleichen mit Langpfählen,  
 c. hochliegender Pfahlrost (Rost mit Langpfählen),  
 d. Pfahlrost mit Beton,  
 e. Eiserner Senkröhren.

III. A. Verbreiterung, nebst:

- a. Schwellrost,  
 b. Sandschüttung,  
 c. Beton,  
 d. verkehrten Gewölben,  
 e. Verdichtung.  
 B. a. Pfahlrost wie II B,  
 b. wie III A,  
 C. a. wie II C,  
 b. Steinschüttung.

Zu dieser Uebersicht folgen die nöthigen Erläuterungen, dazu Tafel 1.

ad I A., ist einfach bis zum festen Grund hinab zu graben, die Sohle der Grube ist (gewöhnlich horizontal) zu ebenen (Figur 1), schräger Felsgrund abzutrepfen (Figur 2), und darauf das Fundamentmauerwerk gehörig verbreitert aufzuführen. Wenn auch festes Erdreich bis oben hin ist, geht man gewöhnlich doch 3—4 Fuß hinab, um den Grund der äußern Beschädigung, ferner der Einwirkung des Frostes und der oberen Wasseradern zu entziehen.

ad I B., falls nur Grundwasser vorhanden, ist dies mit dem Ausgraben gleichzeitig auszuschöpfen; falls aber Fangdämme nöthig, entweder theilweise, längs eines Ufers (Fig. 3), oder ringsum (Fig. 4), so sind diese zunächst herzustellen, dann ist zu schöpfen, auszugraben, und stets das Fundament wie ad A aufzuführen, wobei das Schöpfen fortzusetzen. Nachher Verfüllen des Fundaments etc. (wie auch ad A), Fortnahme der Fangdämme.

ad I C., tritt anstatt des Ausgrabens Ausbaggern des Erdreichs bis zum festen Grunde ein; demnächst gründet man gewöhnlich a) mit Beton, einer Mischung von Steinstücken und hydraulischem Mörtel, die unter Wasser zu Mauerwerk erhärtet. Selbige wird ins Wasser geschüttet, vorsichtig und jede Bewegung des Wassers möglichst vermeidend, welche den Mörtel ausspülen würde. Dazu ist in bewegtem (fließendem oder Wellen schlagendem) Wasser die schon gedachte Schutzwand nöthig. Ferner ist zur Verhütung künftiger Unterspülung eine umgebende Spundwand herzustellen, bis zu welcher die Ausbaggerung und die Betonschüttung auszudehnen; diese Spundwand (Fig. 8 und 9), bis über Wasser reichend (event. unter Wasser abzuschneiden), kann die erstere Schutzwand entbehrlich machen. Auf dem Lande (mit Grundwasser) können zur Begrenzung des Betons Erdwände oder Brettwände dienen (Fig. 5).

Zuweilen wird der Beton bis zum Wasserstand hinauf geführt und darauf ohne Weiteres das regelmäßige Mauerwerk gesetzt (Fig. 6); häufiger ist der Beton in geringerer Dicke (als Betonsohle) herzustellen, worüber, um zu mauern, auszuschöpfen ist, nachdem der Beton erhärtet und der obere Raum wasserdicht umschlossen; als Umschließung dienen seltener gewöhnliche Fangdämme (Fig. 7), zuweilen die Spundwände (Fig. 8), die dazu zu dichten, häufig aufgesetzte Betonfangdämme (Fig. 9). Falls die Spundwände festzustellen nicht möglich (in bewegtem Wasser auf Felsgrund), versenkt man, zuerst ein festes Gerippe mit doppelten Gurthölzern (Zwingen), zwischen denen die Spundpfähle einzusetzen (Fig. 10).

b. Anstatt des Betonfundaments wird bei geringer Wassertiefe zuweilen ein trockenes Mauerwerk hergestellt, ein-

fach in mehreren Schichten roher Quadern, die regelmäßig in Verband übereinander versenkt werden (Fig. 11).

c. in sehr tiefem Wasser dagegen ist zuweilen eine unregelmäßige Steinschüttung angewendet, worauf (wie ad b) über dem Wasser das regelmäßige Mauerwerk zu setzen (Fig. 12.) Diese Steinschüttung muß beträchtliche Böschungen erhalten, welche viel Material erfordern, gleichwohl wenig solide sind, und das Wasserprofil nachtheilig beschränken; daher sie nur im Nothfall, wenn die regelmäßige Gründung nicht ausführbar (in tiefem, bewegtem Wasser), zu billigen ist (siehe ad III B).

ad II A. Wenn der feste Grund in beträchtlicherer Tiefe ansteht, kann man Pfeiler etc. hinabführen, und auf diese zur obern durchgehenden Unterstüzung Erdbögen setzen (Fig. 13); dadurch spart man an dem Mauerwerk, welches ein durchgehendes Fundament erfordern würde. Die Pfeiler, ein durchgehendes Fundament erfordern würde. Die Pfeiler, entsprechend verteilt und verbreitert (tragfähig auf dem festen Grunde), sind am besten in regelmäßigem Mauerwerk aufzuführen, wozu zuvor hinabzugraben, geringes Grundwasser auszuschöpfen ist. Vorzugsweise aber treten die Pfeiler nebst Erdbögen etc. in beweglichem, flüssigen Erdreich ein (eigentlich ad C gehörig), welches einerseits Ausschöpfen nicht gestattet, andererseits Einsenken der Pfeiler möglich macht; hier stellt man für jeden Pfeiler eine viereckige hölzerne Röhre auf (von Brettern mit Leisten zusammengenagelt, außerhalb glatt, unten zugeschärft), aus welcher das Erdreich ausgebagert, zugleich die Röhre mittelst oberer Belastung eingedrückt wird, bis zum festen Grunde (Fig. 14); demnächst ist die Röhre mindestens bis zum Wasserstand mit Beton, darüber mit Mauerwerk auszufüllen. Anstatt des Vorigen werden auch die sogenannten Senkbrunnen angewendet (Fig. 15), hohle gemauerte Cylinder auf unterm hölzernem, zugeschärftem Kranz, die, indem wieder die innere Erde auszubaggern, durch ihr Eigengewicht (nöthigenfalls nebst Belastung) einsinken, und oben successive höher gemauert werden; demnächst Ausfüllen.

ad II B, Pfahlrost. Hier erreicht man den festen Boden mit den Spitzen eingerammter Pfähle, welche demnach, ähnlich wie vorher die Pfeiler etc., die Last des Bauwerks auf diesen festen Boden übertragen. Die Pfähle werden in angemessener Höhe abgeschnitten, mit einem Holzbelag überdeckt, worauf das Mauerwerk zu beginnen. Da der Belag zur Verhütung des Verfaulens künftig unter dem Wasser bleiben muß, so ist dies behufs der Ausführung, bis auf ein Geringes unter den Belag zu senken (auszuschöpfen), und hierzu zuvor die Baustelle zu umschließen (Fig. 17). Am solidesten ist, den Belag in die Höhe des Grundbettes (Flußbett, Hafensohle) zu bringen; bei höherer Lage würde verhältnißmäßig nur geringe Kostenersparung eintreten, da doch die Einrichtungen des Umschließens und Wasserschöpfens nöthig.

ad II C. a. Senkkasten (Caisson), wasserdicht von Holz angefertigt, wird auf die Köpfe der unter Wasser abgeschnittenen Pfähle gestellt, und darin das Mauerwerk aufgeführt (Fig. 18); der Boden des Kastens dient als Rostbelag, die Wände sind nachher fortzunehmen. Am besten ist wieder, den Boden in die Höhe des Grundbettes zu bringen.

b. Einige Kostenersparung tritt durch Anwendung eines niedrigeren Caissons ein (Fig. 19);

c. mehr, wenn man anstatt des Caissons einen Rostbelag bis ein Geringes unter den Wasserstand versenkt (Fig. 20), und darauf die ersten Mauerschichten, wie ad I C b, trocken versetzt.

Allgemein ist als wichtig zu bemerken, daß hier wie

in sonstigen Fällen, alles Holzwerk der Roste, Spundwände etc. behufs der Dauer künftig stets unter Wasser bleiben muß; und legt man es, falls nicht schon aus andern Gründen eine tiefere Lage nöthig, ungefähr 2 Fufs unter den bekannten niedrigsten Wasserstand, um auch für einige, etwa in späterer Zeit mögliche Senkung des Wassers Sicherheit zu haben.

Bei den Langpfählen ad *b* und *c* sind die Zwischenräume möglichst solide auszufüllen: mit Steinschüttung, besser Beton zwischen Spundwänden, weniger gut mit Faschinen. Bei Bauwerken mit Seitenschub ist die Stabilität allenfalls mittelst Verankerung, Verstrebung (Fig. 21) etc. zu sichern.

*d.* Man kann (Fig. 22) zwischen die eingerammten Pfähle Beton schütten, der wasserdicht, darauf und nach Umschließung (etwa Dichtung der Spundwände) ausschöpfen, um die Pfähle abzuschneiden, den Rost zu legen etc. Oder (Fig. 23) man schneidet die Pfähle unter Wasser ab, schüttert Beton bis über die Pfahlköpfe (kein Rostbelag) u. s. w. Hierdurch spart man stets an Wasserschöpfung.

*e.* In den schwierigsten Fällen des Untergrundes und des Wassers, hat man in neuerer Zeit für wichtige Bauwerke die Gründung mittelst eiserner Senkröhren bewirkt; selbige mit Sicherheit auf beträchtliche Tiefe hinabzuführen, ist dagegen umständlich und kostspielig, gleichsam nur Ausnahme gegen die übrigen Gründungsarten. Die Röhren (zuweilen weitere Kästen ohne Boden), von Gußeisen oder Schmiedeeisen, werden successive in Stücken auf einander gesetzt (Fig. 16), und ähnlich den Senkbrunnen (Fig. 15), bis auf den festen Grund gesenkt, gehörig gehalten und geleitet, indem die lose Erde aus dem Innern herausgeschafft wird; nachher Ausfüllen mit Beton etc., oben Ueberdeckung mit Bögen, häufiger mit Rostwerk, oder andere Endigung (s. später). Das Einsenken geschieht entweder 1) mit Ausbaggern (die Röhre oben offen), oder 2) indem die Luft ausgepumpt wird (atmosphärische Gründung), hierzu enge Röhren von ca. 1 Fufs Durchmesser, am häufigsten und vortheilhaftesten aber 3) indem umgekehrt die Luft im Innern comprimirt wird, wodurch, wie unter der Taucherglocke, das Wasser entfernt bleibt, und man auf dem Grunde graben, nachher mauern kann, wozu weite Röhren (von 6 Fufs und mehr Weite). Ad 2 und 3 ist Dichtigkeit der Röhre nöthig, wozu namentlich das Eisen angemessen.

Anstatt des vollen Fundamentmauerwerks (ad I), greift man gewöhnlich zu den Hilfsmitteln der Pfeiler und Pfähle, wenn der feste Grund tiefer als 10 Fufs unter der Erdoberfläche steht; bei sehr wichtigen Bauwerken ist man ausnahmsweise mit vollem Fundament noch tiefer hinabgegangen, so bei der Kettenbrücke zu Pesth bis 25 Fufs unter das Flussbett. Die Pfeiler und Senkbrunnen sind häufig bis auf 30 Fufs tiefen, festen Grund hinabgetrieben; die Pfähle können eine Länge von 50 Fufs erreichen. Die eisernen Senkröhren endlich sind öfters noch tiefer gesenkt, so bei der Eisenbahnbrücke zu Kehl (eiserne Senkkasten ohne Boden) bis 20 Meter unter dem Flussbett tief.

ad III A. Wenn ein fester Baugrund in keiner noch angemessenen Tiefe, auch nicht mit den angegebenen Hilfsmitteln erreicht werden kann, so ist man gezwungen, auf dem preßbaren Erdreich in nur mäßiger Tiefe zu gründen. Hier nach ist gewöhnlich ein oft schädliches Setzen des Bauwerkes nicht zu vermeiden. Man hat dagegen, je nach den Umständen, und mit größter Sorgfalt, anderweitige Hilfsmittel in Anwendung gebracht, und dies öfters mit gutem Erfolg. Als wichtiges Hilfsmittel erscheint zunächst große Verbreiterung des Fundamentes, um pro Flächeneinheit des Grundes eine

geringere Widerstandsfähigkeit zu beanspruchen. Zugleich auch angemessene Vertiefung, die theilweis schon durch die Verbreiterung bedingt wird, ferner auf widerstandsfähigere (durch die obere losere Erde comprimirt) Erdschichten führt. Demnach wendet man an:

*a.* Den liegenden oder Schwellrost (Fig. 27), eine Verbindung von Quer- und Langschwellen mit Bohlenbelag, worauf das Mauerwerk namentlich in großer Verbreiterung und gehörig solide, in Zusammenhang bleibend aufzuführen ist. Der Rost muß der Dauer wegen mindestens im Wasser verbleiben, daher er eigentlich ad *B* gehört.

*b.* Sandschüttung (Fig. 24). Diese, gehörig dicht von scharfem Sande hergestellt, erleidet ihrerseits nur geringe und gleichmäßige Compression, während sie bei geeigneter Dicke und entsprechender Breite den Druck des Bauwerks auf eine größere Fläche des Erdgrundes vertheilt, auch über losere Stellen desselben auf festere überträgt.

*c.* Man kann auch, etwas kostspieliger, anstatt des Sandes eine gehörig dicke und breite Betonschüttung nehmen.

*d.* Bei Gebäuden mit Zwischenräumen spannt man zwischen die Fundamenttheile verkehrte Gewölbe, die dann mittragen. Dies geschieht zuweilen bei Gebäuden des Landbaues auf weichem Grunde (Fig. 25); ferner gehören hierher die Heerdgewölbe in kleineren Brücken, in Schleusen, Tunneln, welche zugleich anderweitigen Zweck haben.

*e.* Zuweilen wird ein weicher Grund verdichtet zu größerer Tragfähigkeit, um nachher das Fundament entweder unmittelbar aufzusetzen, oder auch zugleich die vorgedachten Zwischenmittel anzuwenden. Diese Verdichtung geschieht durch Einschlagen von mehr oder weniger langen Pfählen, die aber künftig im Wasser bleiben müssen, sonst durch Eintreiben hochkantiger Steine mehrfach auf einander (Steinsäulen); am wenigsten (auf zu geringe Tiefe) wirksam, indem Bauschutt in mehreren Lagen nach einander eingerammt wird.

ad III B, wird öfters *a.* der Pfahlrost angewendet, wie ad II B, aber ohne daß die Pfahlspitzen den festen Grund erreichen. Vielmehr soll dadurch das obere Erdreich soweit verdichtet werden, daß darin ein kräftiges Tiefsinken der einzelnen belasteten Pfähle durch die aufwärts nach ihrer ganzen Länge widerstehende Reibung und Cohäsion der Erde verhütet wird; zugleich wird diese Erde auch seitwärts verbreitert verdichtet (Fig. 26) zu einem Ganzen; vermittelt dessen die Last des Bauwerks sich auf eine größere untere Grundfläche überträgt. Demnach kann diese Gründungsart in unelastischem Boden (Sand und festem Thon) vollkommene Sicherheit gewähren; bei elastischem Boden aber (weichem Thon) ist dies zweifelhaft, da der comprimirt Boden sich später mit dem umgebenden wieder in Gleichgewicht zu setzen strebt, ausweicht und locker wird.

*b.* anstatt des Pfahlrostes werden die ad III A angegebenen Ausführungen angewendet, mit zuvoriger Umschließung und Ausschöpfung der Baustelle.

ad III C. Auch hier kann man *a.* den Pfahlrost herstellen, aber zur Vermeidung des Ausschöpfens, wie ad II c mit Caisson oder versenktem Belag, und ohne daß die Pfähle den festen Boden erreichen, was in elastischem Erdreich (s. III B a) nicht die gehörige Sicherheit gewährt.

*b.* In sehr tiefem bewegtem Wasser, wie im Meere und öfters schon bei 20 Fufs Wassertiefe, sind die bisher beschriebenen regelmäßigen Gründungen nicht wohl ausführbar, und hat man, namentlich zu Meer- und Hafendämmen, ausgedehnte Steinschüttungen mit flacher Böschung ausgeführt (siehe ad I C c und Fig. 12), seltener Dämme von Faschinen: Sinkstücken (wovon später). Solche Steinschüttung sowohl auf

festerem Grunde, wie (besonders hierher gehörig) auf nachgiebigem Grunde; wobei der Vortheil der Verbreitung eintritt, und der, daß bereits durch die Last der Steinschüttung die Compression bewirkt wird, woran nachher das geringere Gewicht des aufzusetzenden Werks wenig ändert. Die Böschungen der Steinschüttung, sehr kostspielig, und dem Anlegen der Schiffe ungünstig, bleiben aber durch starken Wellenschlag beweglich, weshalb man zuweilen eine (steilere) Einfassung von künstlichen Betonblöcken bis zu 10 Cubikmeter Größe, die ins Wasser zu stürzen, angewendet hat (Fig. 28). In neuerer Zeit hat man dagegen, als in allen Beziehungen günstiger, ein steiles regelmäßiges Mauerwerk auszuführen gesucht, mit Hilfe der Taucherglocke, und nur in den Zeiten des ruhigen Wassers arbeitend; dies mindestens in der oberen Region der Wellenbewegung, unter welcher noch eine Steinschüttung angemessen bleiben kann (Fig. 29).

## 2. Beschreibung der einzelnen Gegenstände des Grundbaues.

nämlich: Grunduntersuchung, Pfähle, Rammen, Abschneiden und Ausziehen der Pfähle, Beseitigung von Hindernissen, Ausgraben und Baggern, Fangdämme und Wasserschöpfen:

### Untersuchung des Baugrundes.

Die Untersuchung des Baugrundes mit seinen verschiedenen Erdschichten geschieht: durch Aufgraben, Sondiren, Bohren, zuweilen Schlagen von Probepfählen und Belasten.

### Taf. 2.

Fig. 30 bis 32. Zum Sondiren dient das Sondir- oder Visitireisen, rund 1—1½ Zoll stark, unten zugespitzt, oben behufs der Handhabung mit Knopf, Bügel oder Drehhebel versehen, für grössere Länge zuweilen aus mehreren Stücken zusammenschraubt. Aus dem mehr oder weniger leichten Eindringen desselben schließt man auf die Dichtigkeit des Erdbodens. Vollkommener als das Sondiren ist das Bohren; dies ist auf große, fast unbegrenzte Tiefen, auch unabhängig vom Grundwasser, ausführbar und giebt die Beschaffenheit und die Mächtigkeit der einzelnen Erdschichten sicher an. Hierzu dienen die verschiedenen Bohrer (Erd-, Sand- und Steinbohrer), von gutem Schmiedeeisen gefertigt, die mit festem hinaufreichendem Gestänge theils gedreht, theils gestoßen werden. Die Bohrlöcher sind zur Grunduntersuchung 3—4 Zoll weit und höchstens 50 bis 60 Fufs tief hergestellt, dagegen im Bergbau, und zur Anlage artesischer Brunnen bis 21 Zoll weit (wegen der Futterröhren etc.) und bis 2000 Fufs tief.

Hier werden nur die einfacheren, hauptsächlich zur Grunduntersuchung dienenden Instrumente und Vorrichtungen angegeben.

Fig. 33 bis 38. Die Erdbohrer, für gewöhnliche Erde, Lehm, Thon, festen Sand und Kies gebräuchlich, die gedreht werden und somit eigentlich bohren, bestehen häufig aus einem hohlen Cylinder oder Kegel mit mehr oder weniger breitem Schlitz, und unten anstatt des Bodens mit offenem Schraubengang versehen. Zu festerer Erde sind sie löffelförmig (Fig. 35 u. 36); ferner nach Fig. 37 u. 38, womit auch ein Bohrloch erweitert werden kann, mit dem ad Fig. 38 unterhalb einer Futterröhre; jedoch wird damit das Erdreich nur gelöst, nicht gehoben, wozu vielmehr abwechselnd ein anderer Bohrer anzuwenden.

Fig. 39 bis 42. Die Sandbohrer, für losen Sand und flüssige Erde, die nicht eigentlich bohren, sondern schöpfen, werden dargestellt: als hohler Cylinder mit Schieber (Fig. 39), oder als oben offener Kegel (Fig. 40), beide mit unterm Schraubengang in den Boden zu drehen; oder als Röhre mit unterm Klapp- oder Kugelventil (Fig. 41), die durch öfteres Einstoßen zu füllen; oder nach Fig. 42 als cylindrische Röhre mit umgebendem viereckigen Eimer, der feststehend von oben gefüllt wird, indem eine durch die Röhre reichende Schraube gedreht wird, und das Erdreich hinauf fördert.

Fig. 43 bis 46, die Steinbohrer. Für weichen Stein dient der Trepanirbohrer Fig. 43, der gleich den Erdbohrern zu drehen ist; im Uebrigen aber der Meißelbohrer (Fig. 44), der Kreuzbohrer (Fig. 45) und der Kronenbohrer (Fig. 46), mit festen oder angesetzten Schneiden, die sämmtlich gestoßen werden, und dadurch den Stein zerpulvern. Die gelöste Masse ist besonders mit dem Bohrer Fig. 41 herauszuholen.

Fig. 47 bis 56. Das Bohrgestänge (Bohrstange, Fortsetzung des Stieles der Bohrer), ist 1 bis 1½ Zoll im Quadrat stark, und wird aus Stücken von 8 bis 36 Fufs lang zusammengesetzt, entweder mittelst Schrauben (Fig. 47) oder mittelst Gabel (Fig. 48). Nur bei geringer Länge der Stange wird sie aus freier Hand regiert, wozu oben gewöhnlich ein Durchsteckarm (wie Fig. 32) angebracht ist. Sonst ist zum Heben und Senken des Gestänges ein Hebezeug nöthig, mindestens mit dreibeinigem Bock (wie Fig. 66); hierzu erhält das Gestänge ein Kopfstück mit Bügel (Fig. 49), woran sich das Gestänge frei drehen kann, und der mit dem Haken des Windeseils zu ergreifen ist; bei höherer Lage faßt man die Stange an beliebiger Stelle mit dem Aufhalter (Fig. 50), der ebenfalls mit dem Haken zu ergreifen. Zum Drehen der Stange wird in passender Höhe ein Drehhebel (Fig. 51—54) angesetzt. Zum Stoßen wird das Gestänge abwechselnd gehoben und fallen gelassen; bei langem Gestänge hat man aber durch Anordnung eines sogenannten Abfallstücks (Fig. 55 u. 56) die Einrichtung getroffen, daß nur ein unterer kurzer Theil der Stange nebst Bohrer frei herabfällt, und jedesmal von der oberen Stange wieder gefaßt und gehoben wird.

Zuweilen bricht der Bohrer oder die Stange im Grunde ab, oder es fallen Schrauben des Gestänges Steine etc. in das Bohrloch hinab; um sie heraus zu holen, dienen

Fig. 57 bis 65 die Fanginstrumente, die an dem Gestänge, ähnlich den Bohrern, befestigt und damit gehandhabt werden. Zum Fassen des Gestänges unterhalb eines Bundringes dient das Instrument Fig. 57, an beliebiger Stelle das Fig. 58; ferner werden die Fanginstrumente auf das abgebrochene Gestänge aufgeschoben und festgedrückt (Fig. 60—62), oder aufgeschraubt (Fig. 63—65); Steine etc. werden besonders mit dem Fig. 61 gefaßt.

Fig. 66 bis 69. In losem Boden ist das Bohrloch durch eine Futterröhre zu sichern, die mit dem Tieferbohren successive nachgetrieben wird. Selbige ist nur für geringere Tiefe von Holz, ausgebohrt oder viereckig, zu fertigen, für grössere Tiefe am besten von vernietetem Eisenblech (Fig. 67). Zuweilen wird auch

für Grunduntersuchung solche Futterröhre nöthig; hierbei ist vorthelhaft (Fig. 68), auf der Röhre die Rüstung für die Arbeiter zu befestigen, so daß durch deren Belastung, und indem sie an den Ecken durch Pfähle gehalten und geleitet wird, das successive Eindrücken der Röhre geschieht. Sonst ist mindestens die Mündung des Bohrlochs durch eine Futterröhre zu sichern (Fig. 66). Zum Bohren unter Wasser bringt man ein Rüstung auf zwei Schiffen an, wozwischen die Futterröhre bis über Wasser reicht (Fig. 69).

Die Probe-Belastung des Baugrundes wird zuweilen für wichtige Bauten und zwar dann ausgeführt, wenn der Boden scheinbar sicher ist. Sie geschieht, falls kein Wasser vorhanden, durch Aufschichten von Baumaterial, dessen Gewicht etwa das  $1\frac{1}{2}$  fache der zukünftigen Last beträgt. Bei Gründungen unter Wasser führt man

Fig. 70. das Fundament schon wirklich auf, und belastet dies, am bequemsten durch große mit Sand oder Steinen gefüllte Holzkästen; daneben isolirte Nivellements-pfähle zur Beobachtung.

#### Die Pfähle.

Die zu den verschiedenen Bauzwecken, namentlich beim Grundbau, dienenden Pfähle sind Spitzpfähle, oder Spundpfähle. Erstere sind solche, die, unten zugespitzt, in gewissen Entfernungen von einander eingerammt werden; man nennt sie Grundpfähle, wenn sie ganz, oder fast ganz in der Erde stecken; hingegen Langpfähle wenn sie mit einem beträchtlichem Theil ihrer Länge über dem Erdboden hervorragen. — Die Spund- oder Nuthpfähle sind solche, die an den Seiten mit Spundung versehen sind, womit sie in einander greifend eingerammt werden, und dadurch eine volle Wand (die Spundwand) bilden; bei 5 Zoll und weniger Stärke nennt man sie Spundbohlen.

Die Spitzpfähle sind gewöhnlich rund, nur selten vierkantig beschlagen oder geschnitten; sie sind bis zum festen Stand einzurammen, wonach sich ihre nöthige Länge ergibt; ihre Stärke hängt im Allgemeinen von ihrer Länge und von ihrer Belastung ab.

Perronet giebt folgende Lehren:

1) Pfähle von 15—18 Fufs Länge erfordern eine mittlere Stärke von 10 Zoll; für jede 6 Fufs mehr Länge ist die Stärke um 2 Zoll zu vergrößern, bei langen in festem Grunde stehenden Grundpfählen jedoch nur um 1 Zoll.

2) Ein Pfahl von 8—9 Zoll mittlerem Durchmesser darf mit höchstens 500 Ctr., ein solcher von 12 Zoll Durchmesser mit höchstens 1000 Ctr. belastet werden.

3) Ein Rostpfahl ist nur dann als feststehend zu betrachten, wenn er in den letzten Hitzten der Zugramme (à 25—30 Schläge), bei gleichmäßigem Grunde nicht mehr als 2—3 Linien eindringt, ein weniger belasteter Pfahl 6—12 Linien. (Dabei Hubhöhe des Bares  $4\frac{1}{2}$  Fufs, Gewicht desselben 6 bis 7 Ctr. für kleinere, und 12 Ctr. für größere Pfähle.)

#### Taf. 3.

Fig. 71 bis 77. Behufs des Eindringens werden die Pfähle mit einer Spitze versehen,  $1\frac{1}{2}$  bis 3mal der Pfahlstärke lang; dreiseitig (Fig. 71) oder vierseitig (Fig. 72 und 73). Eine runde Spitze (Fig. 74) ist wegen des Drehens zu verwerfen, ebenso eine solche, die mit einem Ausschnitt umgeben ist (Fig. 75). Bei sehr hartem und steinigem Grunde versieht man die Pfähle

mit eisernen Schuhen, die entweder (Fig. 76) aus Schmiedeeisen (mindestens 15—20 Pfd. schwer), oder (Fig. 77) aus Gußeisen (bis 60 Pfd. schwer) gefertigt werden.

Fig. 78 und 79 Der Kopf des Pfahles ist eben abzuschneiden (wohl etwas convex) und abzukanten (Fig. 75); bei starken Rammschlägen gegen das Aufspalten durch einen eisernen Ring (Fig. 79) zu sichern.

Fig. 80 bis 83. Wenn beim Einrammen die Länge eines Pfahles nicht ausreicht, und man zum Aufpfropfen eines neuen Pfahlstückes seine Zuflucht nehmen muß, so geschieht dies am besten durch den stumpfen Stofs, der durch Eisenschienen mit Krammen und Nägeln (in länglichen Nagellöchern Fig. 80), oder durch umgelegte eiserne Ringe mit innerem Dorn (Fig. 81) zu sichern ist. Nicht zu empfehlen ist, die Enden mittelst Blatt, oder nach Perronets Art mit doppeltem, quadrantischem Blatt (Fig. 82) zu verbinden. Besser ist das in England angewandte Verfahren, die Verbindung mittelst eines starken, gußeisernen Schubes zu bewirken (Fig. 83). — Im Allgemeinen ist das Pfropfen möglichst zu vermeiden; besonders unzulässig ist es, mehrere Pfähle nebeneinander und vielleicht gar in gleicher Höhe zu pfropfen.

Die Spundwände dienen hauptsächlich ein Bauwerk gegen Unterspülen zu schützen, und müssen sie möglichst dicht hergestellt werden. Die Länge der Spundpfähle ist daher einerseits abhängig von der Beschaffenheit des Grundes (bis zu welcher Tiefe derselbe ein dichtes Einrammen gestattet), andererseits von der Tiefe, bis zu welcher ein Unterspülen des Bauwerkes möglich ist. Diese Länge ist stets geringer als die der Rostpfähle, oft nur  $\frac{1}{2}$  der letzteren. Die Stärke der Spundpfähle richtet sich nach ihrer Länge, nach der Beschaffenheit des Bodens und nach dem Angriff des Wassers; sie beträgt zwischen 4—10 Zoll.

Fig. 84 bis 86. Die Spundung muß Dichtigkeit gewähren, aber auch einfach und solide sein. Hauptsächlich sind zwei Arten derselben gebräuchlich: die quadratische Spundung, für die eigentlichen Spundpfähle (Fig. 84), wobei der Spund ein Quadrat, dessen Seite  $= \frac{1}{2}$  der Pfahlstärke ist, und die Grat- oder Keilspundung für die Spundbohlen (Fig. 85), wobei der Spund ein gleichseitiges Dreieck, dessen Seite  $\frac{1}{2}$  der Pfahlstärke beträgt. Bei beiden paßt der Spund in die Nuth mit geringem Spielraum. Die Spundpfähle einer Wand müssen von gleicher Stärke sein; (wegen der Zwingen beim Einrammen, wovon später); sie werden aus vollem Holze beschlagen, oder geschnitten (Fig. 86), oder aus Bohlen gefertigt.

Fig. 87 bis 91. Die Spundwand wird unten mit einer durchlaufenden Schneide versehen (Fig. 87). Manche spitzen jeden Pfahl, wie er gegen den vorhergehenden getrieben werden soll, auf der entgegengesetzten Seite zu, doch ist dies zu verwerfen; indessen kann die Seite, an welcher die Nuth befindlich, nach Fig. 88 abgeschrägt werden. Zweckmäßig, jedoch umständlich ist es (Fig. 89), an der Seite der Nuth ein Dreieck ungeschärft zu lassen (Holland). Zuweilen (aber seltener als die Spitzpfähle) erhalten die Spundpfähle eiserne Schuhe (Fig. 90 u. 91), welche die Schneide in ihrer ganzen Länge bedecken.

Fig. 92 bis 95. Weniger zu empfehlende Spundungen: die schwalbenschwanzförmige (Fig. 92) und die hakenförmige (Fig. 93) sind zu complicirt und

zerbrechlich. Die zwei Pfahlseiten mit Nuth zu versehen (Fig. 94), um eine gemeinschaftliche Feder einzutreiben, oder eine Ausfüllung von Moos oder Wassermörtel einzubringen, ist ebenfalls unsicher; dagegen kann man nach Fig. 95 kleinern Spund und grössere Nuth geben, um den Spielraum mit Dichtungsmaterial zu füllen.

Fig. 96 bis 99. Oeftern werden zu leichteren Ausführungen schwächere Wände, 4 Zoll und weniger stark, angewendet. Diese erhalten entweder Gratspundung ohne normalen Theil (Fig. 96), oder halbe Spundung (Fig. 97), oder man stellt sie als Stulpwände dar (Fig. 98): zwei Reihen sich in den Fugen überdeckender Bretter. Eine leichte Wand kann auch nach Fig. 99, horizontale Bretter zwischen einzelnen genuthete Pfähle geschoben, gebildet werden.

Fig. 100. Ist eine sehr starke und fest eingerammte Wand nothwendig, so wendet man die Pfahlwand an, aus stumpf nebeneinander gerammten, unten zugeschrägten Pfählen.

Fig. 101 u. 102. Die Spundwände abweichend von dem oben Angegebenen, abwechselnd aus schwächeren und stärkeren Pfählen herzustellen, ist nicht zu empfehlen. Nur wo zwei Spundwände zusammenstossen, ist

Fig. 103 bis 105 ein stärkerer Pfahl (Eckpfahl) erforderlich.

#### Die Rammern.

Die Pfähle werden mittelst des Rammens in den Boden getrieben; man hebt nämlich abwechselnd einen schweren Körper von Holz oder Eisen, den Rammklotz, oder Bär, und läßt ihn auf den Kopf des Pfahles mit kräftigem Stofs fallen.

Ist der Klotz mit Handhaben versehen, um ihn aus freier Hand zu heben, so ist dies eine Handramme; selbige wird indessen nur zum Einrammen kleiner Pfähle, als der Rüstungspfähle etc., ausserdem zum Stampfen der Erdschüttungen, der Pflasterungen etc. benutzt.

Fig. 106 bis 109. Die Handrammen sind meist aus hartem Holze, mit umgelegten eisernen Ringen, viereckig, achteckig, rund, auch wohl pyramidalisch (Fig. 108). Zur Handhabung ist für je 25—30 Pfund Gewicht der Ramme ein Arbeiter erforderlich. Die Arme macht man, falls die Ramme zum Stampfen dient, wohl geschlingeartig (Fig. 106), wobei 8 Arbeiter ankommen können; zum Einrammen der Pfähle sind sie länger und schräg stehend (Fig. 107). Gute Führung gewährt ein Klotz mit langen parallelen Handhaben (Fig. 108). Noch besser wird diese erreicht durch eine in den Pfahlkopf geschraubt Eisenstange, die den durchbohrten Bär leitet (Fig. 109). Der Effect beim Rammen wird vergrößert, wenn man den Pfahl durch das Gewicht der Arbeiter belastet, indem man

Fig. 110 die Arbeits-Rüstung auf eine durch den einzurammenden Pfahl gesteckte Brechstange legt.

Fig. 111. Zu einem Stampfwerke befestigt man den Klotz an einem Schwungbaum.

Behufs Einschlagen von Pfählen kann man sich auch der Vorrichtung

Fig. 112. bedienen, die den Uebergang zur Zugramme bildet.

Zum Einrammen der grösseren Pfähle bedient man sich der Ramm-Maschinen oder der eigentlichen Rammern, bei welchen der Bär mit einem Gerüst verbunden ist. Er

hängt an einem Tau, welches über eine in der Höhe des Gerüstes angebrachte Rolle geführt, und am anderen Ende niedergezogen wird; zugleich wird der Bär durch sogenannte Ruthen in seiner Richtung geleitet. Man unterscheidet: 1) die Zug- oder Laufgramme, 2) die Kunstramme; ausserdem ist bei grösseren Bauten zuweilen 3) die Dampfgramme angewendet.

Bei der Zugramme ziehen die Arbeiter das hintere Ende des Rammtaus direct mittelst angebundener Leinen herab: stofsweise, mit einem Zug von circa 4 Fufs, und der Bär fällt jedesmal von dieser Höhe zurück, indem er das Tau nachzieht.

Bei der Kunstramme wird der Bär auf beliebige grössere Höhe gehoben (20 Fufs und mehr), indem das hintere Ende des Taus auf eine in Umdrehung gesetzte Trommel gewickelt wird; worauf sich jedesmal der Bär vom Tau löst und frei herabfällt. Zum Drehen der Trommel dient eine mechanische Vorrichtung, die entweder durch Menschenkraft, oder durch eine beliebige andere Kraft (bei grösseren Bauten wohl durch Dampfkraft: Dampfmaschinen-Ramme) in Bewegung gesetzt wird.

Verschieden von dieser letzteren ist die Dampfgramme, bei welcher der Dampf direct auf das Heben des Bäres wirkt.

#### Taf. 4.

Fig. 113 bis 117. Die in Norddeutschland gebräuchliche Zug- oder Laufgramme hat ein festes Gerüst mit Verschwellung; auf der Vorderschwelle steht die Läufer- (Läufer, Mäkler), welche durch 2 Vorder- und 2 Hinterruthen gehalten wird. Sie ist oben mit einem Schlitz für die Rammscheibe versehen und trägt darüber den Krahnbalken (Trietzkopf Fig. 116) für das Pfahltau. Das vordere Ende des letzteren faßt den zu versetzenden Pfahl und das hintere wickelt sich auf die an den Hinterruthen angebrachte Pfahlwinde (Fig. 117). Die Verbindung der Schwellen und Ruthen nach Fig. 114 oder 115. Für 30 Fufs lange Pfähle ist das Gerüst ca. 45 Fufs hoch, die Verschwellung (Stube) 20 Fufs lang, 16 Fufs breit herzustellen; dabei die Ruthen 8—9 Zoll, die Schwellen 10—11 Zoll stark; das Rammtau 90 Fufs lang,  $1\frac{1}{2}$ —2 Zoll stark, das Pfahltau ca. 100 Fufs lang, etwas schwächer, die Zugleinen 18—20 Fufs lang  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  Zoll stark. Das Gewicht des Bäres soll vortheilhaft gleich dem des einzurammenden Pfahles, oder etwas grösser sein, und sind pro Centner dieses Gewichtes 3 Ramm-Arbeiter anzustellen.

Fig. 118 und 119. Der Rammbar wird häufig aus hartem Holz gefertigt (über eiserne Bäre nachher) 6—20 Ctr. schwer; (für ein mittleres Gewicht wohl 7 Fufs lang, 20 Zoll im Quadrat) mit eisernen Ringen, eingesteckten hölzernen Armen und oberem Bügel (Kramme) zum Befestigen des Rammtaus. Behufs breiterer Grundfläche ist der Bär wohl pyramidalisch (Fig. 119).

Fig. 120 und 121. Um einen Pfahl tiefer zu rammen als bis zur Verschwellung der Ramme, bedient man sich des Aufsetzers (Knechts), der entweder mit einem Dorn in den Pfahlkopf greift (Fig. 120), oder besser nach Fig. 121 (ähnlich wie beim Aufpfropfen) angeordnet wird.

Fig. 122 bis 125. Die Rammscheibe, im Umfang mit Rille für das Rammtau, erhält mindestens 18 Zoll Durchmesser, sie ist oft aus vollem Holze, mit eingesetzter Buchse (Fig. 122). Vortheilhaft sind grössere Ramm-scheiben, die wohl aus 5 Stücken (Fig. 123), oder

felgenartig mit Armen (Fig. 124), bis zu 3 Fuß Durchmesser hergestellt werden (Ueber eiserne Ramm-scheiben nachher). Als Drehaxe dient ein durch die Läufer-ruthe gesteckter Splintbolzen (Fig. 125.)

Fig. 126. Das am Rammtau mittelst Schleife und Knebel aufgehängte Kranztau, an welchem die Zugleinen befestigt sind.

Fig. 127 u. 128. Für große Ramm-scheiben sind an der hinteren Seite der Läufer-ruthe besondere Axenlager anzuordnen.

#### Taf. 5.

Fig. 129. Verschieden von der vorigen ist die in Frankreich vielfach gebräuchliche Perronet'sche Ramme, bei welcher sich der Bär zwischen zwei Läufer-ruthe (Scheere) bewegt. Es ist hier nur eine Hinterruthe vorhanden, welche, nach vorn übergekragt, gleichzeitig als Krahn-balken dient.

Fig. 130 bis 132. Die Führung des Ramm-bäres wird überhaupt auf dreierlei Weise bewirkt: a) an einer einfachen Läufer-ruthe (Fig. 130), b) an einer doppelten (Fig. 131), wobei die beiden Theile derselben hinterwärts wohl durch eiserne Bügel verbunden sind, c) zwischen einer sogenannten Scheere (Fig. 132). Entsprechend sind die Arme des Bärs.

Fig. 133 bis 135. Um zum Tieferrammen den Aufsetzer zu vermeiden, läßt man öfters die Läufer-ruthe unter die Verschwellung hinabreichen; so die Scheere der Perronet'schen Ramme (Fig. 129), den doppelten Läufer der englischen Ramme (Fig. 133), der durch verstellbare, von der Vorderschwelle schräg hinaufgehende Vorderruthe gehalten wird, ferner einen breiten Läufer mit Nuth und vorge-nagelten Leisten, hinter welche der Bär mit Haken greift (Fig. 134); endlich dadurch, daß bei der gewöhnlichen Ramme die Vorderschwelle durch-schnitten wird (Fig. 135).

Fig. 136 bis 138. Zuweilen kann man mit der gewöhnlichen Ramme, wegen ihrer großen Verschwellung, nicht in die Ecken enger Baugruben gelangen. Man bedient sich dann der Eck- oder Winkelramme mit kleinerer, im Allgemeinen dreieckiger Verschwellung. Der Läufer kann dabei wieder einfach (Fig. 136) oder doppelt (Fig. 137) oder eine Scheere (Fig. 138) sein.

Die bisher beschriebenen Rammen sind feste Rammen, d. h. mit festem Rammgerüst versehene. Im Gegensatz dazu giebt es auch

Fig. 139 bis 141 bewegliche Rammen, die leicht zu versetzen, auch nach der Schräge und Tiefe zu verstellen sind. Fig. 139: Die Stützen- oder Schwanzramme in den Ostseehäfen gebräuchlich. Fig. 140 und 140a in Holland vielfach angewandt: dreibeiniger Bock an dessen beiden vorderen Beinen eine Scheere befestigt ist. Fig. 141, bewegliche Ramme nach Art der Winkelramme. — Zum Einrammen einzelner Pfähle sind die beweglichen Rammen zu empfehlen, für größere Grundbauten aber nicht.

Fig. 142 und 143. Behufs leichteren Verschiebens der festen Rammen läßt man zuweilen (namentlich bei der Kunstramme) die Seitenschwellen fort (Fig. 142) und versieht die Verschwellung mit Rollen (Fig. 143).

Um Pfähle schräg einzurammen muß die Bewegung des Bäres nach der Richtung des Pfahles erfolgen. Bei der Perronet'schen (Fig. 129), sowie bei der englischen Ramme (Fig. 133) können zu diesem Zweck die Läufer-ruthe leicht schräg gestellt werden; wäh-

rend bei der in Norddeutschland üblichen das ganze Gerüst nebst Verschwellung in eine schräge Lage gebracht werden müsste. Das Letztere zu vermeiden, kann man

Fig. 144 und 145 den Läufer nebst Vorderruthe auf einer drehbaren Vorderschwelle anordnen (Fig. 144) oder sie unten mit Charnieren versehen (Fig. 145).

Fig. 146 bis 150. Anstatt der hölzernen Bäre wendet man jetzt häufig, besonders zu Kunstrammen, gusseiserne an. Die Arme sind meist aus Holz und möglichst ungeschwächt eingesteckt, die Oehse (für das Rammtau) entweder angegossen (146), oder eingesetzt (147). Fig. 146 Bär für doppelte Läufer-ruthe. Fig. 147 desgl. für einfache Läufer-ruthe. Fig. 148 desgl. für eine Scheere. Letztere wird auch wohl mit Nuthen, der Bär mit passenden Federn versehen, oder umgekehrt (Fig. 149). — Fig. 150 Bär für breite Läufer-ruthe (vergl. Fig. 134.)

Fig. 151 bis 154. Die Führung des Bäres längs der Läufer-ruthe hat man zuweilen durch Frictionsrollen vermittelt, welche indessen bei lothrechten Ruthe (Fig. 151 bis 153) zu entbehren, aber beim schrägen Rammen (Fig. 154) mit Vortheil (radartig) angewandt werden.

Fig. 155. Größere Ramm-scheiben (vergl. Fig. 122 bis 125) werden aus Gufseisen, radartig mit fester schmiedeeiserner Axe, 4—5 Fuß im Durchmesser, gefertigt. Für ein Rammtau muß die Rille möglichst glatt, für eine Rammkette (Kunstramme) doppelt vertieft sein.

#### Taf. 6.

Bei der Kunstramme sind Gerüst, Ramm-bär, Scheibe und Pfahlwinde wie bei der Zugramme (man kann wohl die letztere zur Kunstramme umändern); jedoch macht man gewöhnlich das Gerüst leichter, die Verschwellung kleiner (vergl. Fig. 142 und 143), um mit den vorhandenen Rammarbeitern das Verschieben bewirken zu können. Der feste Stand der Ramme ist dann durch Kopftaue und Belastung der Verschwellung zu sichern.

Das Rammtau (wohl Kette) ist nicht unmittelbar an den Bär geknüpft, sondern an einen das Auslösen des letzteren bewirkenden Haken, woran der Bär hängt; und das hintere Ende des Taus wickelt sich auf die Trommel einer Windevorrichtung. Es sind daher nur noch der Haken und die Windevorrichtung, als der Kunstramme wesentlich zukommend, zu erwähnen.

Fig. 156 bis 158. Der Haken ist mit einem Körper von Holz oder Eisen (Fallblock, Katze) verbunden, welcher ähnlich, wie der Ramm-bär, an der Läufer-ruthe geführt wird. Behufs des Auslösens hat der Haken einen Gegenarm, der entweder an ein in der Höhe des Läufers angebrachtes Hinderniß (Fig. 156) stößt, oder durch eine nach unten reichende Schnur angezogen wird (Fig. 157 u. 158); demnächst wird er durch Gegengewicht in lothrechter Stellung erhalten, und dem gefallenen Bär nachfolgend, stößt er mit schräger Unterfläche auf die Kramme des Bärs, sich zurückbiegend, letztere von selbst ergreifend.

Fig. 159 und 160. Anstatt des Hakens hat man eine Zange (zwei um eine gemeinschaftliche Axe drehbare Haken) angeordnet, wodurch das Ergreifen und Lösen leichter geschieht (Fig. 159). Bei einer Scheerruthe sind



die Schenkel der Zange wohl mit Rollen versehen die auf Schienen laufen (Fig. 160).

Fig. 161 u. 162. Die gewöhnliche Winde-Vorrichtung einer Kunstramme, die auch für andere Zwecke, namentlich für Krähne gebräuchlich. An der Windetrommel befindet sich ein gezahntes Rad, in welches ein kleineres Getriebe eingreift (Vorgelege), dessen verlängerte Axe mit Kurbeln versehen ist. Die sämtlichen Theile sind am solidesten aus Eisen zu fertigen, auch das Gestell, welches auf die Verschwellung der Ramme geschraubt wird. — Die Winde ist ferner mit Sperrrad und Bremse (Fig. 162), so wie der Vorrichtung zum Ausrücken des Getriebes zu versehen; zum Heben größerer Lasten wohl mit doppeltem Vorgelege.

Fig. 163. Grundriß und Seiten-Ansicht einer Kunstramme mit Scheerruthen, die wie Fig. 133.

Fig. 164 u. 165. Für ausgedehnte Rammarbeiten ist es vorthellhaft, einen kräftigeren Betrieb der Kunstramme als den durch Handkurbeln anzuordnen; etwa durch Tretrad, Göpel, Wasserad, Dampfmaschine etc. Dabei ist die Uebertragung der Kraft auf die Windetrommel durch Seil- oder Riemscheiben zu vermitteln und zwar so, daß sie nach dem Auslösen des Bares, aufgehoben und nach dem Ergreifen desselben wieder hergestellt werden kann; dies ist leicht durch Spannrollen (Fig. 164), oder durch Frictionsscheiben (Fig. 165) zu bewirken.

Fig. 166. Perronnet hat auf eine einfache, jedoch zeitraubende Weise die Kunstramme mittelst eines Pferdes betreiben lassen.

Fig. 167. Zweckmäßig kann die Kunstramme durch eine beliebig weit davon entfernte Erdwinde, oder durch Pferde-Göpel bewegt werden. Unterhalb der stehenden Welle derselben befindet sich eine Windetrommel, die durch einen Winkelhebel mit der Welle verbunden ist. Beim Herabfallen der Katze wird diese Verbindung gelöst, so daß sich die Trommel unabhängig von der stehenden Welle drehen kann.

In neuerer Zeit hat man bei größeren Bauten öfters mit Vortheil die Dampfamme angewendet, wobei mit complicirter Einrichtung der Bär unmittelbar durch den Dampf nur auf geringe Höhe gehoben wird, aber mit schnell hintereinander folgenden Schlägen. Die Details sind sehr mannigfaltig. Hier ist in

Fig. 168 nur eine Skizze der Nasmyth'schen Dampfamme gegeben: der Dampfkessel ruht auf der Verschwellung des Ramngerüsts, welche mit Rädern versehen ist; von ihm wird der Dampf durch bewegliche Knieröhre nach dem mit Schieber-Vorrichtung versehenen Dampfcylinder geleitet, der an einer Kette an der Läufer- rulle hängt. An den Dampfcylinder schließt sich unterhalb ein Gehäuse an (punktirt angedeutet), worin der Bär sich bewegt und welches den Pfahlkopf umfaßt; Cylinder nebst Gehäuse werden mit dem Tieferdringen des Pfahles auch tiefer gesenkt. Der Ramm- bär sitzt unmittelbar an der Stange des Dampf- kolbens, gegen welchen der Dampf nur abwechselnd von unten wirkt. Bei der zu den Grundbauten der Dir- schauer Brücke benutzten Nasmyth'schen Dampfamme betrug das Gewicht des Bares 31 Ctr., die Hubhöhe 2 Fuß 10 Zoll, der Durchmesser des Cylinders 13½ Zoll, und erfolgten pro Minute ca. 60 Schläge.

## Taf. 7.

Ueber die Ausführung der Rammarbeiten sind noch einige Angaben zu machen.

Fig. 169 u. 170. Wird auf dem Wasser gearbeitet, so errichtet man für die Ramme am besten ein festes Gerüst, wozu von Schiffen aus kleine Pfähle mit der Hand- ramme einzutreiben; sonst stellt man die Ramme nach Fig. 169, zuweilen nach Fig. 170 auf bebrückten Schiffen auf.

Fig. 171. Der einzurammende Pfahl wird (wie oben ange- geben) mit dem Pfahltau gefaßt, und durch die Pfahl- winde gehoben und eingesetzt.

Fig. 172 und 173. Zur besseren Führung des Pfahles wird derselbe während des Einrammens an die Läufer- rulle festgebunden (angefloht Fig. 172), oder bei doppelter Läufer- rulle nach Fig. 173 geleitet.

Fig. 174. Besonders lange Spitzpfähle (Jochpfähle etc.) werden zuweilen zwischen Zwingen eingerammt.

Fig. 175 bis 179. Das Einrammen der Spundpfähle muß mit besonderer Vorsicht und fast stets zwischen Zwingen (je zwei starke horizontale Hölzer zu beiden Seiten der Spundwand) geschehen. Diese werden, falls die Arbeit auf wasserfreiem Terrain ausgeführt wird, in 8—12 Fuß Entfernung durch Pfähle, die wohl strebenartig schräg gestellt sind, unterstützt (Fig. 175). Für längere Spundpfähle sind öfters außerdem noch bewegliche Zwingen (Fig. 176) angeordnet. Zum Rammen im Wasser werden häufig die Zwingen nur dicht über dem Wasser angebracht; bei tiefem Wasser sind zur bessern Führung 2 Paar Zwingen, an gemeinschaftlichen Spitzpfählen befestigt, anzuordnen (Fig. 177). Besser ist, die Zwingen tiefer (unter Wasser) zu legen; dies kann geschehen, indem man das Zwingenpaar mit einzelnen der Spundpfähle ver- bolzt, und diese einrammt, nachher die übrigen nach- holt (Fig. 178). Oder man kann einzelne viereckige Pfähle einrammen, die mit einem Schlitz versehen sind; in diesen schiebt man nachher die Verbindungs- holzen der Zwingenpaare hinab, und füllt ihn mit einem hölzernen Spund aus (Fig. 179).

Fig. 180 u. 181. Die Spundwände werden oberhalb mit Holm versehen; ist ein Zwingenpaar unter Wasser, so kann dies dafür bleiben; sonst kann man auf die unter Wasser abgeschnittene Spundwand einen mit Nuth (Fig. 180) oder mit Pfalz (Fig. 181) versehenen Holm versenken, und mittelst Aufsetzer festnageln.

## Abschneiden der Pfähle.

Fig. 182 und 183. Um einzelne Pfähle unter Wasser nur schlechthin abzuschneiden, kann man eine gewöhn- liche Säge mit langem Stiel verbinden (Fig. 183), und damit, nach Fig. 182 von Kähnen aus in schräger Richtung hinabgeführt, regieren.

Zu einem Grundwerk im Wasser müssen dagegen die Pfähle horizontal und in genauer Tiefe abgeschnitten werden; ist diese Tiefe nur gering, so kann man sich noch einer gewöhnlichen Zimmermanns- oder Schrotsäge bedienen, welche mit, auf das Sägeblatt normalen, bis über Wasser reichenden Handhaben versehen ist. Sonst ist hierzu die sogenannte Grundsäge erforderlich, d. i. eine mit Gestell und verschie- dentlichen mechanischen Vorrichtungen verbundene Säge. Sie wird entweder an dem abzuschneidenden Pfahl befestigt (bei einzelner Arbeit), oder von einer Rüstung auf Kähnen aus, am besten aber von einer festen Rüstung aus gehandhabt.

Es gibt hauptsächlich zwei Arten der Grundsägen: 1) die gerade, 2) die kreisförmige. Die erstere wird in einer horizontalen Ebene hin und her gezogen, die letztere wird um eine vertikale Axe fortwährend nach derselben Richtung gedreht. Als Abarten hat man noch ad 1 eine gerade Säge, die um eine horizontale Axe pendelartig hin und her bewegt wird, ad 2 eine Kreissegmentsäge, die um eine vertikale Axe hin und her gedreht wird.

Fig. 184. Die Formen der Sägezähne sind verschieden; für Grundsägen eignen sich am besten die gleichseitigen oder gleichschenkligen Zähne; sie müssen stark geschränkt sein.

Fig. 185 bis 187. Die gewöhnliche gerade Grundsäge kann nach Fig. 185 dargestellt werden: ein vertikales Gatter, unten mit der eingespannten Säge, ist oben mit einer, wohl auf Rollen beweglichen Verschwellung verstellbar verbunden. Falls viele Pfähle abzuschneiden sind, wird die Verschwellung vortheilhaft nach Fig. 186 auf einem Schlitten bewegt, der auf einer festen Rüstung verschiebbar ist; sonst wohl auf 2, zwischen 2 verschiebbaren Schiffen angebrachten Balken. Die Befestigung des Sägeblattes ist nach Fig. 187 zu bewirken, mit Schraube zum Anspannen. — Für größere Tiefen als 10 Fuß wird ein hölzernes Gatter zu elastisch, und ist dann ein dem vorigen ähnliches aus Schmiedeeisen vorzuziehen.

Behufs größerer Genauigkeit hat man auch

Fig. 188 bis 190 complicirtere Maschinen angeordnet: Auf einem eisernen Bodengestell, welches an 4 schmiedeeisernen Stangen aufgehängt, und durch diese der Höhe nach verstellbar ist, ruht der schraffirt angeordnete Mechanismus zum Bewegen der Säge (Fig. 188). Zwei Zahnräder mit Zahnstangen dienen zum Verschieben desselben, und eine Zange zum Fassen des Pfahles, sämtlich von oben zu bewegen. Die Bewegung des ersten Mechanismus wird mittelst zweier Kniehebel bewirkt, die oben mit Führung versehen sind. Einfacher kann dies durch die Vorrichtungen Fig. 189a und 189b geschehen.

Der vorigen ähnlich, aber einfacher, ist die Anordnung der geraden Grundsäge nach Figur 190, worin wiederum die beweglichen Theile schraffirt angegeben sind.

Fig. 191 und 192. Die kreisförmige Grundsäge ist besonders in neuerer Zeit öfters angewendet: An einer eisernen, mit einem Gerüst verbundenen und verstellbaren vertikalen Axe ist zu unterst die gehörig steife Sägescheibe befestigt; dieselbe muß, um mit ihr 1 Fuß starke Pfähle auf einmal durchschneiden zu können, 3 Fuß Durchmesser erhalten, wobei sie schwierig hinreichend steif herzustellen ist. Kleinere Scheiben zu nehmen und zweimal (von den entgegengesetzten Seiten aus) in den Pfahl einzuschneiden, ist ungenau und umständlich. Um viele Pfähle abzuschneiden, ist nach Fig. 191 das Gerüst mit einer Verschwellung zu verbinden, die (ähnlich Fig. 186) auf einem Schlitten verschieblich; das Andrücken der Säge an den Pfahl geschieht durch Zugleinen, und kann die Axe entweder direct gedreht werden, oder besser (wie hier) mit Vermittelung zweier Winkelräder durch eine horizontale Kurbelaxe, woran wohl noch ein Schwungrad sitzt. Zum Abschneiden einzelner Pfähle ist die Vorrichtung Fig. 192 angemessen; sie wird an den Pfahl selbst gehängt, unten mit Zange

befestigt; und geschieht das Vorrücken der Säge, nebst Axe dadurch, daß letztere 2 Halslager mit gezahnten Stangen hat, in welche 2 Getriebe greifen.

Fig. 194. Die pendelartige Säge, nur für einzelne Pfähle zu empfehlen, erzeugt einen etwas concaven Schnitt.

Fig. 193. Die Kreissegmentsäge mit horizontalem dreieckigem Gatter, dessen Bewegung mittelst zweier nach oben geführter Zugstangen bewirkt wird.

#### Ausziehen der Pfähle.

Es sind sowohl die Rüstungs- und Fangdammpfähle, nach deren Gebrauch, wieder auszuziehen, wie einzelne fehlerhafte Pfähle der Grundwerke selbst; ferner müssen zuweilen alte, hinderliche Pfähle fortgeschafft, resp. ausgezogen werden. Dazu dienen verschiedene Mittel: Wuchtebaum, Windevorrichtung, Schraubenvorrichtung, hydrostatischer Druck.

#### Taf. 8.

Fig. 195 bis 201. Die Fassung des Pfahls, zur Befestigung am Wuchtebaum, wie auch an den anderen Ausziehvorrichtungen, geschieht mittelst Seil (Fig. 195), besser Kette (Fig. 196 u. 197), zuweilen mit durchgesteckter Brechstange (Fig. 198), unter Wasser mit hinreichender Holzschraube (Fig. 199), die aber leicht ausreißt, besser mit aufzuschiebendem Ring nebst Widerhaken (Fig. 200), für Spundpfähle durch Zange mit breiten Backen (Fig. 201).

Fig. 202. Wuchtebaum, mit vordem Beschlag, wodurch das Vorrutschen auf der Unterlage verhütet wird, und mit hinterem Windebock zum bequemen Anheben.

Fig. 203a bis c. von Hagen angegebener Wuchtebaum; Wuchtestuhl (Fig. b) mit eiserner Axe als Unterlage, worauf zweifache Gabeln am Wuchtebaum passen; Vorrichtung zum Anspannen der Verbindungskette (Fig. c) nebst Flaschenzug; Hebebock mit Erdwinde.

Als Winde-Vorrichtung kann

Fig. 205 ein einfacher Haspel dienen, oder ein solcher mit Vorgelege verstärkt, ebenso auf Schiffen die Schiffswinde (die zum Heben des Schiffsankers bestimmt). Ferner:

Fig. 204 zu höherem Zug eine mit Hebebock versehene Winde; zu stärkerer Kraft kann das Windeseil einen Flaschenzug haben, oder es wird (wie Fig. 203c) herabkommend, über eine Fußrolle nach einer Erdwinde geführt. Endlich kann man für die festesten Pfähle mehrere solche Vorrichtungen vereinigt wirken lassen.

Fig. 206 und 207. Die Schrauben-Vorrichtung ist entweder mit drehbarer Mutter (Fig. 206), wobei die Spindel nebst angehängter Last aufsteigt; oder es wird die Spindel gedreht, so daß die Mutter mit der Last steigt, hierbei (Fig. 207) sind gewöhnlich zwei Spindeln mit gemeinschaftlichem Mutterstück verbunden, oder auch zwei solcher Schraubenpaare vereinigt wirkend. Die Schrauben von hartem Holze, besser von Eisen.

Hierbei sind noch einige Geräthschaften zu erwähnen, die überhaupt viel Anwendung auf Baustellen finden, nämlich die Erdwinde, die Rolle und der Flaschenzug.

Fig. 208 u. 209. Erdwinde, Gestell mit stehender Welle, worauf sich ein Zugseil wickelt. Die Welle, von 10 bis 12 Zoll Durchmesser, ist entweder cylindrisch (Fig. 208), und wickelt hier das Seil vollständig auf; oder konisch (Fig. 209), wobei das Seil nur in 3—5 Win-

dungen umgelegt wird; so viel sich oben aufwickelt, wickelt sich unten ab; dahinter sitzt ein Arbeiter, der das sich abwickelnde Tau hält. (Spannt derselbe das Seil mit 1 Pfd. Kraft, so genügt dies bei 3 Windungen für 25 Ctr. Last, bei 4 Windungen für 40 Ctr. Last). Wenn die Windungen oben angelangt sind, so werden sie wieder heruntergeschoben. Die Dreharme der Erdwinde sind bis 12 Fufs lang, so daß bis vier Arbeiter daran ankommen können.

**Fig. 213 bis 216.** Die Rolle dient um die Richtung eines Zugseils zu ändern; sie ist von hartem Holze oder von Eisen anzufertigen, mit loser Axe von Holz oder Eisen, wozu die Rolle zuweilen eine eingelegte Buchse hat (Fig. 215); größere Rollen wohl radartig, mit fester Axe (Fig. 216). Die Rolle gewöhnlich mit Fassung (Gehäuse) zum Anhängen.

Der Flaschenzug (Takel) besteht aus zwei Blöcken, jedes Gehäuse mit einer oder mehreren Rollen (Fig. 213); der eine ist angehängt, der andere (beweglich) trägt die Last, beide durch das über die verschiedenen Rollen geführte Zugseil verbunden, und kann man mit einer Zugkraft (nach Abzug des Nebenwiderstandes) das ebenso vielfache an Last heben, als die Anzahl der tragenden Seile ist.

#### Beseitigung der Baumstämme, Steine u. dergl.

Ofters müssen versunkene Baumstämme, Steine etc. entweder aus einer Baustelle, oder auch aus einem Flußbett (wegen der Schifffahrt) entfernt werden. Hierzu können beliebige Hebevorrichtungen, ähnlich den vorigen, benutzt werden, wobei das Fassen der Gegenstände entsprechend zu bewirken.

#### Taf. 9.

**Fig. 217 bis 219.** Um aus einem Fluß alte Baumstämme zu entfernen, die oft mit ihren Wurzeln und Aesten sehr fest stecken, hat sich die Vorrichtung Fig. 217 *a* zweckmäßig bewiesen, die (ähnlich Fig. 207) aus 2 großen Schraubenpaaren auf 2 verbundenen Schiffen besteht. Figur 217 *b.*, Detail der eisernen Schraubenspindeln; die Mutter mit Zapfen wegen des Schwankens.

Das Fassen der Baumstämme geschieht am besten dadurch, daß man die Lastkette mit einer Leine unter dem Stamm hindurchzieht, welche zuvor vermittelt eines mit langem Stiel versehenen eisernen Bügels (Fig. 218) durchgesteckt wird. Sonst schlingt man die Kette um einen hervorragenden Ast etc. Wo dies nicht ausführbar, kann man für kleinere Stämme eine lange Holzschraube, woran die Lastkette (Fig. 219), einschrauben. Um große Steine und Felsstücke aus dem Wasser zu heben, kann man sich zum Fassen derselben *a*) der Greifzange (Teufelsklaue), *b*) des Steinkorbes, *c*) des Wolfes oder Schlufskeiles bedienen.

**Fig. 220 bis 225.** Verschiedene Arten der Greifzange oder Teufelsklaue (Fig. 221—223). Die Hebe-Vorrichtung zur Greifzange ist am besten auf 2 verbundenen Schiffen aufzustellen (Fig. 220), so daß ein kleinerer Kahn zur Empfangnahme der gehobenen Steine dazwischen fahren kann. Sonst am Ende eines größeren Schiffs Fig. 224, zuweilen nur nach Fig. 225.

**Fig. 226 bis 228.** Haken und Schippe (Grundschippe) zum Freilegen und Lüften der Steine im Grunde.

**Fig. 229 und 230.** Zum Heben kleinerer Gegenstände, auch solcher, die während der Arbeit ins Wasser fallen, dient die Grundzange, entweder mit langem Stiel, oder nur mit Kette.

#### Taf. 10.

Der Steinkorb ist eine Verbindung von Ketten, auf zweierlei Art herzustellen; entweder nach

**Fig. 231 und 232** mit einem aus einem Netz von Ketten bestehenden Mittelstück, worauf der Stein gewälzt wird, oder,

**Fig. 233**, es ist nur eine um den Stein zu legende Kette mit hinaufreichenden Seitenketten; jene hat am einen Ende einen Haken, welcher mittelst einer daran befestigten Stange in ein passendes Glied des andern Endes gelakt wird.

**Fig. 234 u. 235.** Der Wolf oder Schlufskeil, wozu zuvor in den Stein ein passendes Loch gearbeitet wird; die gewöhnliche Art (außer dem Wasser) mit unten erweitertem viereckigen Loch, kann zum Hinablassen der Steine in das Wasser (etwa nach Fig. 234) angewendet werden. Ein aus dem Wasser zu hebender Stein ist dagegen nur mit cylindrischem, von oben einzubohrendem Loch zu versehen; in dies ist der Wolf Fig. 235 zu setzen, mit zugespitztem Schlüssel, der von oben nachgetrieben wird.

Ein größerer Stein kann gleichzeitig mit mehreren Wölfen an vertheilten Punkten gefaßt werden.

Häufig ist das Lossprengen von Felsen und das Zerkleinern großer Steine erforderlich, um die einzelnen Stücke leichter bewältigen zu können. Dies geschieht hauptsächlich mittelst Schießpulver. Es wird je

**Fig. 236** in den Stein ein Loch gebohrt, 1 bis 3 Zoll weit, etwa  $\frac{1}{4}$  der Steindicke tief, dies auf  $\frac{1}{2}$  mit Pulver gefüllt, und darauf ein Pfropf (Besatz) von Lehm etc. gestopft, bis auf eine hindurchreichende Zündröhre, woran oben entzündet wird.

**Fig. 237.** Wenn über dem Stein Wasser von geringer Tiefe steht, so kann man auf jenem einen kleinen Fangdamm aus Thon errichten, ausschöpfen und das Sprengen noch im Trocknen ausführen. Für größere Wassertiefe dagegen hat man folgende drei Verfahren:

**Fig. 238.** Man stellt in das oben etwas erweiterte Bohrloch eine bis über Wasser reichende, unten gut anschließende Röhre von Holz, Eisen oder Blech. Nachdem daraus durch öfteres Eintauchen eines Schwammes das Wasser entfernt, und das Bohrloch ausgetrocknet ist, werden Ladung und Besatz mit hinaufreichender Zündröhre eingebracht.

**Fig. 239.** Man fertigt auf dem Lande eine wasserdicht geschlossene Patrone mit langer Zündröhre an, und wird erstere in das Bohrloch gebracht, darüber der Besatz, der hierbei meist aus Sand besteht. Zum Schutz der Zündröhre gegen Strömung wird oft eine (wenn auch nicht wasserdichte) Blechröhre aufgestellt.

**Fig. 240.** Man wendet eine bis über Wasser reichende Blechröhre an, die möglichst genau in das Bohrloch paßt, und auf dem Lande in ihrem unteren Ende mit Ladung und Besatz versehen wird. Da wegen des Spielraums im Bohrloch beim Entzünden der Stein häufig nicht gesprengt wird, so muß man hier eine stärkere Ladung nehmen, oder man bildet den Besatz in der Röhre durch einen Doppelkeil mit hin-

durchreichender Zündröhre, der beim Sprengen gegen die Wände des Bohrlochs geprefst wird.

Fig. 241 und 242. Ausgedehnte Spreng-Arbeiten sind u. A. im Rhein zwischen Bingen und St. Goar ausgeführt. Das Bohren der Löcher und das Sprengen geschahen hierbei von einem Flosse aus, welches (wo dies der Schifffahrt nicht hinderlich) gegen die Strömung durch einen dreieckigen mit Steinen beschwerten Staukasten geschützt war. Zum Untersuchen des Grundes und der Bohrlocher bediente man sich des Schrohres (Fig. 242).

Wo mehrere Ladungen gleichzeitig entzündet werden sollen, geschieht dies vortheilhaft mittelst galvanischer Batterie.

In tiefem Wasser ist beim Sprengen, Bohren, so wie bei andern Grundarbeiten. Abschneiden der Pfähle, Fassen der Steine etc. öfters die Hülfe der Taucherglocke eingetreten.

#### Das Ausgraben der Baustelle.

Die Baugrube, in erforderlicher Weite und Tiefe herzustellen, ist in den Seiten mit gehörigen Böschungen zu versehen, bei gröfserer Tiefe selbst mit Banquets unterbrochen, so dafs kein Nachstürzen erfolgt.

Zuweilen kann man aber, wegen Beschränktheit des Raumes etc., nur steile Seitenwände geben; diese sind dann gewöhnlich durch Absteifung und Verschalung zu sichern.

Fig. 243 bis 247. Bei festerer Erde legt man nur einzelne Bretter mit Steifen (Spreitzen) an (Fig. 243); sonst, nachdem nothdürftig hinabgegraben, schlägt man leichte Pfähle (Fig. 244) in 4 bis 6 füsiger Entfernung ein, stellt dahinter horizontale Bretter, und hinterfüllt sie; die Pfähle sind gewöhnlich durch Steifen (Fig. 245), Streben (Fig. 246), oder Anker (Fig. 247) zu halten.

Fig. 248 bis 252. In beweglicher (flüssiger) Erde muß bereits beim Beginn des Ausgrabens eine dichte Verschalung gesetzt, und diese mit dem Tiefergraben successive tiefer geführt werden; hierzu nimmt man verticale Bretter oder Bohlen (Fig. 248), unten zugescharft, innen gegen ein horizontales Gurtholz gelehnt, die von oben mit Hammerschlägen nachzutreiben. Außer dem oberen festen Gurtholz wird auch ein unteres, zu senkendes angeordnet (Fig. 249 u. 250). Die Bretter sind höchstens 6—8 Fufs lang zu nehmen; für tiefere Ausgrabung setzt man innerhalb der hinreichenden Bretterreihe eine dergl. zweite an, zum tieferen Senken, mit neuen Gurthölzern; und ist dies Verfahren je nach der Tiefe mehrere mal zu wiederholen. Damit dann die Grube unten nicht enger werde, sind die Bretterreihen unten schräg zu führen (Fig. 251); beim Legen eines innern Gurtholzes wird der Zwischenraum gegen das äußere vorläufig durch Pfändkeile erhalten, die nachher durch die einzustellenden Bretter zu ersetzen. Lange Bretter werden wohl nachträglich noch durch Zwischengurte gegen Einbauchen gesichert (Fig. 252).

Fig. 253 und 254. Das angegebene Verfahren ist am meisten ausgebildet im Bergbau, auch bei den Arbeiten der Pioniere; für Schächte (Brunnen), wie auch ebenso für Stollen (Gänge, Gallerien) (Fig. 253). Die Gurthölzer werden hier durch viereckige Rahmen dargestellt, bei erstern Schachtjoche (Fig. 254a),

bei letztern Thürgerüste (Fig. 254b) genannt; die Bretter heißen Pfähle.

Fig. 255 bis 257. Zum Heraus schaffen von Erde und Wasser aus einem Schacht dienen am einfachsten 2 abwechselnde Kübel an gemeinschaftlicher oberer Haspelwelle (Fig. 255 u. 256). Letztere ist öfters conisch (Fig. 257), um zwischen den abwechselnd verschieden langen Seilfaden Gleichgewicht herzustellen.

Fig. 259. Der Transport der gegrabenen Erde aus den Baugruben geschieht am einfachsten mittelst Handkarren auf Laufdielen. Die Handkarre faßt ca. 2 Cubikfufs; sie muß dauerhaft, jedoch leicht, und leicht zu handhaben sein, ferner der Schwerpunkt der beladenen Karre nahe dem Rade liegen; das Rad hat ca. 18 Zoll Durchmesser.

Fig. 260. Die Karrenwege aus den Baugruben kann man öfters in den Böschungen einschneiden, mit 1:6 Steigung; sonst sind dazu

Fig. 260, leichte Laufbrücken auf Gerüstböcken herzustellen.

Fig. 258. Falls große Erdmassen auf beträchtliche Höhe zu fördern, kann man vortheilhaft einfache Erdwagen auf geneigter Bahn mittelst Seil hinaufziehen lassen; auch mit gemeinschaftlicher Winde zwei Wagenzüge, abwechselnd je einen beladenen hinauf, und einen leeren hinabgehend bewegen (ähnlich den Kübeln Fig. 255), so dafs nur das Gewicht der Erde zu heben ist.

#### Das Baggern.

Anstatt des Ausgrabens wird das unter dem Wasser liegende Erdreich mittelst des Baggerns herausgeschafft, wozu die Bagger oder Baggermaschinen dienen. Es geschieht öfters, in geringerem Maaße, beim Grundbau (siehe oben), wobei einfachere und kleinere, gewöhnlich durch Menschenkraft, von der Baurüstung aus bewegte Bagger genügend sind; in ausgedehnterem Maaße aber zur Erhaltung der Schifffahrtstiefe in Flüssen, Häfen etc., wobei größere, mit stärkerer Kraft, häufig Dampfkraft, betriebene Maschinen auf einem Schiff angewendet werden.

Man kann, kurz angegeben, folgende 4 Arten der Bagger unterscheiden:

1) Stielbagger, 2) Eimerbagger, 3) Schaufelbagger, 4) Radbagger.

#### Taf. 11.

Fig. 262 bis 264. Beim Stielbagger ist das eigentliche Bagger-Instrument mit einem langen, bis über Wasser reichenden Stiel verbunden, womit die Handhabung geschieht. Je nach der Festigkeit des zu baggernden Materials wird angewendet: entweder der gewöhnliche, schippenartige Bagger, (Fig. 262, für consistente Erde, Schlick und festen Sand), oder der Sackbagger (Fig. 263), ein zugescharfter eiserner Ring mit daran genähtem leinenen Sack (für Schlamm, Moder und Trieb sand); oder der Rechen (Fig. 264), eine korbartige Verbindung von zugespitzten Eisenstangen (für Kies und steinigen Boden). In ähnlicher Weise ist auch bei Einrichtung der 3 andern Baggerarten die Beschaffenheit des Erdreichs zu berücksichtigen.

Fig. 265 bis 269. Der Stielbagger kann durch einen Arbeiter gehandhabt werden (Fig. 265), oder besser durch zwei Arbeiter (Fig. 266), von denen einer den Stiel regiert, der andere an einer unten angebundenen

Leine zieht. Zu stärkerer Leistung wird die Leine auch mittelst einer Winde gezogen (Fig. 267 auf einem Schiff). Größere Stielbagger hat man mit beiderseitigen Zugketten durch ein Laufrad nach Fig. 268, oder durch zwei Laufräder nach Fig. 269 (Hafen von Toulon) in Bewegung gesetzt; dabei ist auf beiden Seiten des Schiffes ein Bagger angeordnet.

Der Eimerbagger (genauer Eimerkettenbagger) besteht wesentlich in einer Kette ohne Ende, und zwar gewöhnlich einer doppelten Kette, mit daran befestigten Eimern oder Kästen (meist aus Eisenblech), jene entweder in verticaler oder in schräger Anordnung um eine untere und eine obere Trommel (Gabelwalze) geführt, wonach durch Umdrehung der obern Trommel die Eimer unten gefüllt, dann gehoben und oben entleert werden.

Fig. 270 und 271. Der vertikale Eimerbagger hat ein Gerüst mit beiderseits hinabreichenden, der Höhe nach verstellbaren Gattern, welches auf Schiffen, oder aber fester Rüstung aufzustellen ist. In letzterer Art besonders auf Baustellen, wofür dieser Bagger am meisten geeignet, weil er geringen Raum einnimmt. Die Kette ist am besten eine doppelte, weniger gut eine einfache (Fig. 271).

Fig. 272 bis 277. Der schräg liegende Eimerbagger bewirkt ein vollkommeneres Schöpfen, und wird besonders zum Vertiefen in Flüssen und Häfen gebraucht. Hierzu ist ein schräger Rahmen (Schlitten), der an seinen beiden Enden die Kettenwalzen trägt, auf einem mit passendem Einschnitt versehenen Schiffe, oder zwischen zwei mit einander verbundenen Schiffen angebracht. Die Bewegung der obern Walze geschieht (wie auch in Fig. 270) durch ein Vorgelege mit Kurbeln; das untere Ende des Schlittens kann durch eine Winde gehoben und gesenkt werden. Eine zweite Winde zieht die ganze Vorrichtung allmählig flussaufwärts nach einem Anker oder Pfahl, wobei im Grunde ein Streifen gebaggert wird. Die untere Gabelwalze (Fig. 273), ist behufs Anspannung der Kette zu verschieben, nach Fig. 274. Die Baggereimer (Fig. 275 und 276), oder Rechen (Fig. 277), sind auf den Verbindungsbolzen der (doppelten) Kette befestigt; diese Bolzen haben außerhalb noch Frictionsrollen, die auf besonderen Führungslatten laufen (Fig. 272).

Fig. 278. Das ausgebaggerte Material wird durch eine hölzerne Rinne in den Schlamm- oder Moderprahm befördert. Dieser ist zuweilen mit beweglichem Boden versehen.

### Taf. 12.

Die größeren, durch stärkere Kraft, namentlich Dampfkraft betriebenen Eimerbagger, haben in gleicher Weise schräge Schlitten mit Eimerketten; hierbei wird aber nur die Kette über dem Schlitten (mit den gefüllten Eimern) durch Frictionsrollen unterstützt, die untere, mit den leeren Eimern, hängt frei, wodurch die Kette von selbst gespannt wird.

Fig. 279. Skizze eines Dampfbaggers (richtiger Dampfmaschinenbagger). Man ordnet entweder an jeder Langseite des Schiffes einen Eimerschlitten an, oder nur einen in der Mitte der Schiffsbreite, an dem einen Ende des Schiffes, welches hierzu mit passendem Einschnitt versehen ist. Der Mechanismus der Dampfmaschine hat Vorrichtungen, wodurch bei Hindernissen im Grunde, einerseits die Bewegung der obern

Kettenwalze unterbrochen, andererseits das untere Ende des Schlittens gehoben (gelüftet) wird.

Der zur Vertiefung des Hafens Neufahrwasser benutzte Dampf bagger hatte eine Maschine von 16 Pferdekraft; das Schiff war  $86\frac{1}{2}$  Fufs lang, 24 Fufs breit, der Einschnitt für den Schlitten  $39\frac{1}{2}$  Fufs lang,  $4\frac{1}{2}$  Fufs breit, der Schlitten selbst war  $35\frac{1}{2}$  Fufs lang, und konnte damit bis 16 Fufs unter Wasser tief gebaggert werden.

Fig. 280 bis 282. Der Schaufelbagger, nur bei weichem Boden anwendbar, ist dem schrägliegenden Eimerbagger ähnlich. Statt der Eimer sind aber an der Kette hölzerne Schaufeln (Fig. 282) befestigt, die das Erdreich in einem untergehängten Troge in die Höhe schieben. In dieser Art ist die in Holland viel gebräuchliche Modernmühle; das Schiff ist 60 Fufs lang, 8—9 Fufs breit, der Trog 40 Fufs lang, 3 Fufs breit; sie wird durch einen auf dem Schiff angebrachten Pferdegepöpel betrieben.

Fig. 283. Beim Radbagger fördern die Schaufeln, die am Umfange eines Rades befestigt sind, das Baggermaterial in einem gekrümmten Troge in die Höhe. Da ein Heben und Senken des Radbaggers schwer zu bewerkstelligen ist, und nur durchaus weicher und flüssiger Boden damit gebaggert werden kann, so ist derselbe nur wenig gebräuchlich und nicht zu empfehlen.

### Das Auflockern des Grundes etc.

Das Grundbett der Flüsse und Häfen wird häufig, vortheilhafter als durch Baggern, durch Strömung oder Spülung vertieft. Hierzu sind meist permanente Einrichtungen (Buhnen etc., resp. Spülschleusen). Anstatt derselben bedient man sich für kleinere Ausführungen auch wohl der beweglichen Stau-, Schütz- oder Buhnen-Vorrichtungen, die an den betreffenden Stellen des Flusses etc. zur Verstärkung der Strömung passend aufgestellt werden. Ferner befördert man das Vertiefen durch Auflockern des Grundes: denn geringere Kraft, als zum Losreißen der Erdtheils erforderlich, genügt um die bereits losgerissenen fortzubewegen.

Fig. 284 bis 290. Zum Auflockern dienen die Kratzen, oder Kratzmaschinen; dies sind Anker mit mehreren Spitzen (Fig. 284), Rechen (Fig. 285), Eggen (Fig. 286), auch Ketten mit eisernen Spitzen (Fig. 287). Sie werden auf dem Flußbette entlang gezogen, bei niedrigem Wasser durch Pferde, oder mittelst Winden. Bei höherem Wasser befestigt man sie an Schiffen, welche durch die Strömung entweder nach der Breite (Fig. 288, Princip der fliegenden Brücken), oder nach der Länge (Fig. 289) fortbewegt werden. Noch einfacher erreicht man diese Fortbewegung, wenn man am Schiffe Stauwände befestigt: wohl nur ein ins Wasser tauchendes Segel und seitliche, verstellbare Schwerter (Fig. 290).

Fig. 291. Man hat auch Vorrichtungen angewendet, womit im ganzen Profil eines kleinern Kanals weicher Schlamm auf große Längen fortgeschafft werden kann, ohne ihn (wie auch vorher) durch Ausheben zu beseitigen. Man bringt nämlich an einem Schiffe eine mit Schützen und Klappen versehene Stauwand an, die das Profil des Kanals ausfüllt; selbige wird durch das anstauende Wasser fortbewegt, den Schlamm vor sich her schiebend.

Fig. 292. Hierzu sind zuvor öfters die Schlingpflanzen, die der Bewegung hinderlich, fortzuschaffen: mittelst Sicheln, welche durch Pferde gezogen werden.

#### Die Fangdämme.

Die Fangdämme dienen, das äußere Wasser von einer Baustelle abzuhalten. Sie müssen gegen den Druck und den Wellenschlag desselben stabil, demnächst wasserdicht sein.

Am günstigsten ist es, den Grundbau zur Zeit des niedrigen Wassers (im Spätsommer oder Herbst) auszuführen, und ist dann der Fangdamm um ca. 1 Fuß höher herzustellen als der beträchtlichste zu dieser Zeit zu erwartende Wasserstand. Bei höherem Wasser (zu anderen Zeiten) müßte zu dessen Abhaltung der Fangdamm oft beträchtlich höher werden; und, abgesehen von den größeren Kosten des Fangdammes und des Wassers schöpfens, könnte häufig durch den starken Wasserdruck beim Schöpfen, der Baugrund auf bedenkliche Weise aufgelockert werden. Daher man wohl thut, für solchen Fall, das Hochwasser (mit Unterbrechung der Arbeit) in die Baustelle treten zu lassen; wodurch also auch der erstere, niedrigere Fangdamm genügend wird, der event. mit leichtem höheren Schutzwerk zu verbinden.

#### Taf. 13.

- Fig. 293. Für geringe Wassertiefe kann man eine gewöhnliche Erdschüttung als Fangdamm benutzen.
- Fig. 294 bis 296. Gut ist, hierbei auf der inneren Seite (nach der Baugrube zu), eine Holzwand zu stellen, wogegen die Erde zu lagern.
- Fig. 297 u. 298. Zuweilen wird auch eine Brett- oder Bohlwand schräg (unter 30—35 Grad) gegen eine verholzte Pfahlreihe gelegt, darauf eine Lage Stroh oder Mist, dann Erde in geringer Dicke aufgebracht.
- Fig. 299. Um das Durchbiegen der Bretter (bei größerer Länge derselben) zu verhüten, schiebt man zuerst schräge Hölzer mit darauf befestigten Querhölzern hinab, darauf die Bretter etc.
- Fig. 300. Am gebräuchlichsten, besonders für größere Wassertiefe, ist der Kastenfangdamm, ein Erdkörper, auf beiden Seiten mit Holzwänden eingefast, letztere gebildet je durch eine verholzte leichte Pfahlreihe mit innerer Brett- oder Bohlenbekleidung, beide oben durch Zangen verbunden. Die Breite des Fangdammes macht man gewöhnlich gleich seiner Höhe, falls diese nicht über 8 Fuß beträgt, bei größerer Höhe aber gleich der halben Höhe + 4 Fuß; die Entfernung der Pfähle in ihrer Reihe wird 4 bis 5 Fuß, die der Zangen wohl etwas größer genommen.
- Fig. 301 bis 304. Verbindung der Holme und Zangen mit den Pfählen; das Fortlassen des Holmes (Fig. 304) ist nicht zu empfehlen. Die innere Bekleidung wird entweder mit horizontalen oder mit verticalen Brettern (zuweilen Bohlen) hergestellt; die ersteren sind gegen die Pfähle gelehnt, gegen Durchbiegen gut gesichert, schliessen aber gegen den Grund weniger dicht an, als verticale, welche einzurammen sind.
- Fig. 305. Die horizontalen Bretter sind nicht einzeln ins Wasser zu bringen, vielmehr zu Tafeln zusammenzunageln, die im Ganzen einzustellen.
- Fig. 306. Bei zeitweise niedrigem Wasser ist der obere Theil durch einzelne Bretter zu ergänzen.
- Fig. 307. Horizontale Bretter zwischen genuthete Pfähle einzuschieben, ist zu verwerfen.

Fig. 308 und 309. Die verticalen Bretter, wohl in den Fugen sich überdeckend, sind gegen den obern Holm zu lehnen, auch zu nageln.

Fig. 310. Um ihr Durchbiegen zu verhüten, können zuweilen horizontale Gurthölzer an den Pfählen befestigt werden; sonst

Fig. 311 und 311a versenkt man dergleichen Gurthölzer mittelst daran befestigter Stangen so, daß die Gurthölzer gegen die Pfähle lehnen, und setzt dann die Bretter gegen die Gurthölzer.

Fig. 312 bis 314. Zu größerer Stärke und bei mehr als 10 bis 12 Fuß Wassertiefe, ist als Bekleidung eine Spundwand herzustellen. Um die Zwingen zum Einrammen unter Wasser anzubringen, verbolzt man sie an den Enden mit einzelnen Spundpfählen, die dann zuerst einzutreiben (Fig. 314). (Siehe auch das oben über das Einrammen der Spundwände Gesagte).

Ueberhaupt sind die Bekleidungen nach Herstellung der Pfahlreihen, und bevor die Holme gelegt, anzubringen; die Holme aber, zum Zusammenhalten, vor der Erdausfüllung. Letztere ist von guter Erde möglichst dicht herzustellen, lose Theile des Grundes wohl zuvor fortzubaggern.

Fig. 315 bis 319. Grundriffs-Anordnung der Fangdämme namentlich für Brückenpfeiler. Der Fangdamm ist in einigem Abstand, mindestens 5 Fuß, von dem aufzuführenden Bauwerk zu errichten (s. auch Fig. 319); die Ecken werden des besseren Wasserdurchflusses wegen, wohl abgestumpft (Fig. 315).

Zuweilen, so von Perronet, sind so 2 Brückenpfeiler mit gemeinsamen Fangdämmen umschlossen (Fig. 316 u. 317); was mehr Wassers schöpfen erfordert, dagegen bequemes Arbeiten gestattet. Oder es sind die Fangdämme so gestellt, daß nach Vollendung des einen Pfeilers, sie theilweise für die folgenden Pfeiler zu benutzen (Fig. 317 und 318).

Fig. 320 und 321. Doppelte Fangdämme, mit mehreren Pfahlreihen etc., sind nur allenfalls für größere Höhe zu billigen.

Fig. 322. Oefters sind die Fangdämme mit bedeutend schwächerem Erdkörper, als oben angegeben, hergestellt; hierbei ist außer gehörig dichter Erdschüttung eine innere Absteifung nöthig (in der Figur vergessen), die später gegen das bereits fertige Mauerwerk zu setzen. Vergl. auch Fig. 324, 245 und 246.

Fig. 323. Fangdamm mit schwächerem Erdkörper, der bis 40 Fuß Höhe ausgeführt ist. Dabei sind vier volle Pfahlwände mit Gurtungen, welche mittelst durchgehender eiserner Bolzen zusammengehalten werden.

Fig. 324. Zuweilen ist dem Fangdamm eine runde oder polygonale Grundriffsform gegeben, wobei gewölbartiger Widerstand gegen den Wasserdruck stattfindet.

Fig. 325. Anstatt der angegebenen, mit mehr oder weniger starkem Erdkörper versehenen Fangdämme, hat man in neuerer Zeit öfters einfache Spundwände zum Abhalten des Wassers angewendet, die, wenn damit dieser Zweck wirklich erreicht wird, vortheilhafter sind. Es ist dazu 1) Dichtigkeit nöthig, durch gutes Einrammen starker Spundpfähle in möglichst gleichmäßigem Boden, und mit Hülfe von Nachdichten, namentlich Verstopfen der innern Fugen mit Werg, 2) sicheres Absteifen, welches beim Ausschöpfen, successive von oben herab gehend, vorzunehmen, gleichzeitig mit dem gedachten Nachdichten.

Die Spundwände sind entweder event. wieder ausziehen, oder sie werden, dicht am Fundament, als permanente beibehalten und unter Wasser abgeschnitten. Zuweilen ist vor der Spundwand noch eine Schirmwand nöthig, die zuerst herzustellen (vergl. Fig. 430.)

Fig. 326. Zuweilen sind 2 Spundwände in einigem Abstand angeordnet, um zwischen beiden einen mittleren Wasserstand zu unterhalten.

Fig. 327. In ähnlicher Weise sind früher gegen wellenschlagendes Wasser auch schrägliegende Spundwände ausgeführt.

#### Ausschöpfen des Wassers.

Die Wasserschöpfmaschinen sind nach folgender, auch in Hagen's Handbuch der Wasserbaukunst angenommener Einteilung zu beschreiben:

1) Maschinen, die dem Wasser einen Stofs ertheilen und es werfen: Wurfschaufel, Schwungschaufel, Wurfrad, Kreiselpumpe;

2) solche, die das Wasser in Eimern heben: Handeimer, Eimerkette, Eimerrad;

3) solche, die das Wasser in beweglichen Kanälen heben: Wipptrog, Schneckenrad, Wasserschnecke, Wasserschraube;

4) solche, bei denen das Wasser in festen Rinnen oder Röhren gehoben wird, indem darin Scheiben oder Kolben anwärts bewegt werden: Schaufelwerk, Kettenpumpe;

5) solche, bei denen das Wasser in festen Röhren aufsteigt, indem darin ein Kolben auf- und abwärts bewegt wird, zugleich Ventile angebracht sind: Pumpen.

#### Taf. 14.

##### Ad 1.

Fig. 328 und 329. Die Wurfschaufel, eine hölzerne Schippe, mit welcher das Wasser durch einen Arbeiter ca. 3 Fufs hoch und 6 Fufs weit geworfen wird, ist hauptsächlich vortheilhaft, um bis dicht auf einen Dielenboden auszuschöpfen, so zum Ausschöpfen der Schiffe.

Fig. 330 bis 332. Die Schwungschaufel ist mittelst Seil an einem Gerüst aufgehängt, zu regelmässigerer, pendelartiger Bewegung; dabei häufig grösser, für drei Arbeiter, wovon einer den Stiel regiert, und zwei mittelst angebandenen Leinen ziehen; Wurfhöhe 3 bis 5 Fufs. Hier wie vorher ist der Fangdamm etc. mit Brettern zu bekleiden und mit breiter Abflusrinne zu bedecken.

Fig. 333 und 334. Schwungschaufel in fester Aufstellung, mit einem Balancier verbunden; die Schaufel (Fig. 334) ist in einer gekrümmten Rinne beweglich und mit Klappen versehen, die sich beim Rückgange öffnen.

Fig. 335 bis 338. Eine Ausbildung der Wurfschaukeln ist das Wurfrad, welches gleichmässig (nicht hin und her), jedoch schnell, mit ca. 10 Fufs Umfangsgeschwindigkeit, umzudrehen ist, häufig zum Entwässern der Ländereien, so in Holland, angewendet. Es besteht entweder, in einfacher Anordnung, aus einer Anzahl freier Schaufeln, die radial an einer umzudrehenden Welle befestigt sind (Fig. 335 und 336), oder besser aus Schaufelbrettern, die mittelst Schwertern zu einem eigentlichen Rade verbunden sind, und sich mit geringem Spielraum in einem festen gerundeten Kanal be-

wegen (Fig. 337). Die Umdrehung der Welle geschieht gewöhnlich durch eine Windmühle (Fig. 338). Die Hubhöhe des Wurfrades ist bis zu 5 Fufs. Für grössere Hubhöhe werden zwei und mehrere Wurfräder hintereinander, successive höher liegend angewendet.

Fig. 339. In neuerer Zeit wird auch vielfach die Kreiselpumpe (Centrifugalpumpe) zum Ent- und Bewässern der Ländereien gebraucht; in dem mit Zuleitung versehenen Fufs eines Steigrohrs wird ein Kreisrad durch beliebige Kraft (gewöhnlich Dampfkraft) schnell umgetrieben und dadurch das Wasser in der Röhre gehoben.

##### Ad 2.

Fig. 340. Die Handeimer, gewöhnlich aus Holz (besser aus Leder) mit durchgesteckter Handhabe, ca.  $\frac{1}{3}$  Cubikfufs Inhalt, werden öfter zum Ausschöpfen der Baugruben oder auch zur Hilfsleistung dabei gebraucht. Sie gestatten, wenn die schöpfenden Arbeiter bis zum Knie im Wasser stehen, eine Hubhöhe bis 4 Fufs; für 8 Fufs Hubhöhe stellt man 2 Reihen Arbeiter übereinander.

Fig. 341. Die Eimerkette (Kastenwerk, Norie) ist (ähnlich dem verticalen Eimerbagger Fig. 270) eine, über eine obere Kettenwalze geführte und herabhängende Kette mit daran befestigten Eimern, welche bei Umdrehung der Walze das Wasser unten schöpfen, oben ausgiefsen. Diese Maschine ist namentlich in Italien viel gebräuchlich, und besonders für grössere Hubhöhe vortheilhaft, wobei der Hubverlust am Ausgufs verhältnissmässig gering wird; es kann damit auch unreines und sandiges Wasser ohne Nachtheil gehoben werden. Zum guten Schöpfen und Ausgiefsen ist langsame Bewegung nöthig (entgegengesetzt den Schaufeln ad 1).

Fig. 342 bis 347. Gewöhnlich sind 2 Ketten mit langen Gliedern (Fig. 342, 343, 344 und 346), seltener ist nur eine Kette (Fig. 347); zuweilen sind die Kästen drehbar (Fig. 346); anstatt der Ketten hat man auch Seile mit daran gebundenen Eimern angewendet (Fig. 345).

#### Taf. 15.

Fig. 348 bis 355. Verschiedene Arten der Trommeln (Kettenwalzen) für die Kastenwerke etc., dieselben sind entweder Armgestelle auf einer Axe (Fig. 348, 351, 352), oder Scheiben mit Stöcken (Fig. 349, 350, 350a); ferner eigentliche Gabelwalzen für eine einzelne Kette (Fig. 353), endlich für kürzere Kettenglieder volle Wellen (Fig. 354 und 355).

Fig. 356 bis 362. Der Ausgufs des Wassers in die obere Ableitungsrinne geschieht entweder seitwärts (Fig. 356) oder nach Innen (Fig. 357), auch vermittelt durch innere Tröge oder hohle Welle (Fig. 358 und 359) ferner hinterwärts (nachdem die Kästen über die Kettenwalze gelangt sind) (Fig. 360 und 361), endlich nach vorn (Fig. 362), wobei die beweglichen Kästen gekippt werden. Das Ausgiefsen hinterwärts wird wesentlich vervollkommenet durch Anbringung einer zweiten oberen Kettenwalze (Fig. 361).

Fig. 363 bis 370. Das Eimerrad (weniger richtig Schöpf rad genannt) entsteht, wenn die Schöpfkästen oder Eimer am Umfange eines Rades angebracht werden, entweder fest (Fig. 363), oder beweglich (Fig. 370), wo-

durch das Füllen und Entleeren der Kästen erleichtert werden kann. Es dient besonders zum Bewässern der Ländereien, denen das gehobene Wasser mittelst Gerinne und Gräben zugeführt wird. Häufig ist das Rad zugleich Wasserrad (Schiffmühlenrad oder Strauberrad) und wird durch den Fluß bewegt, aus welchem geschöpft wird (Fig. 365 u. 367 bis 369).

Fig. 371. Eimerrad, in der Gegend von Elberfeld gebräuchlich, mit doppelt schräg gestellten kleinen Tonnen als Eimer.

Fig. 372. Rad am Umfang mit großen zellenartigen Behältern zum Schöpfen, welches beim Bau der Brücke zu Neuilly benutzt wurde:  $3\frac{1}{2}$  Fufs breit, 14 Fufs Durchmesser, zu 9 Fufs Hubhöhe.

#### Taf. 16.

Ad 3.

Fig. 373. Der Wipptrog (doppelter), eine oben offene hölzerne Rinne, in der Mitte mit Drehaxe in der Höhe der Abflusrinne, hieselbst mit Scheidewand und beiderseitigen Ausgüssen; wird abwechselnd an den Enden mittelst angebundener Leinen niedergezogen, wobei das Unterwasser durch Ventile eintritt, dann gehoben. Er ist unbequem, von geringem Effect, und erzeugt schädlichen Wellenschlag, daher nicht zu empfehlen. Ebenso nicht

Fig. 374, der einfache Wipptrog.

Fig. 375. Der mehrfache Wipptrog, eine Anzahl zickzackförmig auf beliebige Hubhöhe hinaufführender Kanäle, die an einander mit Ventilen verbunden (wohl doppelt, wie punktiert) und im Ganzen mittelst Balancier pendelartig bewegt werden, wobei das Wasser successive steigt.

Fig. 376. Das Schneckenrad oder Schöpfrad (Tympanum). An einer horizontalen Welle sind 2 volle Kreisscheiben mit mehreren, dazwischen gesetzten, spiralförmig gekrümmten Scheidewänden befestigt, solcherweise (in der Vertical-Ebene) eine Anzahl gewundener Kanäle dargestellt, die bei der Umdrehung das Wasser unten schöpfen, dann heben bis zu einer innern, die Welle umgebenden Trommel (hohle Welle), aus welcher es in die Abflusrinne fließt. Dies Schöpfrad, aus Holz oder auch aus Blech anzufertigen, ist theoretisch die vollkommenste Schöpfmaschine, besonders auch zu unreinem und sandigem Wasser geeignet, jedoch etwas unbequem.

Fig. 377. Beim Bau der Brücke zu Orleans wurde für 8 Fufs Hubhöhe ein solches Rad von 25 Fufs Durchmesser gebraucht, mittelst zweier auf beiden Seiten angebrachter Laufräder betrieben.

Fig. 378 bis 385. Die Wasserschnecke, auch Archimedische Schnecke oder Tonnenmühle genannt, ist in der Wirkung dem Schöpfrade ähnlich, zugleich praktischer, und auf Baustellen (für sandiges Wasser) die beste Schöpfmaschine, in Frankreich seit früher Zeit allen übrigen vorgezogen. Sie wird gebildet, indem um eine Spindel eine schraubenförmig geführte, vorstehende Wand befestigt, und mit einem Mantel umgeben wird, die beiden Stirnseiten offen bleibend, wodurch ein die Spindel hinaufführender gewundener Kanal entsteht; oder es werden auch mittelst mehrerer Wände eben so viele Kanäle dargestellt (in Fig. 379 sind 2). Das Ganze wird demnächst in schräger Stellung umgedreht, wobei jeder Kanal bei jedem Umgang unter Wasser schöpft, dies dann durch den

Kanal fließend hebt und oben ausgießt. Die Wasserschnecke ist am besten von Holz anzufertigen; für ca. 8 bis 10 Fufs Hubhöhe sind folgende Abmessungen angemessen: der Standwinkel ist durchschnittlich zu 30 bis 45 Grad zu nehmen, darnach Länge der Schnecke 18 bis 24 Fufs, ihr äußerer Durchmesser 2 bis  $2\frac{1}{2}$  Fufs, die Spindel 7—8 Zoll stark, die Wände  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  Zoll dick (aus stärkeren Holzstücken windschief zu arbeiten Fig. 380), in die Spindel  $\frac{1}{4}$  Zoll tief, in den Mantel  $\frac{1}{2}$  Zoll tief einzulassen, der Mantel von 12zölligen Brettern, mit eisernen Reifen gebunden (Fig. 381); die Höhe jedes Schraubenganges 12 bis 16 Zoll. An dieser Schnecke sind 8 Mann anzustellen, die pro Minute 30 bis 40 Umdrehungen machen, und (bei 6 Stunden wirklicher Arbeit) pro Minute 26 Cubikfufs Wasser 1 Fufs hoch fördern. Behufs Aufstellung der Schnecke wird sie mit einem Rahm umgeben, auf dessen Querriegeln die Lager für die Zapfen der Spindel ruhen (Fig. 378). Der Rahm ist wohl durch bewegliche Steifen zu unterstützen (Fig. 384). Gewöhnlich aber ist das untere Ende mittelst Winde-Vorrichtung (Fig. 382 und 385) zu heben und zu senken, so daß es nicht gänzlich ins Wasser taucht (noch Luft geschöpft werde, was vortheilhaft ist). Die Drehung der Schnecke geschieht entweder durch eine direct am obern Zapfen angebrachte Kurbel (Fig. 378, 382, 384), auch mit Lenkstangen (die in den Fig. fehlen); oder nach Fig. 383 durch Kurbeln an einer horizontalen Axe, die mit dem Zapfen vermittelt conischer Räder verbunden. Wie zuweilen kleinere Schnecken, als nach den angegebenen Abmessungen, vortheilhaft sind, so sind andererseits auch größere durch stärkere Kraft, Dampfmaschine, betriebene angewendet worden, z. B. nach Fig. 385.

Fig. 386. Die Wasserschraube ist eine offene Schnecke (ohne Mantel), die sich mit geringem Spielraum in einem schräg liegenden festen Troge bewegt und dadurch das Wasser in die Höhe schiebt; ist weniger vortheilhaft, und gehört genauer zu den Maschinen ad 4.

#### Taf. 17.

Ad 4.

Fig. 387 bis 393. Das geneigte Schaufelwerk, welches in Holland viel gebräuchlich, hat (ähnlich dem Schaufelbagger) eine (meist doppelte) Kette mit daran befestigten Schaufelbrettern, nebst unterer und oberer Kettenwalze; die Schaufeln, häufig 1 bis 2 Fufs breit,  $\frac{1}{2}$  bis 1 Fufs hoch, gehen durch 2 übereinander angebrachte, geneigte, hölzerne Kanäle; in dem untern das unten geschöpfte Wasser vor sich in die Höhe schiebend, in dem obern leer zurück. Die Lager der Kettenwalzen auf vorstehenden Backenstücken (Fig. 392); die obere Walze, mit Kurbeln zur Bewegung, ist behufs Anspannung der Kette verschieblich. Zuweilen hat man eine einfache hölzerne Kette angewendet (Fig. 391).

Fig. 394 bis 397. Die Kettenpumpe (Scheibenkunst, Paternosterwerk), in der Englischen Marine gebräuchlich, mit gutem Effect; hat eine einfache, über eine obere Walze geführte, verticale Kette ohne Ende, woran kreisrunde versteifte Lederscheiben (gewöhnlich von 4 Zoll Durchmesser) befestigt; diese gehen durch eine, mit dem Fufs im Unterwasser stehende hölzerne



oder eiserne Steigröhre, das Wasser vor sich in die Höhe schiebend; die Geschwindigkeit der Scheiben, wie auch der vorigen Schaufeln, ist 3 bis 4 Fufs. Die Bewegung der oberen Walze geschieht gewöhnlich wieder mittelst Kurbeln.

Um aus einer angespannten Kette ein einzelnes Glied herauszunehmen, nähert man die benachbarten Glieder einander mittelst der Schraubenvorrichtung Fig. 396.

Ad 5.

Die Pumpen, welche im ganzen Bereich des Maschinenwesens die ausgedehnteste Anwendung finden, sind (einfach hergestellt) auch zum Ausschöpfen des Wassers auf Baustellen in vielen Fällen vortheilhaft. Sie sind sehr bequem, leicht aufzustellen, zu versetzen, in der Hubhöhe zu verändern und erfordern wenig Raum; sie haben nur geringen Kraft-, Hub- und Wasserverlust, und ihre Anschaffungs- und Unterhaltungskosten sind verhältnismäßig gering. Sie haben nur den Nachtheil, daß beim Schöpfen von unreinem, namentlich sandigem Wasser die Kolben und Ventile sich schnell abnutzen und schädlich undicht werden; weshalb für solches Wasser ihr Gebrauch einzuschränken ist; in Frankreich werden sie wegen dieses Nachtheils überhaupt auf Baustellen nur selten angewendet.

Es sind hier zunächst über die Pumpen im Allgemeinen einige Bemerkungen zu machen.

Der Haupttheil jeder Pumpe ist der Pumpencylinder (Pumpenstiefel oder Kolbenrohr), worin der Kolben (dicht schließend) mittelst der Kolbenstange auf- und abbewegt wird. In diesen münden durch Vermittelung zweier Ventile (die durch den Wasserdruck bei der Bewegung des Kolbens sich abwechselnd öffnen und schliessen) das Saugrohr mit dem Eintritt des Unterwassers und das Steigrohr mit dem obern Ausgufs. Das untere Ventil (Bodenventil) öffnet sich beim Aufgang des Kolbens und läßt das Unterwasser eintreten, schließt sich dann beim Niedergang des Kolbens. Das zweite Ventil ist entweder in dem Kolben angebracht (Ventilkolben), beim Niedergang geöffnet, das Wasser durchlassend, beim Aufgang geschlossen, das Wasser darüber hebend; oder es befindet sich in der Mündung des Steigerohrs unterhalb des Kolbens, bleibt beim Aufgang auch geschlossen, beim Niedergang des Kolbens (Druckkolben) aber wird das Ventil geöffnet, und das Wasser mittelst Druck in die Steigröhre gefördert.

Fig. 398 bis 401. Oefters ist das Steigrohr oder das Saugrohr von geringer Länge, oder auch durch Verlängerung des Kolbenrohrs ersetzt. Eine mit Ventilkolben versehene Pumpe heist im ersteren Falle Saugpumpe (Fig. 398), im letzteren Hubpumpe (Fig. 402); falls aber vollständige Steig- und Saugröhre vorhanden: vereinigte Saug- und Hubpumpe (Fig. 401). Eine mit Druckkolben versehene Pumpe, ohne wesentliches Saugrohr, ist Druckpumpe (Fig. 399), mit demselben: vereinigte Saug- und Druckpumpe (Fig. 400).

Die Saughöhe bis zum höchsten Stande des Kolbens kann höchstens 28 Fufs betragen. Bei der Druckpumpe ist die Anbringung eines Windkörpers am Steigrohr vortheilhaft (Fig. 400) zum ununterbrochenen Steigen des Wassers. Die Weite der Ventile ist möglichst groß zu machen,  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  des betreffenden Rohrquerschnitts. Bei den vollkommeneren Pumpwerken nimmt man beträchtlichen Kolbenhub, 6 bis 10 Fufs, und geringe Geschwindigkeit

des Kolbens,  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  Fufs p. Sek.; bei den einfachen Pumpen des Grundbaues ist nur 2 bis 3 Fufs Kolbenhub möglich, wogegen 1 bis  $1\frac{1}{2}$  Fufs Geschwindigkeit des Kolbens genommen wird.

Die weitere Ausführung der Pumpeneinrichtungen nebst Details gehört nicht hierher; und wird nur die Aufertigung der auf den Baustellen gebräuchlichen einfachen Pumpen angegeben. Diese, für die geringen Hubhöhen, werden gewöhnlich als hölzerne Bohlenpumpen dargestellt (Fig. 402), mit gemeinschaftlichem viereckigen Rohr nebst Bodenventil, Kolben und Ausgufs: Hubpumpe, zuweilen (bei höherer Lage des Bodenventils) Saugpumpe.

Fig. 402 bis 404. Das Rohr der Bohlenpumpe (6 bis 12 Zoll in Quadrat weit) wird bis 8 Zoll weit aus zweizölligen, bei größerer Weite aus dreizölligen Bohlen nach Fig. 403 zusammengespondet und durch eiserne Bänder (Fig. 404) zusammengehalten.

Fig. 405 bis 407. Der Kolben, aus vollem Holze durchbrochen gearbeitet, zum Anschluß an die Pumpenwandungen mit schrägstehender Ledermanschette benagelt, oben mit lederner versteifter Ventilklappe versehen, und mittelst Bügel an die Kolbenstange hängt.

#### Taf. 18.

Fig. 408. Das Bodenventil ist ähnlich, jedoch dicht und fest eingesetzt.

Fig. 409 bis 413. Damit das Wasser möglichst rein in die Pumpe gelange, stellt man sie entweder auf eine Verschwellung, wobei deren freie Oeffnungen mit Drathgittern geschlossen sind (Fig. 409), oder man versieht sie unter dem Bodenventil mit einem Kasten, der Einflußöffnungen mit Drathgittern hat (Fig. 413); ferner stellt man die Pumpen in Weidenkörbe (Fig. 411), besser in Holzkästen mit doppelten Wänden, deren Zwischenräume mit Moos ausgefüllt sind (Fig. 412).

Fig. 414. Falls, für größere Höhe, ein besonderes Saugrohr anzubringen, ordnet man ein aus vollem Holz gearbeitetes Gehäuse (Stöckel) an, setzt in dieses von beiden Seiten das Kolben- und das Saugrohr ein, bringt darin auch das Bodenventil an, mittelst einer Seitenöffnung (Ventilhür), die dicht zu schliessen.

Fig. 415. Trotz der Vorsichtsmaßregeln läßt es sich nicht immer vermeiden, daß mit dem Wasser auch feiner Sand in die Pumpe tritt; dieser wirkt besonders dadurch nachtheilig, daß er sich zwischen Kolben- und Rohrwandung festsetzt und bei der Bewegung des ersteren scheuert. Um dies zu vermeiden, hat man sich des Trichterkolbens bedient, ein an der Kolbenstange steif befestigter durchlöcherter Trichter mit darauf liegenden schrägen Bodenklappen, die beim Aufgang an die Rohrwand schliessen, beim Niedergang etwas zurückschlagen, das Wasser durchlassen.

Oefters finden auch runde Pumpen Anwendung, für geringe Weite aus Holz gebohrt, für größere falsartig angefertigt, sonst auch aus Blech etc. Der frühere Kolben wird hierzu nach Fig. 416 modificirt, mit Hanfumwicklung, zu dichterem Schluß.

Fig. 417. Blechpumpe (rund), mit angesetztem Bodenventil, und anstatt des Ventilkolbens mit Beutelkolben von Leder, der bei sandigem Wasser vortheilhaft.

Wo mehrere Pumpen erforderlich sind, werden

dieselben paarweise angeordnet, je zwei gegenüberstehende, durch gemeinschaftlichen Druckarm (Balancier) mit mittlerer Drehaxe bewegt. Solcherweise Fig. 418, Aufstellung eines Pumpwerks in dem Pumpenraum, mit Fangdamm etc. umgeben; die Balanciers der Pumpenpaare sind mit durchgehenden Handhaben zu versehen, für die Arbeiten, die auf der obern Rüstung stehen.

Zum Vergleich der Leistungen der Schöpfmaschinen kann folgende Angabe von Gauthey als ungefährer Anhalt dienen. Es betragen die Effecte oder die Producte aus den Förderhöhen in Fufs mal der Anzahl von Cubikfufs Wasser, die ein Mann an einem Tage durchschnittlich hebt, auf Preufs. Maafs reduziert:

beim Schöpfen mit Handeimern . . . . .	4800,
beim Drehen der Kurbel am geneigten Schaufelwerk . . . . .	7070,
beim Pumpen . . . . .	8740,
beim Drehen der Kurbel an der Archimedischen Schnecke . . . . .	9360,
desgleichen an der Kettenpumpe . . . . .	12168,
beim Gehen in dem Laufrade, welches mit einem Schneckenrade verbunden ist . . . . .	18720.

Am vortheilhaftesten ist es, die bewegende Kraft unmittelbar an den Schöpfmaschinen wirken zu lassen; wo dies nicht angeht, ist Uebertragung derselben durch Räder, Riemscheiben etc. erforderlich. Wegen des entstehenden Kraftverlustes sind diese Uebertragungen möglichst kurz zu machen. Falls lange Uebertragungen der Kraft nicht zu umgehen sind, so bedient man sich hierzu gewöhnlich

Fig. 419 der Feld- oder Kunstgestänge, auch Stangenwerke genannt. Dies sind horizontale Stangen (meist aus Holz), welche in Entfernungen von 14—16 Fufs durch sogenannte Schwingen unterstützt und geführt werden, und die Kraft durch Schub und Zug übertragen. Jede Schwinde ist um eine horizontale Axe drehbar, deren Lager auf festen Gestänge-Böcken ruhen.

#### Taf. 19.

Fig. 420 bis 422. Je nachdem die Schwingen am Ende oder in der Mitte einer Stange befindlich, unterscheidet man Hauptschwingen (Fig. 420) und Nebenschwingen (Fig. 421). Falls das Gestänge zum Betriebe von Pumpen dient, wird am Ende desselben ein Kunstkreuz (oder mehrere auf gemeinschaftlicher Welle, Fig. 422) angebracht, an dessen beiden horizontalen Armen die Kolbenstangen der paarweis aufgestellten Pumpen angehängt werden.

Fig. 423. Oefters wendet man mit Vortheil ein doppeltes Gestänge an, wobei die Stangen nur auf Zug in Anspruch genommen, und wohl durch Drathseile ersetzt werden; die Schwingen können dann weiter von einander entfernt sein.

Fig. 424 und 425. Um die Richtung eines Gestänges zu ändern, bedient man sich der Bruchschwingen. Dies sind Winkelhebel, deren fest miteinander verbundene Arme lothrecht zur Richtung der Zugstangen stehen. Fig. 424 dient zur Aenderung der Richtung in der Vertikalebene, und Fig. 425 (Wendebock) zur Aenderung der Richtung in der Horizontalebene

Fig. 426 bis 428. Die Gestänge werden häufig durch Pferdégöpel in Bewegung gesetzt (Fig. 426). Diese be-

stehen in der Hauptsache aus einer mit festem Gerüst umgebenen stehenden Welle, die mittelst circa 16 Fufs langer Arme durch Pferde (eins bis vier) in Umdrehung gesetzt wird. Die Uebertragung der Bewegung auf die Gestänge oder die Wellenleitungen erfolgt dabei durch Krummzapfen (Fig. 426), oder durch Räder (Fig. 427 und 428). Die Göpel sind entweder leicht transportabel (Fig. 426 und 427), oder bei längerem Gebrauche an einer und derselben Stelle feststehend und überbaut (Fig. 428).

Fig. 429. Anordnung der Pumpen und Uebertragung der bewegenden Kraft (Dampfmaschine) beim Bau der Brücke zu Wronke (Stargard-Posener Eisenbahn). Die Pumpen waren aus Eisenblech, die Saugrohre der Höhe nach verstellbar und mittelst Ketten an die Pumpentiefel angehängt. Die Uebertragung der Kraft erfolgte durch ein eisernes Kunstkreuz und eine dergl. Schwinde, die miteinander durch zwei Drathseile verbunden waren.

### 3. Specielle Darstellung der Gründungen.

Hierbei wird das sub 1 „Uebersicht der Gründungen“ Gesagte als bekannt vorausgesetzt.

#### Taf. 20.

Gründung unmittelbar auf festem Boden.

Fig. 430. Gründung der Pfeiler für die Brücke bei Wittenberge über die Elbe. Statt der Fangdämme wurden zwei Spundwände benutzt. Die innere, zwischen welcher ausgegraben und gemauert wurde, war 36 Fufs lang 10 Zoll stark, die äussere 30 Fufs lang 6 Zoll stark, und 6 Fufs von der ersteren entfernt. Da sich bei mehreren Pfeilern die Spundwände unter einem Wasserdrucke von 16 Fufs Höhe etwas bogen, so wurden die Zwischenräume nachträglich mit Sand (bei wenigen mit fettem Boden) ausgefüllt. Nachdem das Fundament bis über Wasser ausgeführt war, wurden die Spundwände in der Höhe des Niedrigwassers abgebrochen und die Zwischenräume mit Steinpackung ausgefüllt, auch die äusseren Spundwände durch Stein-schüttung gesichert.

Gründung mit Pfeilern, hölzernen Senkröhren und Brunnen.

Fig. 431. Gründung mit Pfeilern, worauf Erdbögen.  
 Fig. 432. Verschalung und Absteifung der Baugrube für einen Pfeiler.  
 Fig. 433. Gründung mit hölzernen, viereckigen Senkröhren.  
 Fig. 434. Sackbohrer (eiserner Ring mit Schneide, an welchem ein Sack befestigt) zum Ausbaggern des Erdreichs aus den Senkröhren und Senkbrunnen.  
 Fig. 435. Senkbrunnen, worauf Erdbögen.  
 Fig. 436. Zuweilen wird eine gehörig abgesteifte Baugrube für den Senkbrunnen hergestellt und dieser zu beträchtlicher Höhe aufgemauert und dann erst gesenkt. Zur Lehre beim Aufmauern dient hierbei eine in der Axe des Brunnenes ausgespannte Schnur.  
 Fig. 437. Der südliche Senkbrunnen am Themse-Tunnel zu London, dessen Umfassungsmauer 3 Fufs stark ist, wurde bis zu einer Höhe von 40 Fufs engl. aufgeführt; sodann gesenkt und mittelst einer 4 Fufs starken, zusammen 28 Fufs hohen Mauer successive unterfahren.

- Der nördliche Tunnel erhielt eine Höhe von 80 Fufs engl., und wurde in voller Höhe gesenkt.  
Gründung mit eisernen Senkröhren.
- Fig. 438 und 439. Zusammensetzung der eisernen Senkröhren. Die Länge der einzelnen Stücke beträgt gewöhnlich 6—10 Fufs.
- Fig. 440. Die drei Tragwände der schiefen Brücke zu Windsor, die  $12\frac{1}{2}$  Fufs von Mitte zu Mitte voneinander entfernt sind, ruhen auf gußeisernen Pfeilern von 6 Fufs engl. Durchmesser,  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Zoll Wandstärke. Sie sind 26 Fufs lang und etwa zur Hälfte durch Baggern bis zum festen Grunde gesenkt, nachher mit Beton ausgefüllt.
- Fig. 441. In ähnlicher Weise wurde ein Pfeiler für eine Drehbrücke zu Westerwoort über die Yssel fundirt. Es wurden 2 gußeiserne mit Ansätzen versehene Röhren von  $4\frac{1}{2}$  Meter Durchmesser,  $8\frac{1}{2}$  Meter von Mitte zu Mitte von einander entfernt, gesenkt. In die Ansätze wurden gekrümmte Eisenplatten eingeschoben, und nach dem Anbaggern das Ganze mit Beton ausgefüllt.
- Fig. 442. Nach dem Princip der atmosphärischen Gründung (s. ad 1 sub II. C.) sind für zwei Mittelpfeiler des Eisenbahn-Viaducts auf der Insel Anglesea (Chester-Eisenbahn) je 19 Stück 16 Fufs engl. lange gußeiserne Hohlpfähle von 14 Zoll Durchmesser auf circa 12 Fufs Länge eingesenkt.
- Fig. 443. Anstatt aus der ganzen Senkröhre die Luft auszupumpen, hat man auch besondere kleinere Pumpenkörper mit Ventilen angeordnet, in welche nach Auspumpen der Luft das Erdreich eintritt, die dann gehoben, entleert und wieder niedergelassen werden etc. Diese Gründungsart ist nur für weichen Boden anwendbar.
- Fig. 444. Gründung der Pfeiler für die Brücke über den Medway zu Rochester mittelst comprimierter Luft (welches Verfahren für alle Bodenarten anwendbar ist). Jeder Mittelpfeiler ruht auf 14 mit einem gußeisernen Rostbelag bedeckten Röhren von 27 bis 45 Fufs engl. Länge, die aus einzelnen Stücken von 9 Fufs Länge und 6 resp. 7 Fufs Durchmesser zusammengeschraubt sind. Die Röhren sind theils mit Beton ausgefüllt, theils mit Backsteinmauerwerk ausgemauert. Beim Einsenken war das obere Stück der Röhre mit einem hermetisch schließenden Deckel versehen; das Ein- und Aussteigen, sowie das Hinausschaffen der Erde und Hineinschaffen des Baumaterials erfolgte durch zwei, 6 Fufs 4 Zoll hohe, Luftschieusen von D förmigem Querschnitt, die ganz nach dem Princip der Kammerschieusen construirt und in jenem Deckel befestigt waren. Zwischen den beiden Luftschieusen waren im Innern des Cylinders zwei leichte schmiedeeiserne Krahne angebracht, und die Beleuchtung geschah durch 2 im Deckel angebrachte Glasscheiben von 9 Zoll Durchmesser.
- Fig. 445. Bis jetzt ist diese Gründungsmethode am meisten ausgebildet beim Bau der Brücke über den Rhein bei Kehl. Der Baugrund bestand aus Kies, der in seiner Oberfläche beweglich war und angeblich zuweilen durch besonders starke Strömungen bis auf eine Tiefe von 10 bis 12 Meter aufgelockert und ausgetrieben sein soll. Man gründete daher die Pfeiler bis auf 20 Meter unter dem niedrigsten Wasserstande (von 1854), und bediente sich hierzu großer eiserner Taucherkästen. Auf der Decke jedes Kastens standen

2 Einsteigeschächte die oben durch Luftschieusen geschlossen und unten mit einer Reserve-Klappe versehen waren, ferner ein oben offener Förderschacht, der 2 Fufs unter die Wandungen der Taucherkästen in eine auf der Sohle der Ausgrabung befindliche Grube (die stets mit Wasser gefüllt blieb) hinabreichte. Zu den Fundamenten der größeren Pfeiler ordnete man 4 solcher Kästen (aus Eisenblech 7 Meter lang, 5,8 Meter breit, 3,4 Meter hoch) nebeneinander an, die Wände waren 0,3 Zoll dick und durch  $\frac{1}{2}$  Zoll starke Eisenrippen verstärkt, die Decken  $\frac{1}{2}$  Zoll dick, und durch  $\frac{1}{4}$  Zoll starke 1,6 Fufs hohe schmiedeeiserne Träger unterstützt. Die Einsteigeschächte (in welchen eiserne Leitern) erhielten 1 Meter, die Förderschächte  $1\frac{1}{2}$  Meter und die Luftschieusen 2 Meter Durchmesser, alle eine Wandstärke von  $\frac{1}{2}$  Zoll. Beim Senken der Kästen wurden die Schächte oben mit 2 Meter hohen Stücken nach und nach verlängert. Von den in den Förderschächten befindlichen Eimerketten wurden je zwei durch eine Locomobile betrieben. Auf die vier Taucherkästen eines Pfeilers, von denen jeder behufs Regulirung beim Senken an 4 eisernen Ketten hing (deren Glieder 6 Fufs lang,  $1\frac{1}{2}$  Zoll stark waren und die oben in Schraubenspindeln endigten) stellte man vier  $14\frac{1}{2}$  Meter hohe hölzerne Mäntel, die successive, gemäß des Sinkens, mit Beton ausgefüllt und, nachdem die Betonschicht ca. 3 Meter hoch war, zu einem Mantel vereinigt wurden. Um die Schächte wieder herausnehmen zu können, waren sie mit kürzeren, schwächeren Schutzhöhren umgeben, gegen welche sich der Beton lagerte, und die nach dem Erhärten der betreffenden Betonschicht weiter in die Höhe gezogen wurden. Nachdem die Kästen bis auf die bestimmte Tiefe gesenkt waren, wurden sie mit Mauersteinen in Cement ausgemauert, wobei die Förderschächte als Materialschächte dienten, sodann die durch Herausnehmen der Schächte im Betonkörper entstandenen Oeffnungen mit Beton oder Mauerwerk ausgefüllt. Hieran stellte man auf den unteren (den Beton umschließenden) Mantel einen zweiten, stärkeren, bis über Wasser reichend, in welchem nach dem vollständigen Setzen des Betons und nach dem Auspumpen des Wassers das Quadermauerwerk des Pfeilers aufgeführt wurde. Nach dessen Vollendung wurde der obere Mantel wieder beseitigt, während der untere, mit Kupfer-Vitriol imprägnirte, stehen blieb und durch eine vor demselben angebrachte Steinschüttung gesichert wurde. — Zum letzten Pfeiler wurde nur ein Taucherkasten, von der ganzen Größe des Fundament-Grundrisses angewendet.

#### Tafel 21.

##### Gründung auf Pfahlrost.

- Fig. 446 bis 453 und 457. Behufs Anordnung des Pfahlrostes werden Spitzpfähle (je nach der Belastung des Rostes  $2\frac{1}{2}$  bis 4 Fufs voneinander entfernt) in Reihen eingerammt, deren Entfernung von Mitte zu Mitte 3—5 Fufs beträgt. Auf die einzelnen Reihen werden demnächst Rostschwellen oder Holme aufgezapft (Fig. 446 bis 448 und 450), welche durch darüber gelegte Zangen, die mit den Pfählen correspondiren, zusammengehalten werden (Fig. 447 und 448). Zwischen diesen Zangen (mit Oberkante derselben bündig) wird sodann der Rostbelag aus 3—4 Zoll starken Bohlen mit hölzernen Nägeln befestigt.

Die Rostschwellen (möglichst lang) sind stumpf zu stoßen und die nöthigen Verbindungen derselben durch eiserne Klammern, oder durch eiserne Schienen mit Nägeln herzustellen (Fig. 449).

Das Erdreich wird bis 2 Fufs unter Oberkante des Rostes ausgegraben oder ausgebaggert, und dieser Raum vor Aufbringung des Belags entweder mit Mauerwerk (Fig. 446 und 451), oder Kies, oder Thon (Fig. 457), oder Beton sorgfältig wieder ausgefüllt.

Gegen den Angriff des Wassers ist eine Spundwand anzuordnen, die unter dem niedrigsten Wasser abzuschneiden und mit einem Holm zu versehen ist, welcher letztere nach Fig. 452 befestigt und nach Fig. 453 gestoßen wird. Die Spundwand darf niemals das Bauwerk mittragen, sondern muß etwa einen Fufs von der vorderen Pfahlreihe entfernt stehen. Zuweilen ist sie gegen Ausbiegen mit dem Roste verankert (Fig. 457).

Fig. 454 bis 456. Für Bauwerke, die einen Seitenschub auszuhalten haben (Kaimauern, Brückenwiderlager etc.), werden öfters die Rostpfähle, abweichend von der gewöhnlichen Anordnung, schräg eingerammt, damit sie so dem Schube direct entgegenwirken. — Fig. 454: schräg liegender Rost für eine Kaimauer, dabei ist auch die Spundwand schräg einzurammen. — Fig. 455: der Rostbelag für die Widerlagspfeiler der neuen Londonbrücke hat eine Neigung von 1:6. Die untersten Steinschichten wurden bei Beginn des Baues gegen das Herabgleiten durch Abspreizen gesichert. Der Rostbelag hat eine Breite von 72 Fufs engl. — Bei Widerlagspfeilern stellt man auch wohl den inneren Theil des Rostbelags horizontal, den äußeren geneigt her (Fig. 456).

Fig. 458 bis 463. Die Grundriffsform des Rostes richtet sich nach dem darauf zu erbauenden Fundamente und schließt sich diesem möglichst an. Fig. 459: Pfahlrost für den Mittelpfeiler einer Brücke.

Falls eine Veränderung in der Richtung eines Rostes eintritt, so legt man die ganze Oberfläche des Rostbelages in eine und dieselbe Horizontal-Ebene. Z. B. Fig. 458 Rost für den Endpfeiler einer Brücke mit rechtwinkligen Flügelmauern: die Rostschwellen für den Pfeiler gehen nach der Länge desselben, die für die Flügel nach der Breite derselben, darüber die Zangen. Fig. 460 Rost für den Endpfeiler einer Brücke mit langen schrägen Flügelmauern: die Rostschwellen für die Flügelmauern liegen nach der Richtung derselben und sind mit denen des Pfeilers verschränkt und verbolzt; hierüber, möglichst normal, die Zangen. Fig. 461 Rost für einen Endpfeiler mit kurzen schrägen (oder concaven) Flügeln: der Einfachheit wegen läßt man die Schwellen und Zangen des Pfeilers parallel durchgehen und verschränkt erstere nur mit den beiden äußeren Schwellen der Flügel. — Wenn von dem Rost eines Haupttheiles der eines langen Nebentheiles unten nicht zu stumpfem Winkel abgeht (bei Gebäudeecken etc.), so legt man öfters, abweichend von dem Vorigen, den Rost des einen Theiles um eine Holzstärke höher, als den des anderen, so daß die Schwellen des einen, die Zangen des anderen bilden (Fig. 462 und 463).

Fig. 464 bis 467. Es sind noch einige Abweichungen von der oben beschriebenen Construction des Pfahlrostes, welche die in Deutschland gebräuchliche und wohl

solidere ist, anzugeben: Zur gleichmäßigeren Compression des Bodens rammt man die Pfähle zuweilen nach Fig. 464 ein. — Beim Pfahlrost der Mittelpfeiler für die Brücke zu Neuilly (Fig. 465) liefs Perronet die Längsschwellen fort und umgab die Querschwellen mit einer herumgehenden Rahmschwelle, die mit einem 4 Zoll tiefen Falze versehen ist, worin der äußere Rand des 4 Zoll starken Bohlenbelags aufliegt. Die Breite des unteren Pfeilerbankettes beträgt 22 Fufs. — Um das Mauerwerk auf dem Roste gegen Verschieben zu sichern, hat man wohl die Zangen direct auf die Pfähle gelegt und darüber die Längsschwellen, zwischen welchen der geneigte Rost besser. — In Frankreich, England und Holland werden öfters die Zangen fortgelassen und die Holme nur durch den Rostbelag zusammengehalten (Fig. 467).

Fig. 468. Bei Gründung der Pfeiler der Brücke über die Weichsel bei Dirschau wurde zunächst ein Raum von 100 Fufs Breite, der mit einer bis über Wasser reichenden Schirmwand (undichte Spundwand) umgeben war, mittelst vertikaler, durch Dampfkraft betriebener Eimerbagger bis zum festem Sande ausgebaggert. Sodann schlug man in diesem Raume die permanente 1 Fufs starke Spundwand, die einen Flächenraum von 50 Fufs Breite einschließt. Der Raum zwischen ihr und der Schutzwand wurde durch Steinschüttung ausgefüllt. Hierauf wurden zwischen der permanenten Spundwand Spitzpfähle eingerammt, 1 Fufs über der Sohle (unter Wasser) abgeschnitten und dann die 10 Fufs starke Betonschüttung eingebracht, die 8 Monate dem Setzen und Abbinden überlassen wurde. Bevor man mit dem Mauerwerk begann, führte man auf dieser Betonsohle 3 Fufs starke Beton-Fangdämme auf, die nachher wieder beseitigt wurden. Nach Hinwegnahme der äußeren Schutzwand fiel die Steinschüttung gemäß der Ausbaggerung nach.

Aehnlich ist die Brücke über den Rhein bei Cöln fundamentirt, jedoch mit Hinweglassung der Pfähle, weil hier der Beton auf festem Kiesgrunde ruht.

#### Taf. 22.

Fig. 469 bis 477. Bei den Pfahlrosten einzelner Bauwerke (Schleusen, Wehren etc.) sind, um das Durchdringen von Quellen zu verhindern, außer den umschließenden äußeren Spundwänden, solche unter dem Roste erforderlich, die aber nicht belastet werden. — Statt des Spundwand-Holmes wohl Zwingen, entweder nach Fig. 470, oder (weniger gut) nach Fig. 474. — Steht die Spundwand sehr nahe an der äußeren Pfahlreihe (Fig. 473 und 474), so ist der Holm der letzteren durch einen schwalbenschwanzförmigen Kamm der Zangen (Fig. 472) zu halten. — Den Holm der äußeren Pfahlreihe gleichzeitig als Holm der Spundwand dienen zu lassen (Fig. 471), ist nicht zu empfehlen, noch weniger die Stellung der Spundwand hinter der äußeren Pfahlreihe (Fig. 476). — In Frankreich ordnet man öfter die Pfähle der äußeren Reihe als Nuthpfähle an (Fig. 477) und schlägt zwischen diesen die schwächeren Spundpfähle (nicht gut). — Selten läßt man (Fig. 475) die vordere Pfahlreihe ganz fort und rammt dafür die Spundwand ebenso tief ein als die übrigen Pfähle (Humber-Dock zu Hull).

## Gründung mit Caissons.

Fig. 478 bis 493. Die Gründung mit Senkkästen, Caissons, wurde früher, namentlich in England und Frankreich, vielfach angewendet; seit Einführung der Gründung auf Beton weniger. Dabei ist die Baustelle zuvörderst auf 3 Seiten (Fig. 478) mit einer Schirmwand zu umgeben, die aus zwei parallelen Pfahlreihen, zwischen welchen Senkfascinen (Fig. 479), oder besser aus einer Spundwand (Fig. 480) besteht. Der Senkkasten wird durch die vierte offene Seite schwimmend eingebracht, sodann in demselben das Mauerwerk begonnen und der Kasten hierdurch successive gesenkt. — Man stellt die Caissons zuweilen direct auf den Erdboden (Flussbett etc.), der zu diesem Zwecke etwas zu vertiefen und gut zu ebenen ist (Fig. 479 und 480), sonst auf Spitzpfähle, die ungefähr in der Höhe des Flussbettes horizontal abgeschnitten und deren Zwischenräume mit Kies ausgefüllt werden (Fig. 481). Im ersterem Fall wird der Boden des Kastens nach Fig. 482, im letzteren nach Fig. 483, oder besser als volle Balkenlage nach Fig. 484 hergestellt.

Die Wände der Kästen (die nach Aufführung des Mauerwerkes wieder fortzunehmen sind) bestehen entweder aus horizontalen Bohlen, die man in vertikale, mit Nuthen versehene Stiele (Fig. 484) einschiebt und durch darüber gelegte Rahmhölzer, Joche und Schraubenbolzen zusammenhält, oder aus horizontalen Balken, die zwischen doppelten Stielen (Fig. 485), ähnlich wie Fig. 484, zusammengehalten werden; oder endlich aus vertikalen Bohlen oder Stielen, die zwischen Zwingen gehalten und nach Fig. 486 resp. Fig. 487 in die Rahmschwelle des Kastenbodens eingezapft werden. Die Wände der Kästen sind zu calfatern und mit heißem Pech zu überziehen.

Oefters erfolgte die Erbauung solcher Caissons auf Hellingen oder geneigten Ebenen am Ufer; kleinere werden auf sogenannten Wippen erbaut nach Fig. 488, besser nach Fig. 489, wobei leichteres Drehen; auch wohl auf Rüstung zwischen 2 Schiffen (Fig. 490) Größere Kästen errichtet man vortheilhaft auf Flößen, die durch leere Tonnen schwimmend erhalten und nach Vollendung des Kastens durch Füllen der Tonnen (mit Wasser) gesenkt werden, wodurch der Kasten flott wird. In dieser Weise wurde der 300 Fufs lange, 100 Fufs breite, 33 Fufs hohe Senkkasten zu einem Schiffsdock im Hafen zu Toulon erbaut.

Wenn man das ganze Bauwerk nicht in einem einzigen Caisson ausführen kann (lange Kaimauern etc.), so ist für gute Verbindung der besonders fundirten Theile zu sorgen. Dies geschieht entweder durch einen dazwischen gespannten Bogen (Fig. 492), oder besser dadurch, daß man nach Hinwegnahme der Querwände und nach Verbindung der Längswände zweier neben einander stehender Kästen zwischen den beiden (abgetreppten) Theilen des fertigen Mauerwerkes volles Mauerwerk aufführt (Fig. 493).

Gründung auf Rost mit Langpfählen.

Fig. 494 bis 502. Beim Rost auf Langpfählen (deren Zwischenräume mit Steinschüttung oder mit Beton zwischen verankerten Spundwänden (Fig. 496) auszufüllen sind), ordnet man den Belag nur wenig unter dem niedrigsten Wasserstande an, wo Ebbe und Fluth vorhanden, zuweilen so hoch, daß er nur zur Zeit der Fluth

unter Wasser liegt. Hier läßt sich zur Zeit der Ebbe leicht eine Verbindung der Rostpfähle und Absteifung derselben herstellen (Fig. 497). — Bei Bauwerken mit Seitenschub ist mindestens die äußere Pfahlreihe schräg einzurammen (Fig. 495). Zur größeren Stabilität hat man in diesem Falle die Mauer wohl an starke Ankerpfähle verankert (Fig. 469), oder besser hinter der Kaimauer einen besonderen Pfahlrost (zur Aufnahme eines Theiles des Erddruckes) geschlagen (Fig. 498); doch dürften beide Anordnungen nur als Nothbehelf zu betrachten sein.

Der Rostbelag wird auf dem Lande zugelegt, dann im Einzelnen oder im Ganzen zwischen Leithölzern gesenkt und auf den Pfählen befestigt (Fig. 499 u. 500). Die Befestigung der Spundwandholme erfolgt nach Fig. 501 oder 502.

## Taf. 23.

## Gründung auf Beton.

Fig. 503. Vorrichtung zum Mahlen von Cement, Trafs, Ziegelgut etc.: Mühlenstein, der durch einen Pferddegöpel betrieben wird.

Fig. 504 bis 506. Für größere Bauten sind zum Zubereiten des Mörtels besondere Hilfsmaschinen erforderlich. Diese bestehen wohl aus einem eisernen Rechen, der um eine vertikale Axe in einer gemauerten cylindrischen Grube durch ein Pferd gedreht wird (Fig. 504), oder aus Rädern und schräg gestellten Schaufeln, die, durch Pferddegöpel betrieben, sich in einem kreisrunden Troge bewegen (Fig. 505). Am besten erfolgt das Mischen des Mörtels in einem eisernen Cylinder, an dessen Wandungen Arme mit Messern befestigt sind. In der Axe desselben befindet sich eine Welle, an welcher ebenfalls Arme mit Messern angebracht sind, und die mittelst conischer Räder, bei ausgedehnterem Betriebe wohl durch Dampfkraft, in Bewegung gesetzt wird (Fig. 509).

Fig. 507. Zum Mischen des Betons bedient man sich am einfachsten einer horizontalen oder etwas geneigten Trommel (ohne besondere Messer), die durch einen Pferddegöpel langsam gedreht wird.

Fig. 508 u. 508<sup>a</sup>. Beim Bau der Brücke zu Dirschau hat man natürlichen Cement verwendet. Nachdem derselbe gebrannt war, wurde er auf gußeisernen Tellern von 5 Fufs 7 Zoll Durchmesser mittelst zweier Mühlensteine (Fig. 508<sup>a</sup>), die durch Friction in Bewegung gesetzt wurden, gemahlen, mit Sand und Wasser (wozu Wasserleitung) vermischt und so gleich zu Mörtel verarbeitet. Das Mengen des letzteren mit den 1 bis 1½ Cubikzoll haltenden Steinen zu Beton geschah in 13 Fufs langen hölzernen Trommeln, die pro Minute 6 Umdrehungen machten und deren Neigung gegen die Horizontale 11° betrug. Es waren in einem besonderen Gebäude 8 solcher Teller und 2 Betontrommeln vorhanden, die durch eine Dampfmaschine in Betrieb gesetzt wurden.

Fig. 509 u. 510. Das Versenken des Betons erfolgt, falls die Wassertiefe nicht zu bedeutend, mittelst hölzerner Trichter, deren untere Oeffnung etwa 2 Fufs breit ist (Fig. 509). Sie müssen bis zur Oberfläche der zu bildenden Betonschicht hinabreichen und sind unten mit zwei Walzen zum Ebenen des Betons, oben mit 4 Rädern zum Verschieben versehen. Am besten werden sie von festen Rüstungen (wohl mit Schlitten,

Fig. 510) aus gehandhabt, weniger gut von Schiffen aus.

#### Taf. 24.

Fig. 511 bis 513. Ist die Wassertiefe beträchtlicher, so bedient man sich zum Versenken des Betons hölzerner, auch wohl eiserner Kästen, die mittelst Winden in das Wasser bis nahe auf die Betonschicht hinabgelassen werden. Behufs des Entleerens sind sie entweder mit beweglichem Boden versehen (Fig. 512), oder zum Kippen eingerichtet (Fig. 513).

Die Aufstellung der erforderlichen Winden wird gewöhnlich nach Fig. 511 zwischen Schiffen oder Flößen bewirkt.

Fig. 514 bis 518. Sollen auf einer Betonsohle, die gegen den Wasser-Auftrieb etc. hinreichend (mindestens 3 Fuß) stark sein muß, Betonfangdämme errichtet werden, so geschieht dies nach Fig. 514 zwischen abgesteiften Lehren; die Stärke dieser Fangdämme muß mindestens  $\frac{1}{3}$  ihrer Höhe betragen. Das Mauerwerk führt man wohl in einiger Entfernung von dem Fangdamme auf (Fig. 515; zuweilen wird letzterer wieder beseitigt), oder man läßt es bis an, resp. auf denselben reichen (Fig. 516). Für letzteren Fall ist es vortheilhaft, die innere Seite des Fangdammes geneigt anzuführen (Fig. 517) und sie nach dem Erhärten treppenartig abzarbeiten, wodurch eine bessere Verbindung des Betons mit dem Mauerwerk erreicht wird. (Fig. 518).

#### Der liegende Rost.

Fig. 520 u. 521. Der liegende Rost oder Schwellrost wird am besten folgendermaßen angeordnet: In Entfernungen von 3 bis 6 Fuß legt man Querschwellen, darüber (2 bis 3 Zoll in erstere eingelassen) Längsschwellen, mindestens 10 Zoll stark,  $2\frac{1}{2}$  bis 4 Fuß von einander entfernt; hierauf den Belag aus 3 bis 4 Zoll starken Bohlen, der mit hölzernen Nägeln auf den Längsschwellen befestigt wird. Die Zwischenräume zwischen den Schwellen sind bis Unterkante Belag sorgfältig mit Thon auszustampfen; gegen Unter-spülung ist eine Spundwand anzuordnen, die vortheilhaft mit dem Mauerwerke verankert wird (Fig. 520).

Nicht zu empfehlen sind; a) die in Frankreich

gebräuchliche Anordnung des liegenden Rostes (Fig. 520), wobei der Belag (aus den Längsbohlen bestehend) auf den Querschwellen befestigt wird; b) das Fortlassen der Längsschwellen und c) die umgekehrte Reihenfolge der Schwellen: erst Längsschwellen, darüber Querschwellen.

#### Sicherung der Fundamente etc.

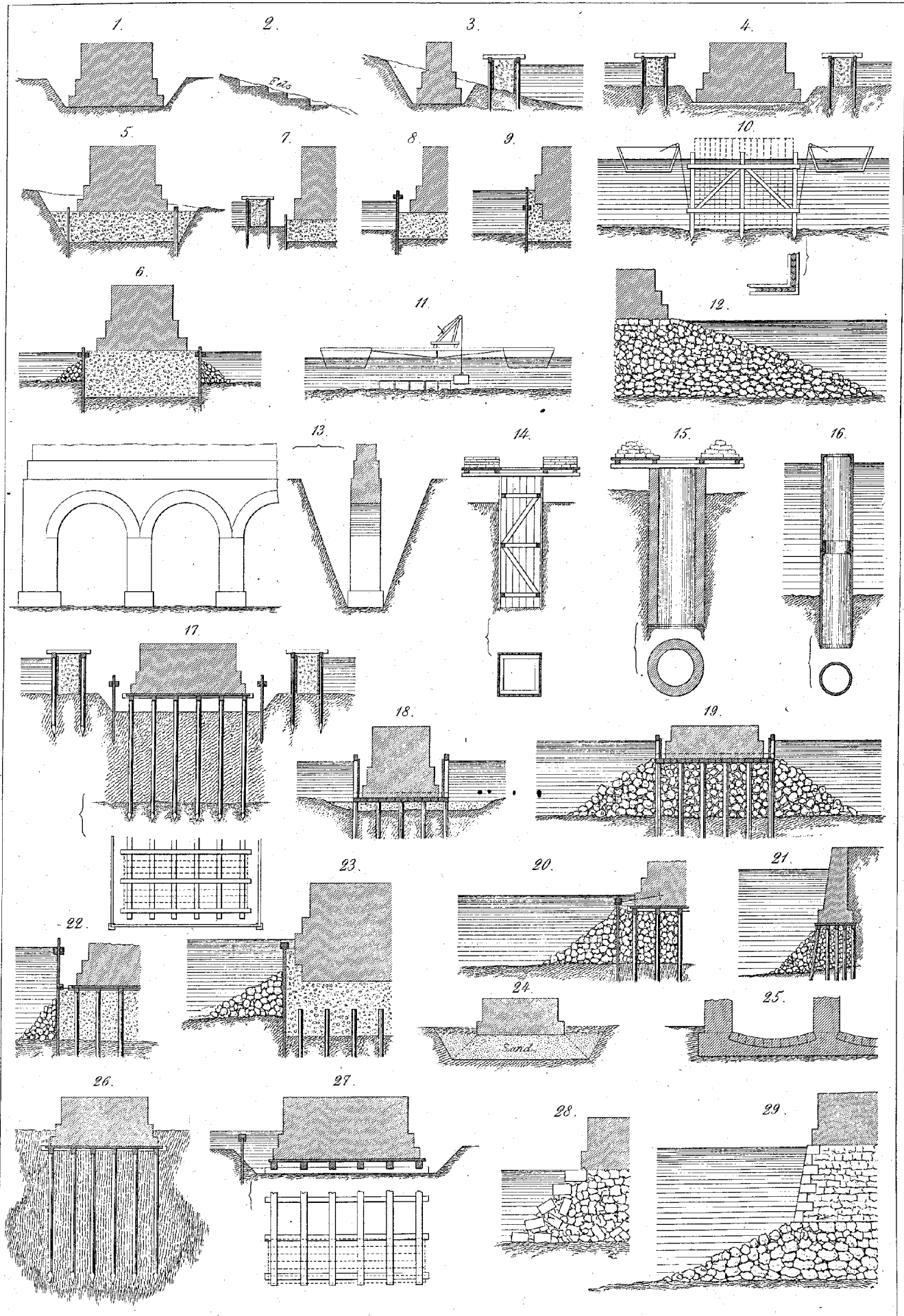
Fig. 521 u. 522. Die zur Sicherung der Fundamente von Brückenpfeilern nothwendigen Spundwände, werden nach Fig. 521 meist um die einzelnen Pfeiler angeordnet. Zuweilen faßt man in dieser Beziehung die Land- und Strompfeiler zusammen und ordnet die Spundwände längs der ganzen Brücke an, namentlich in dem Falle wenn in der Nähe der Brücke eine starke Vertiefung des Flußbettes zu befürchten steht, und hiergegen zwischen den Brücken-Oeffnungen hölzerne Böden (auf dem Flußbette) nothwendig werden (Fig. 522).

Fig. 523: Grundriß einer Schleuse, in welchem die erforderlichen Spundwände punktirt angegeben sind.

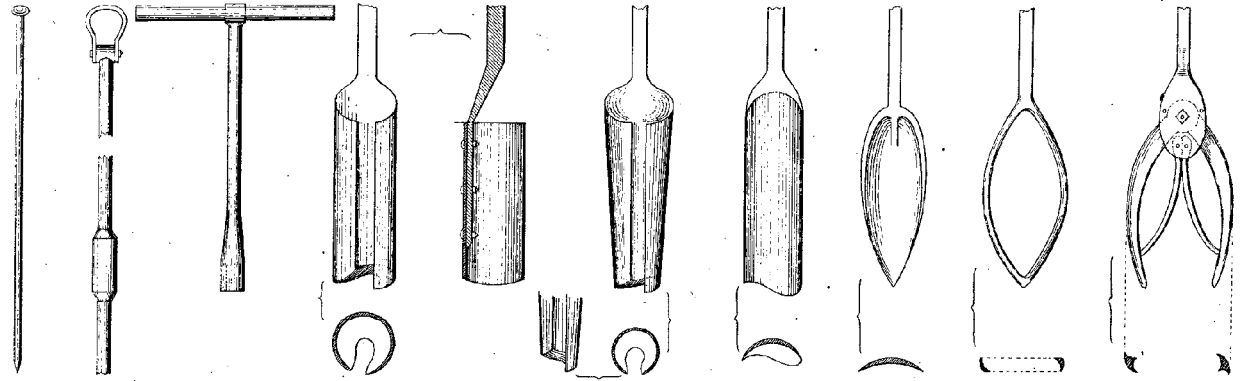
Fig. 524. Bei Durchlässen kann man an der Seite des Wasserausflusses die Spundwände längs der Flügelmauern fortlassen.

Fig. 525 bis 528. Statt der Umschließung durch Spundwände ist öfters (bei Durchlässen, kleineren Brücken etc.) eine Sicherung des ganzen Bettes (gegen Auskolkungen etc.) erforderlich. Diese wird zuweilen schon durch ein Heerdpflaster zwischen Heerdmauern (Fig. 524 u. 525), oder zwischen Spundwänden (Fig. 527 u. 528) erreicht. Bei größerer Durchflußgeschwindigkeit trifft man die Sicherung durch ein umgekehrtes Gewölbe (Fig. 526).

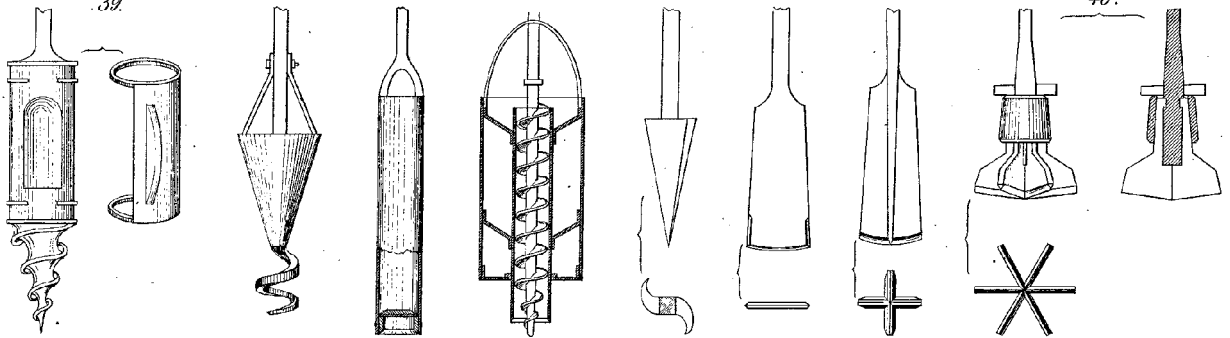
Fig. 529 bis 532. Statt dessen ordnet man auch hölzerne Böden an; wohl in Verbindung mit dem Pfahlrost, entweder nach Fig. 529, wobei die durchgehenden Querschwellen (Zangen) in Entfernungen von 5 bis 6 Fuß zu unterstützen sind, oder nach Fig. 530. Fig. 531: Hölzerner Boden in Verbindung mit dem liegenden Rost, mit dem Mauerwerk verankert. — Zuweilen wird auf dem hölzernen Boden zum Schutz und zur Belastung desselben noch ein steinerner (umgekehrtes Gewölbe) gelegt (Fig. 532).



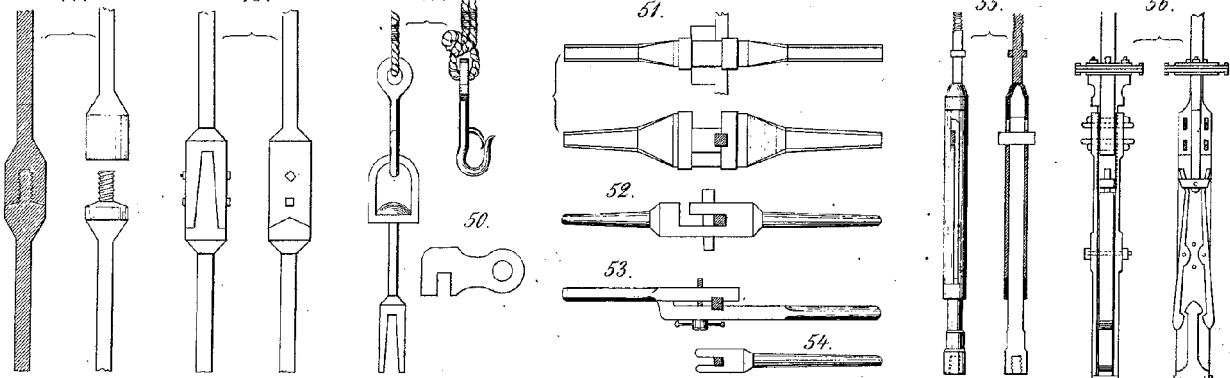
30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38.



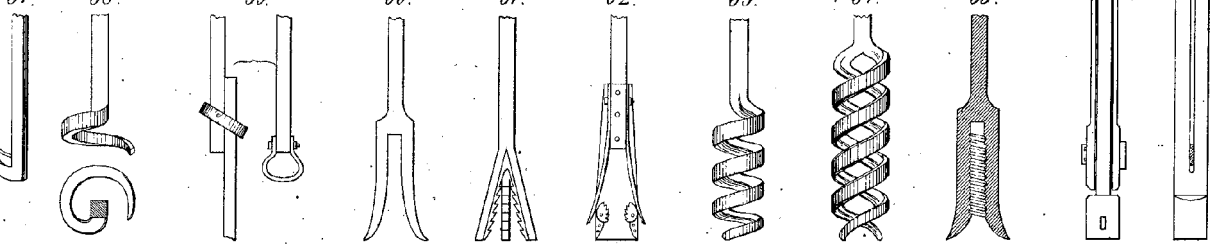
39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46.



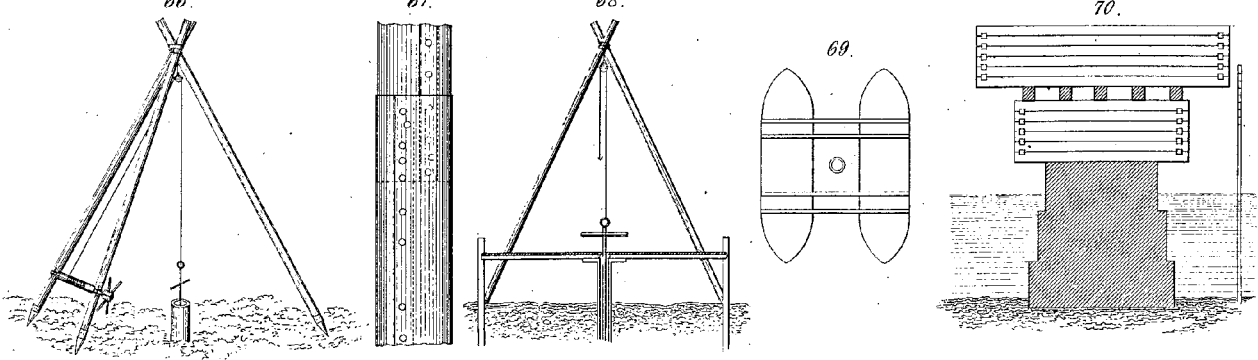
47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56.



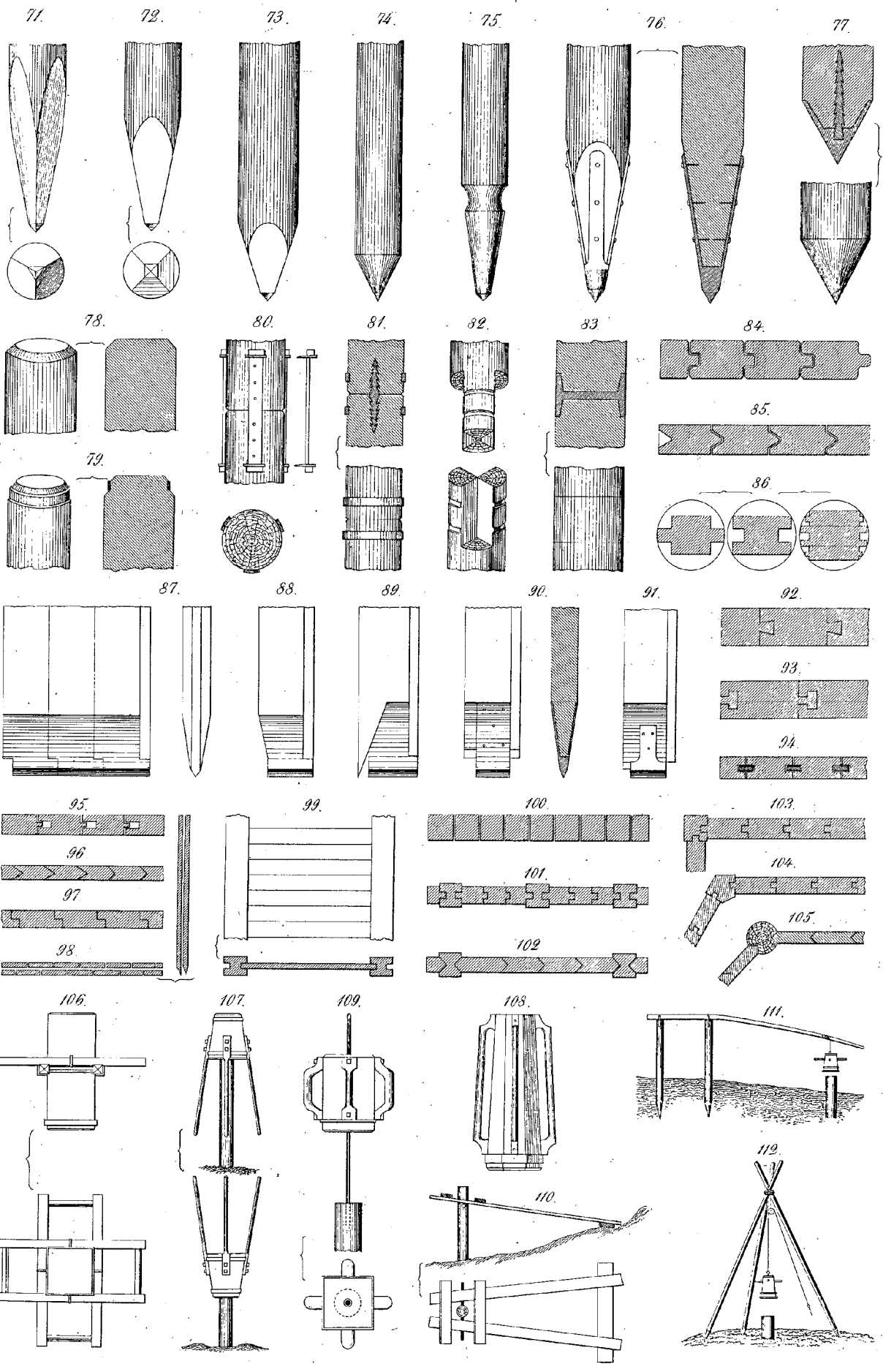
57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65.

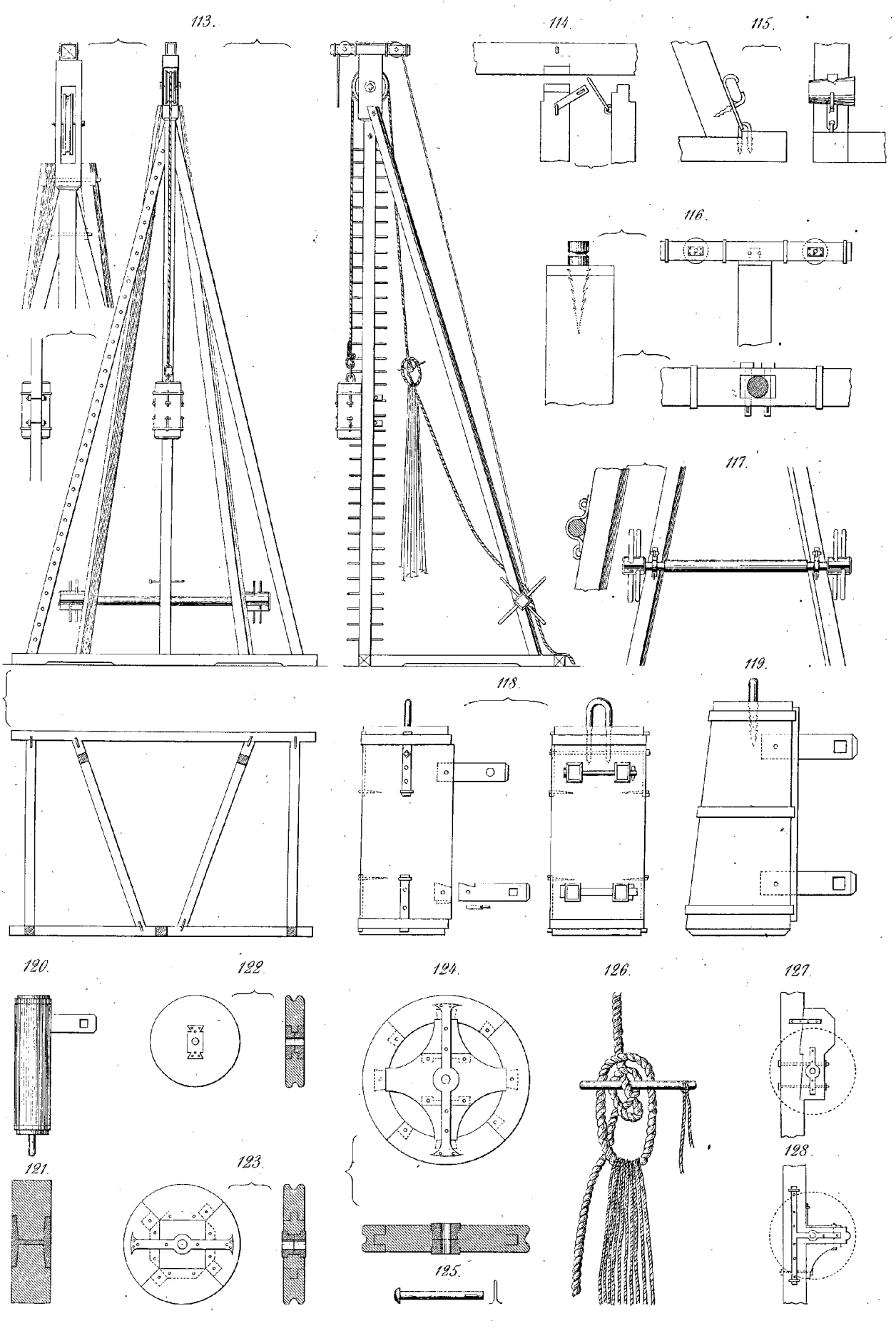


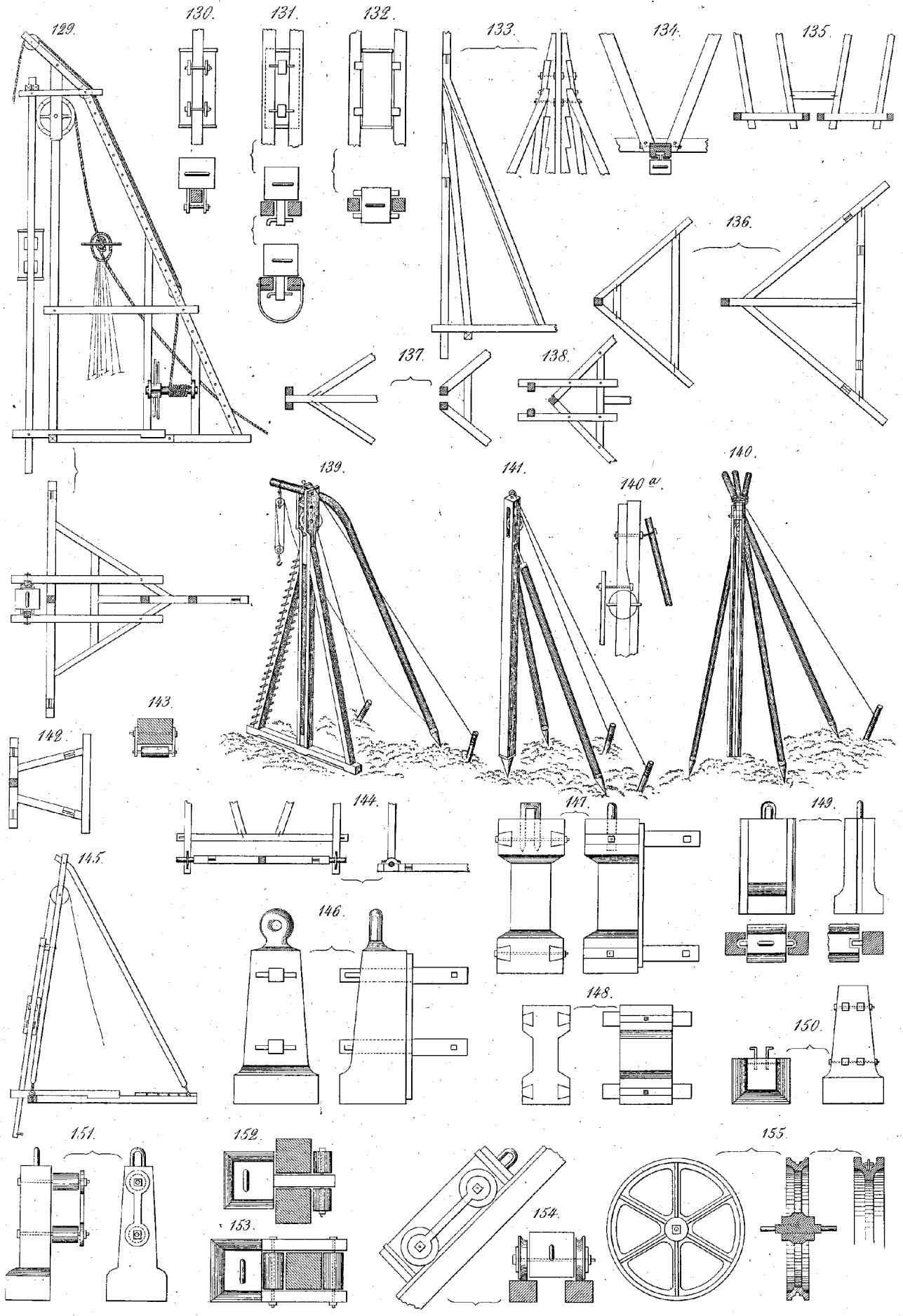
66. 67. 68. 69. 70.

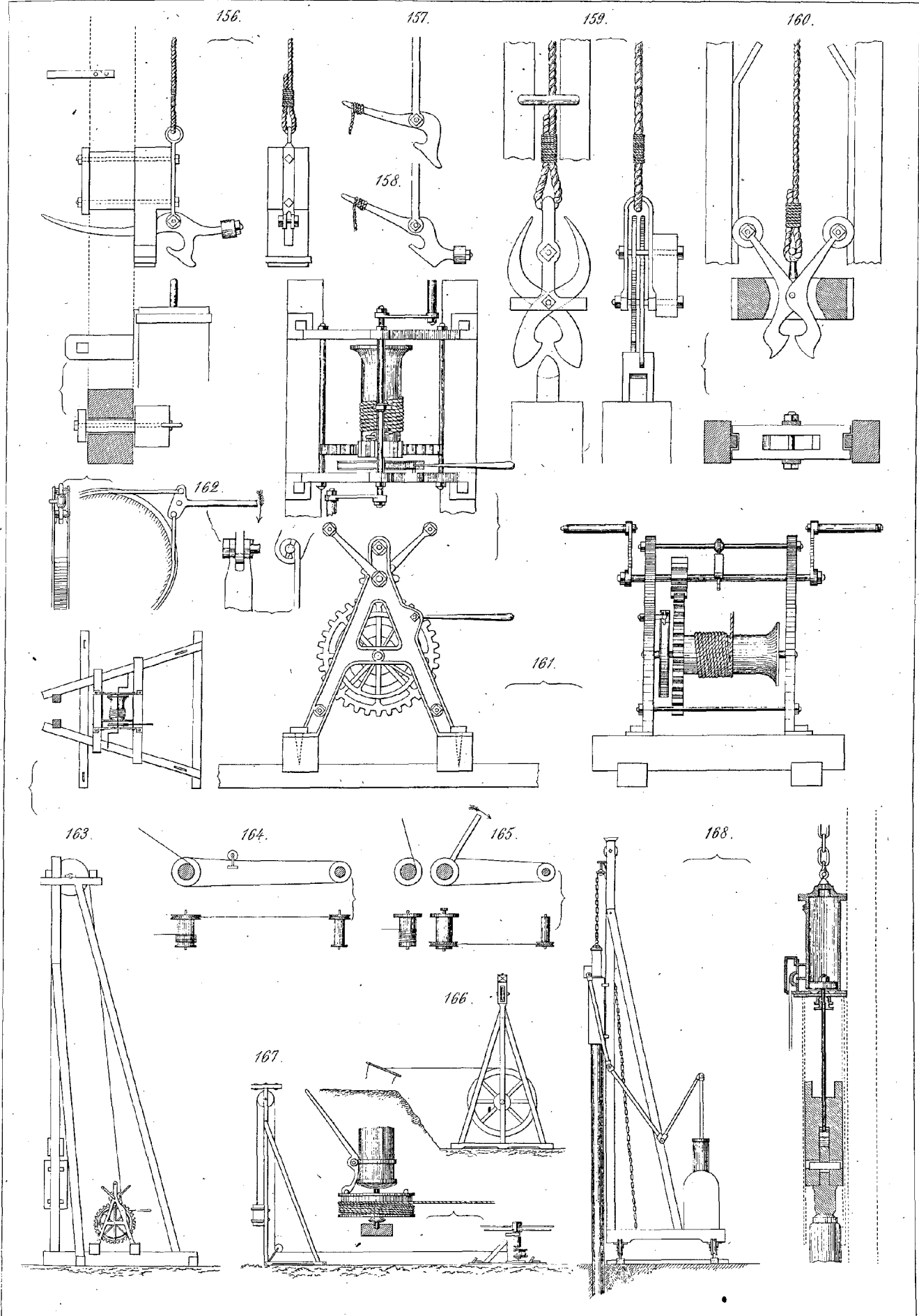


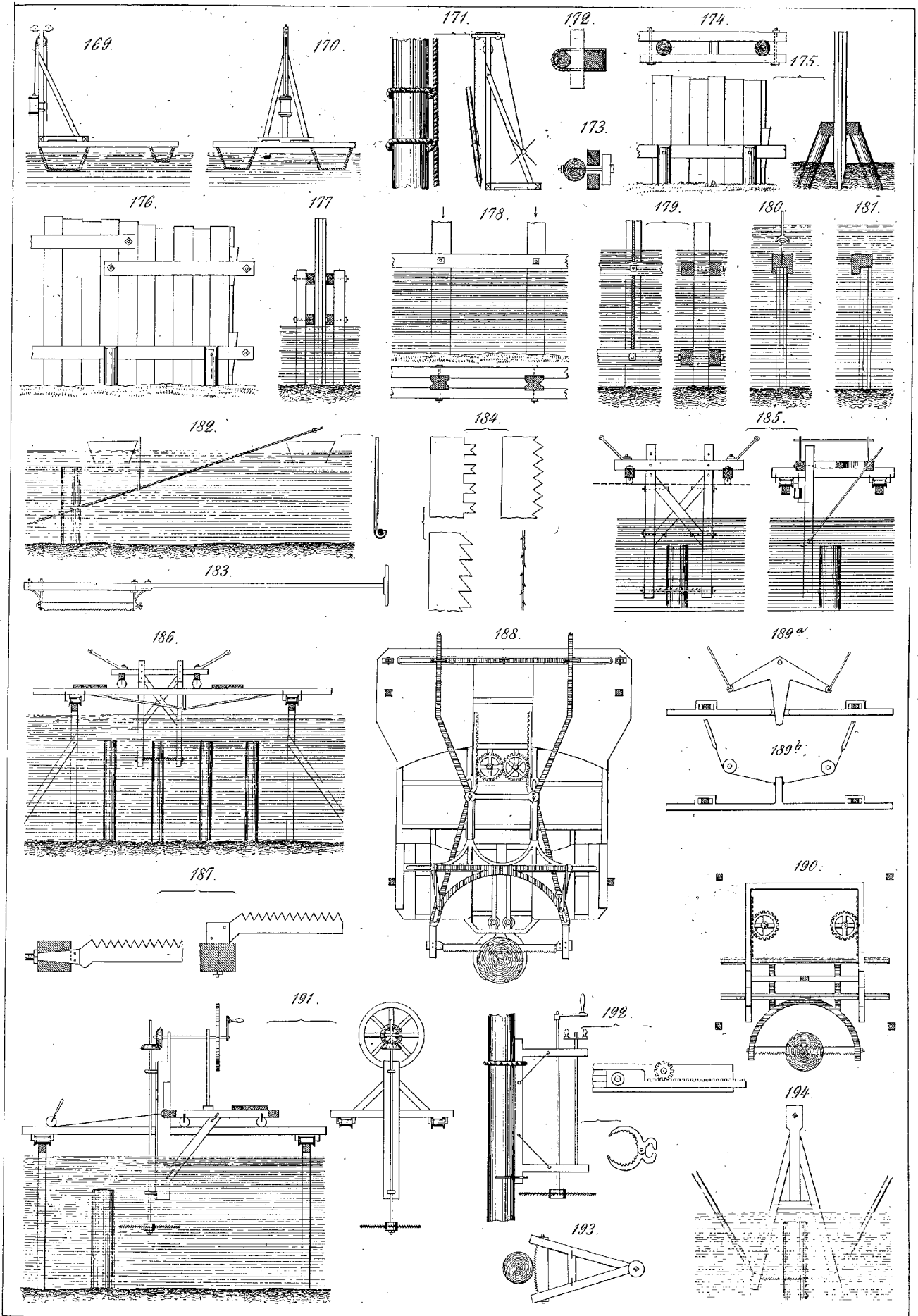


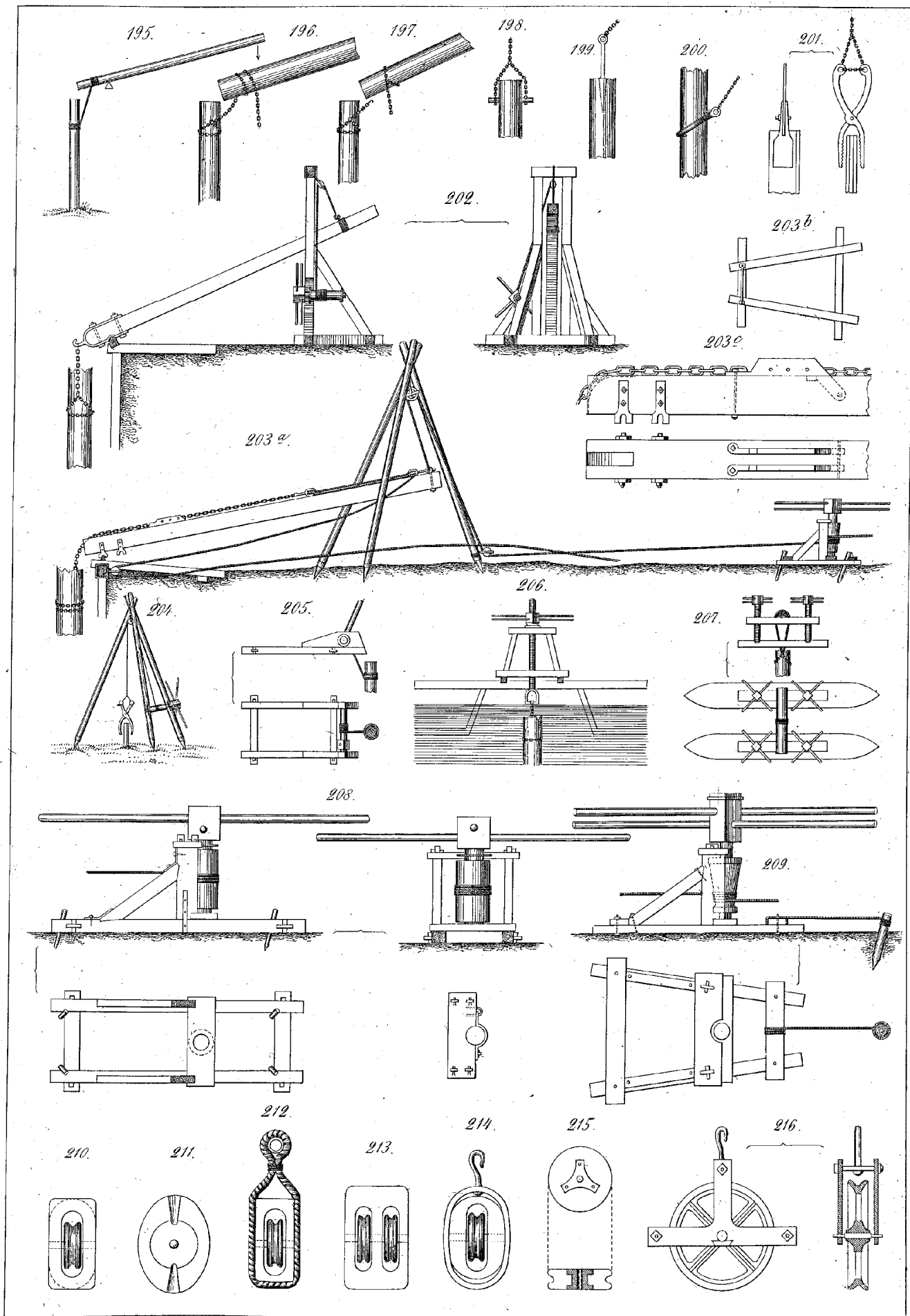


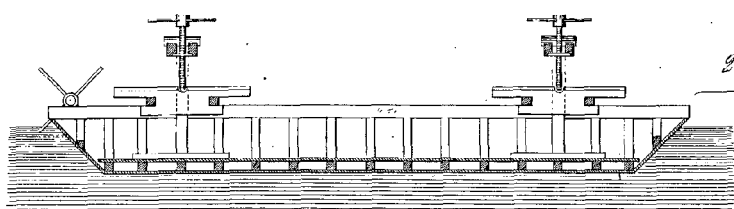




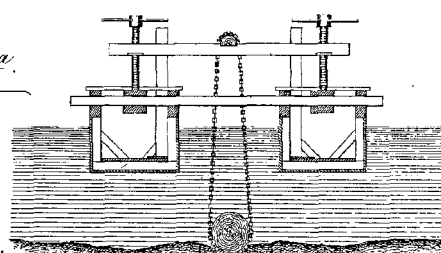




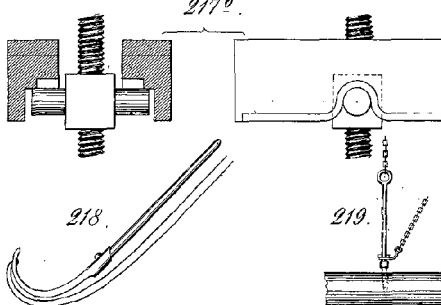
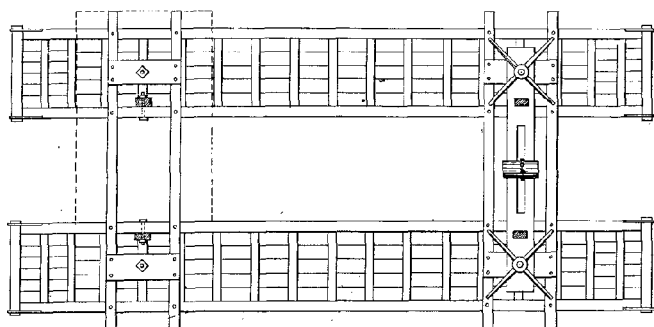




217a.

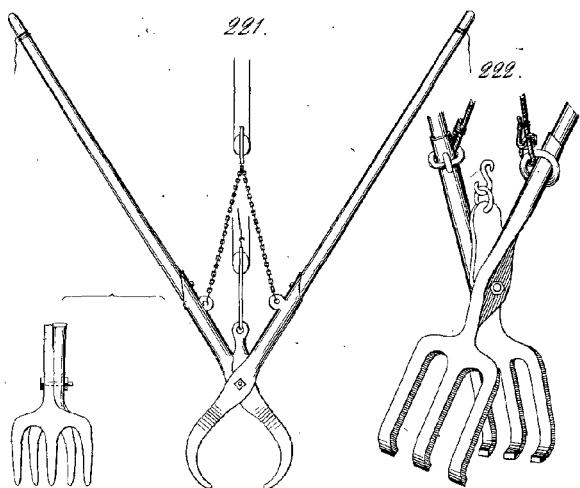


217b.

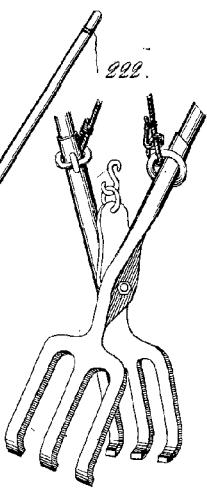


218.

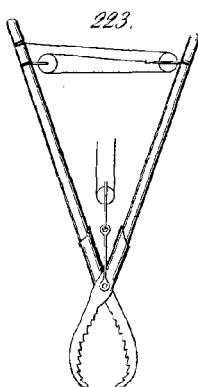
219.



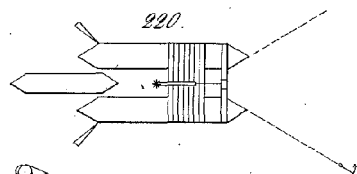
221.



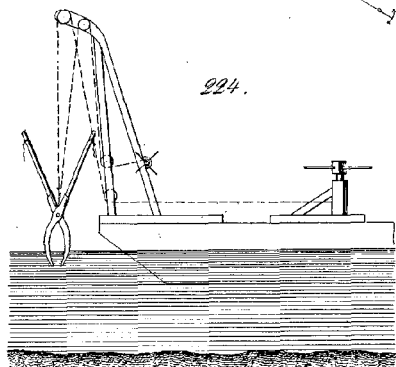
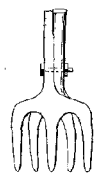
222.



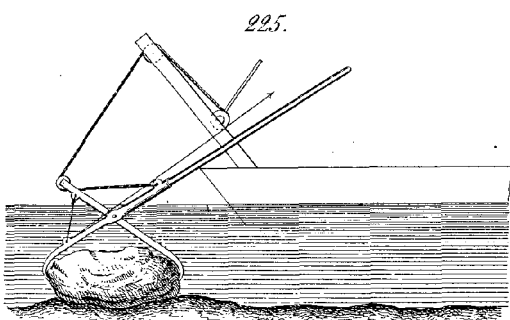
223.



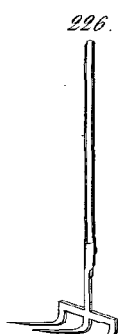
220.



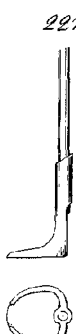
224.



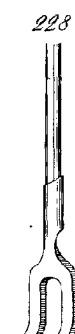
225.



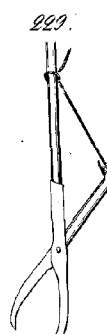
226.



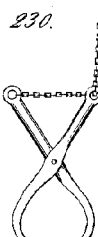
227.



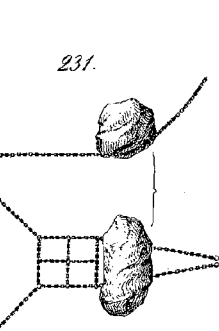
228.



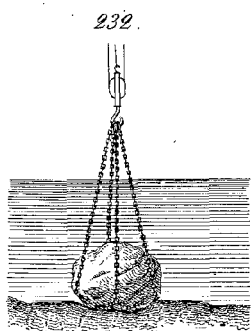
229.



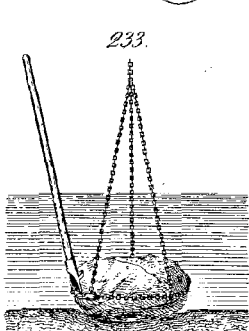
230.



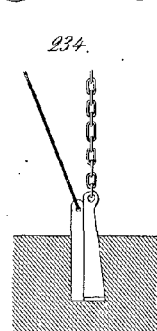
231.



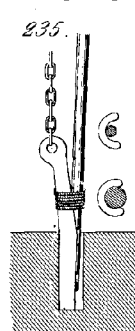
232.



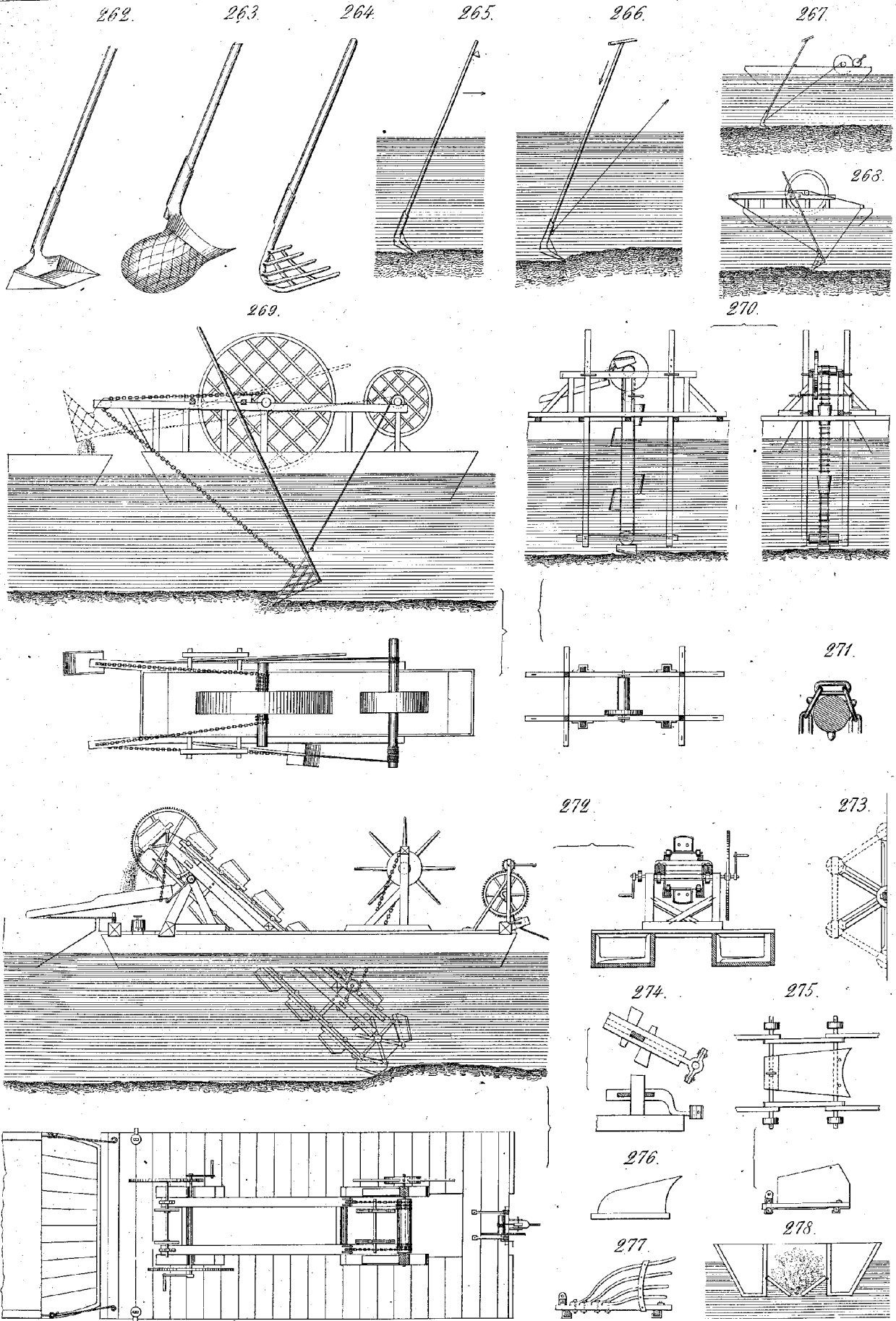
233.



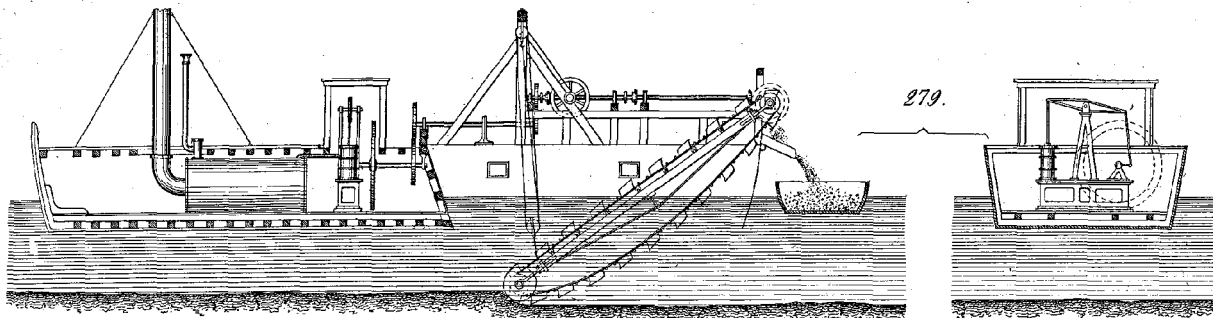
234.



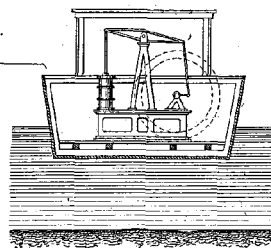
235.



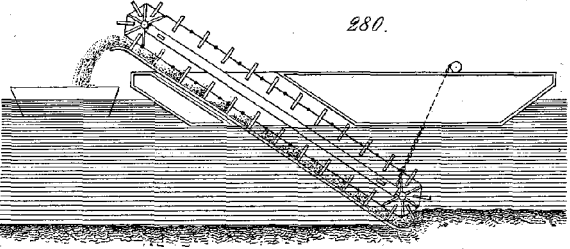




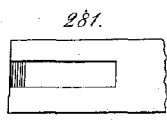
279.



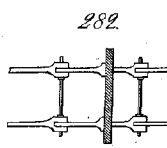
283.



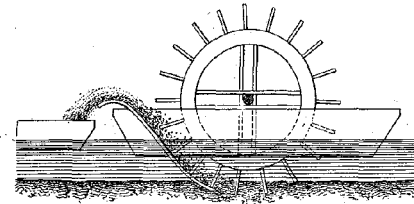
280.



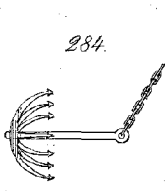
281.



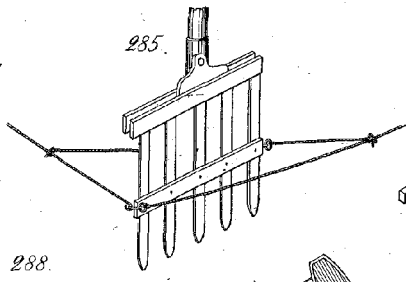
282.



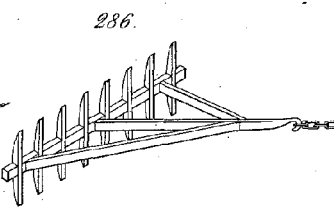
283.



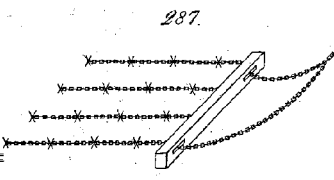
284.



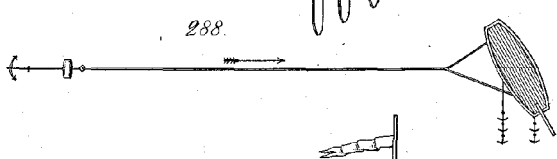
285.



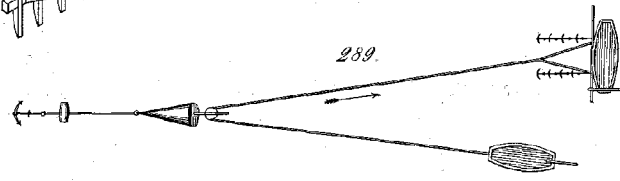
286.



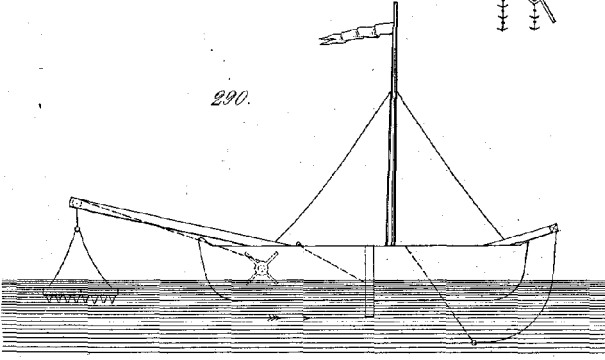
287.



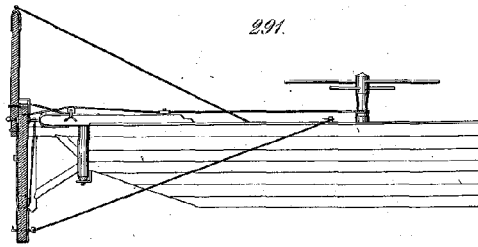
288.



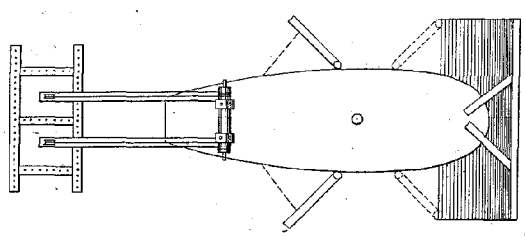
289.



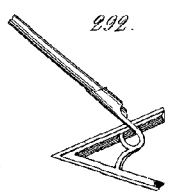
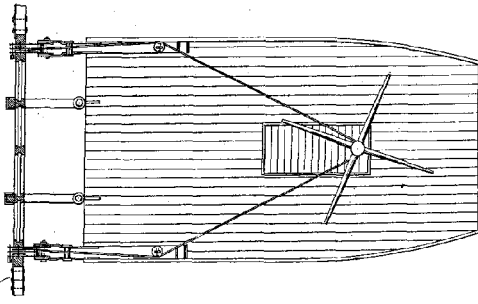
290.



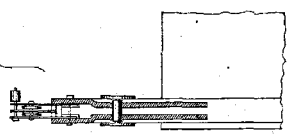
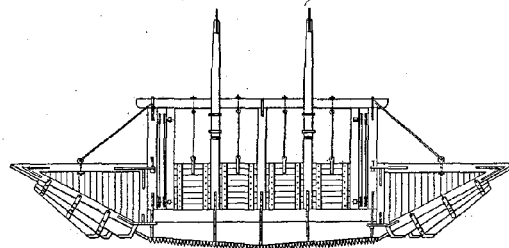
291.

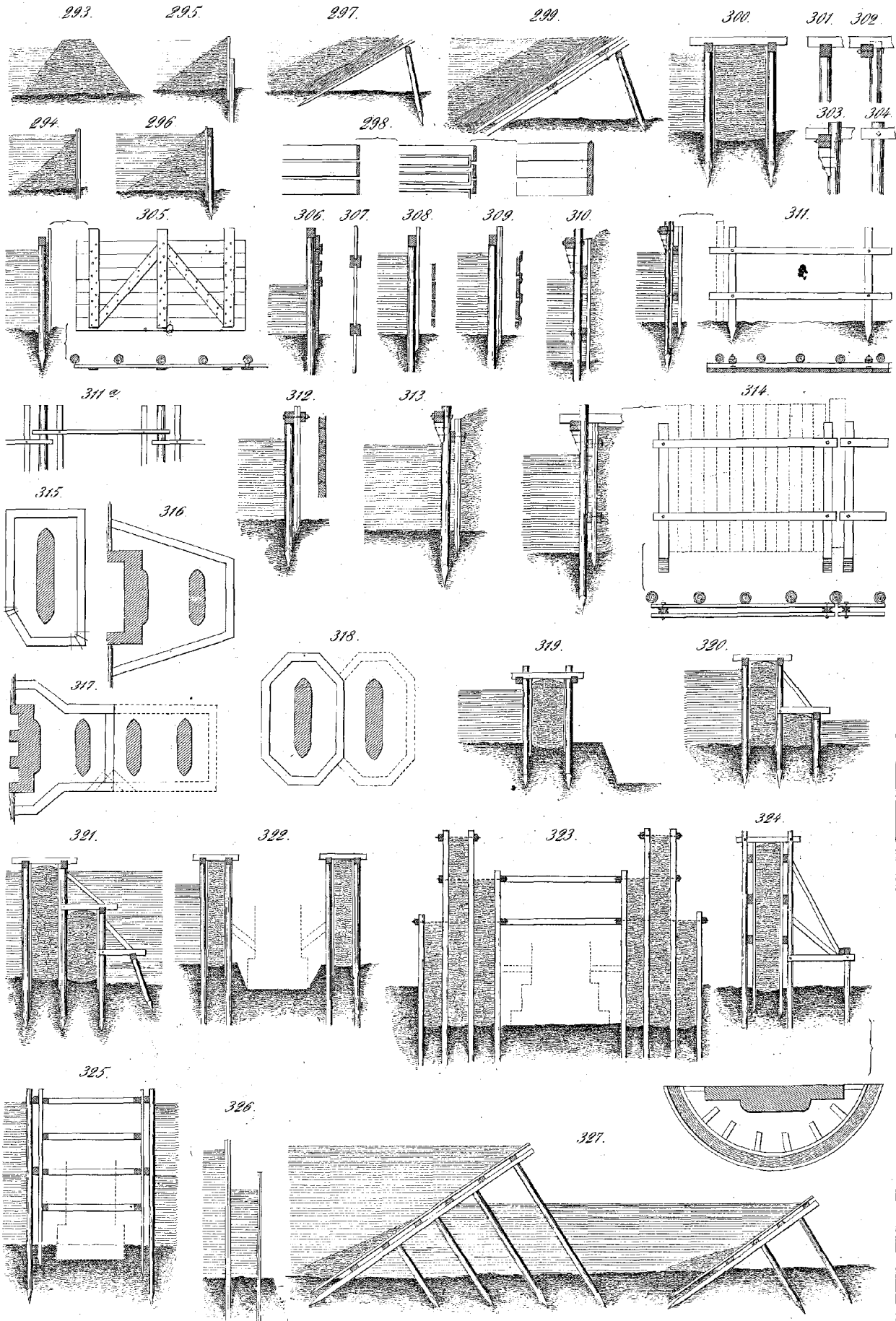


292.



292.

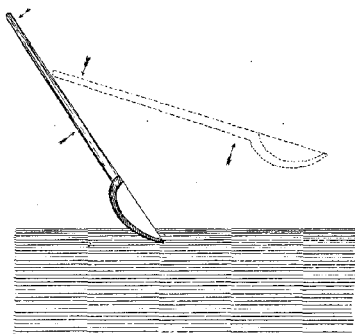




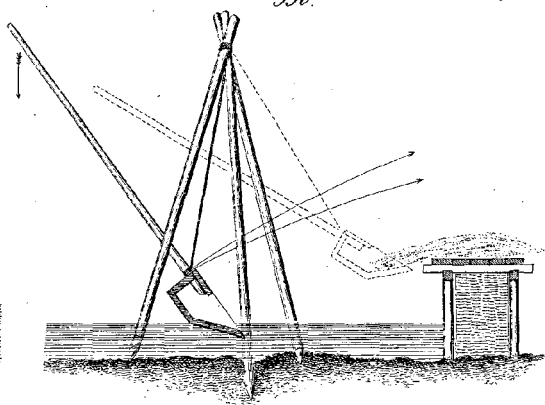
328.



329.



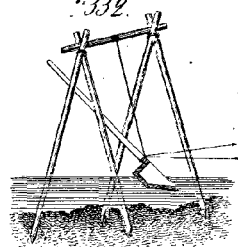
330.



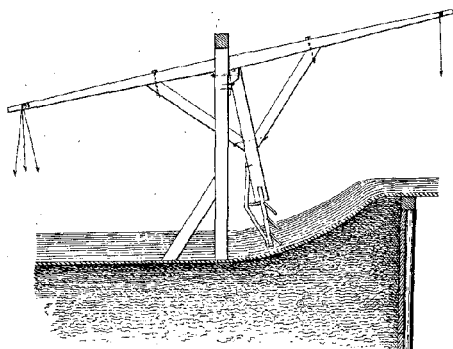
331.



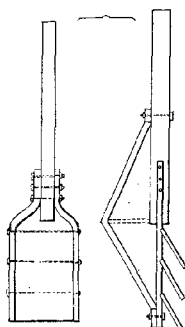
332.



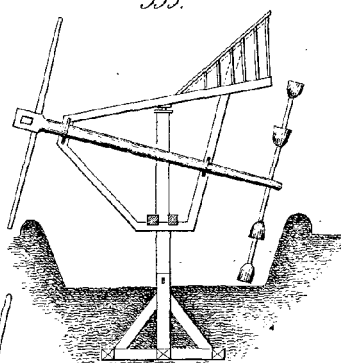
333.



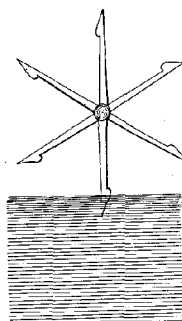
334.



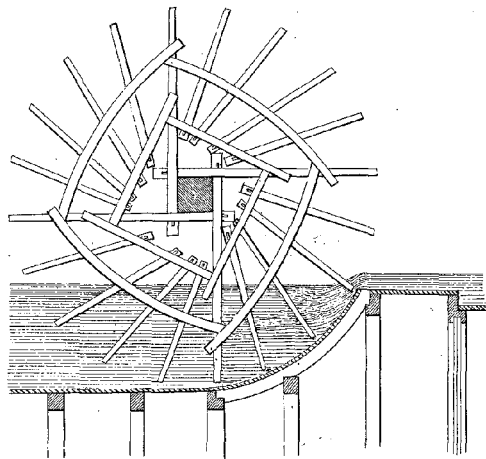
335.



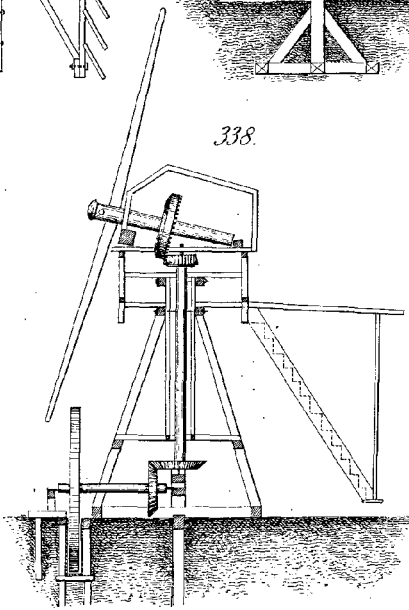
336.



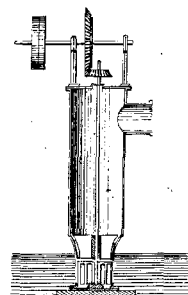
337.



338.



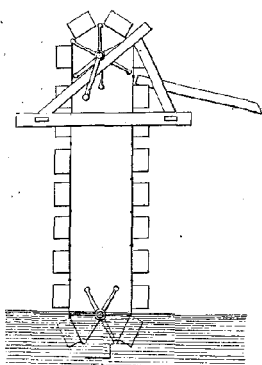
339.



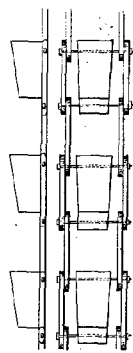
340.



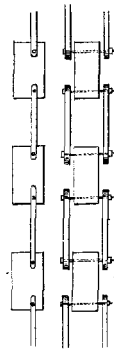
341.



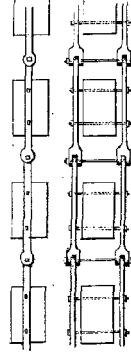
342.



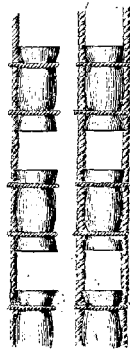
343.



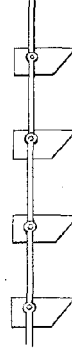
344.



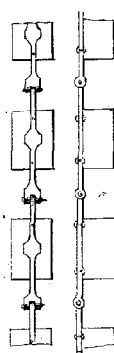
345.

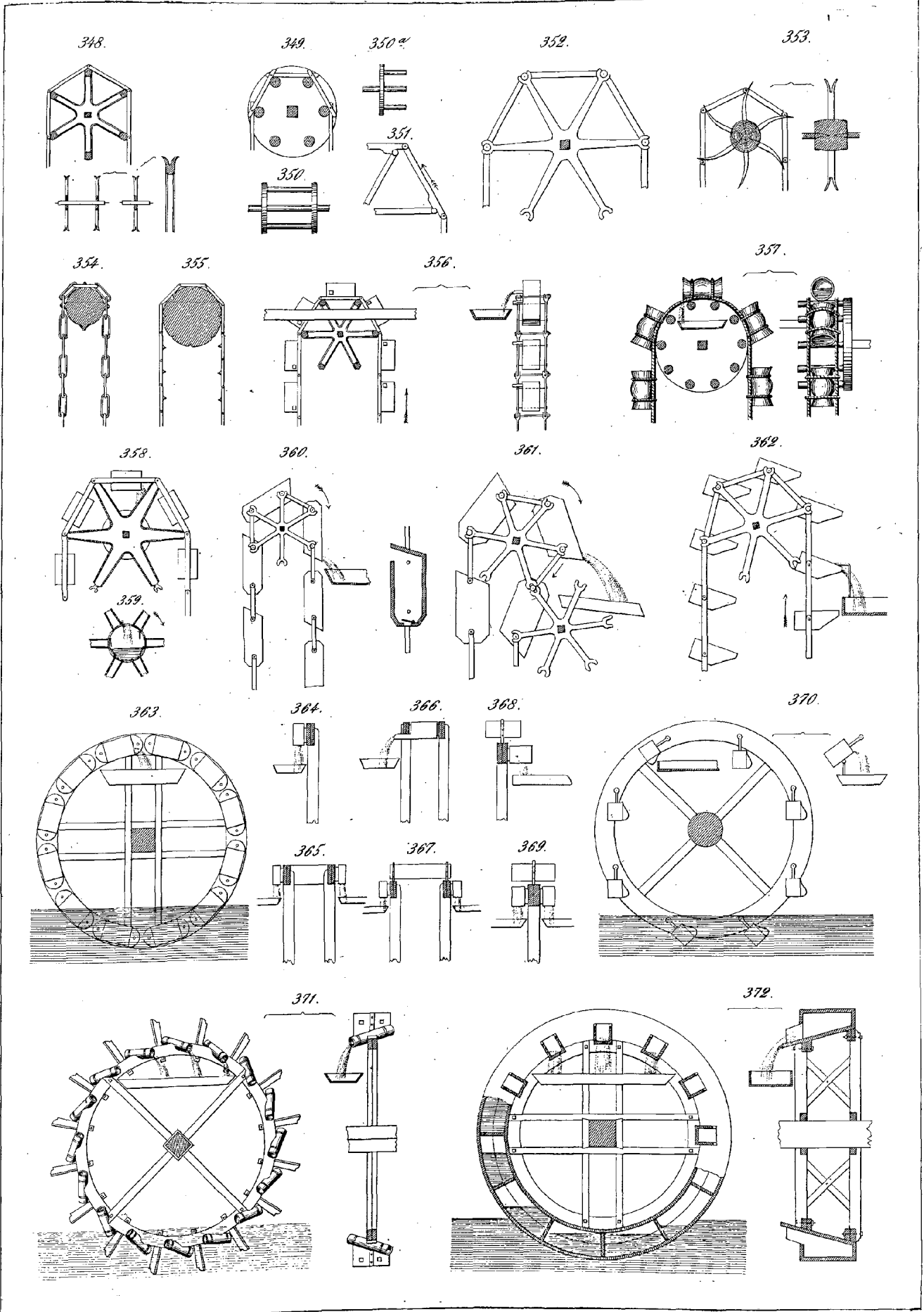


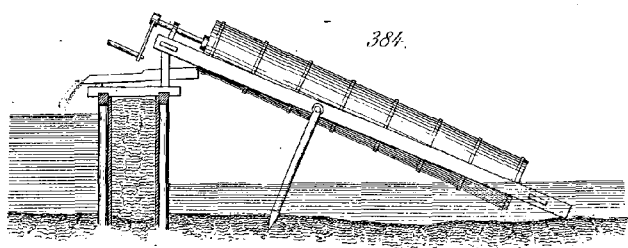
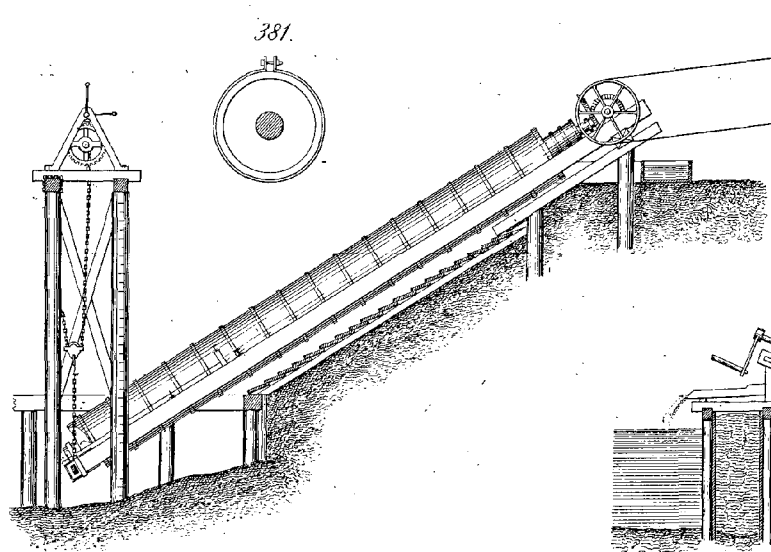
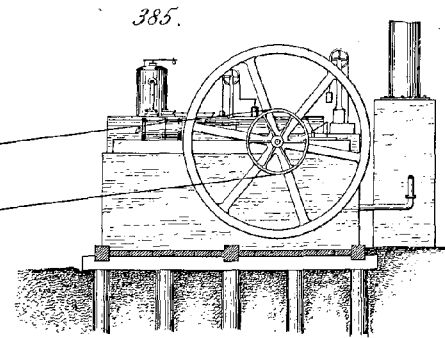
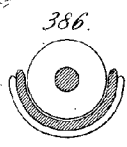
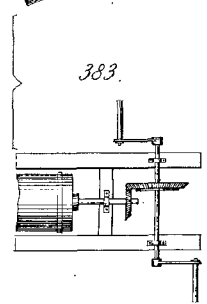
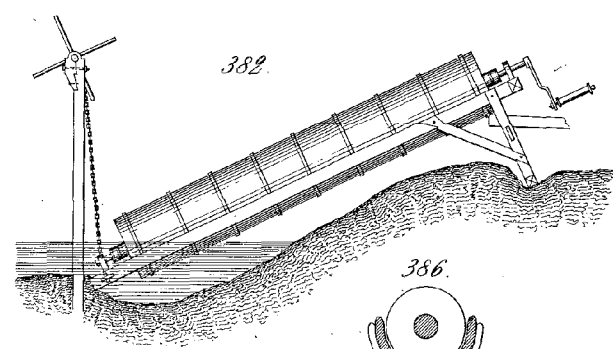
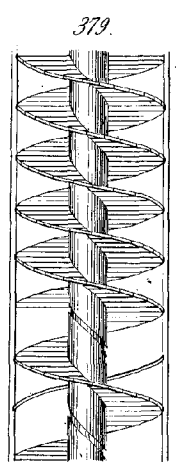
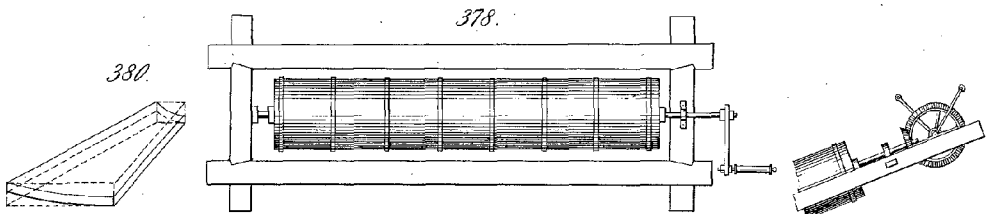
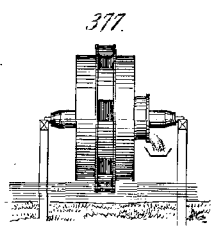
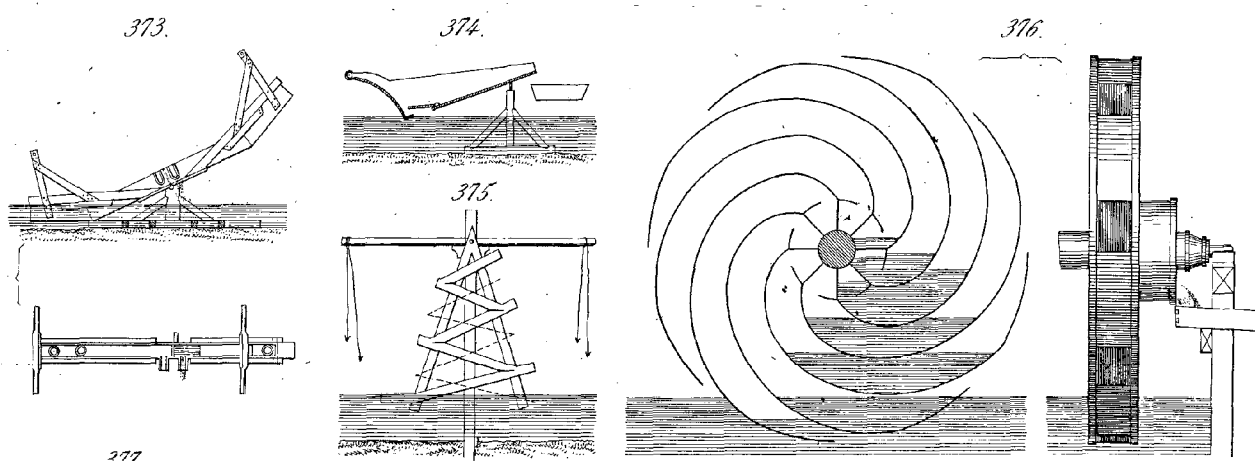
346.

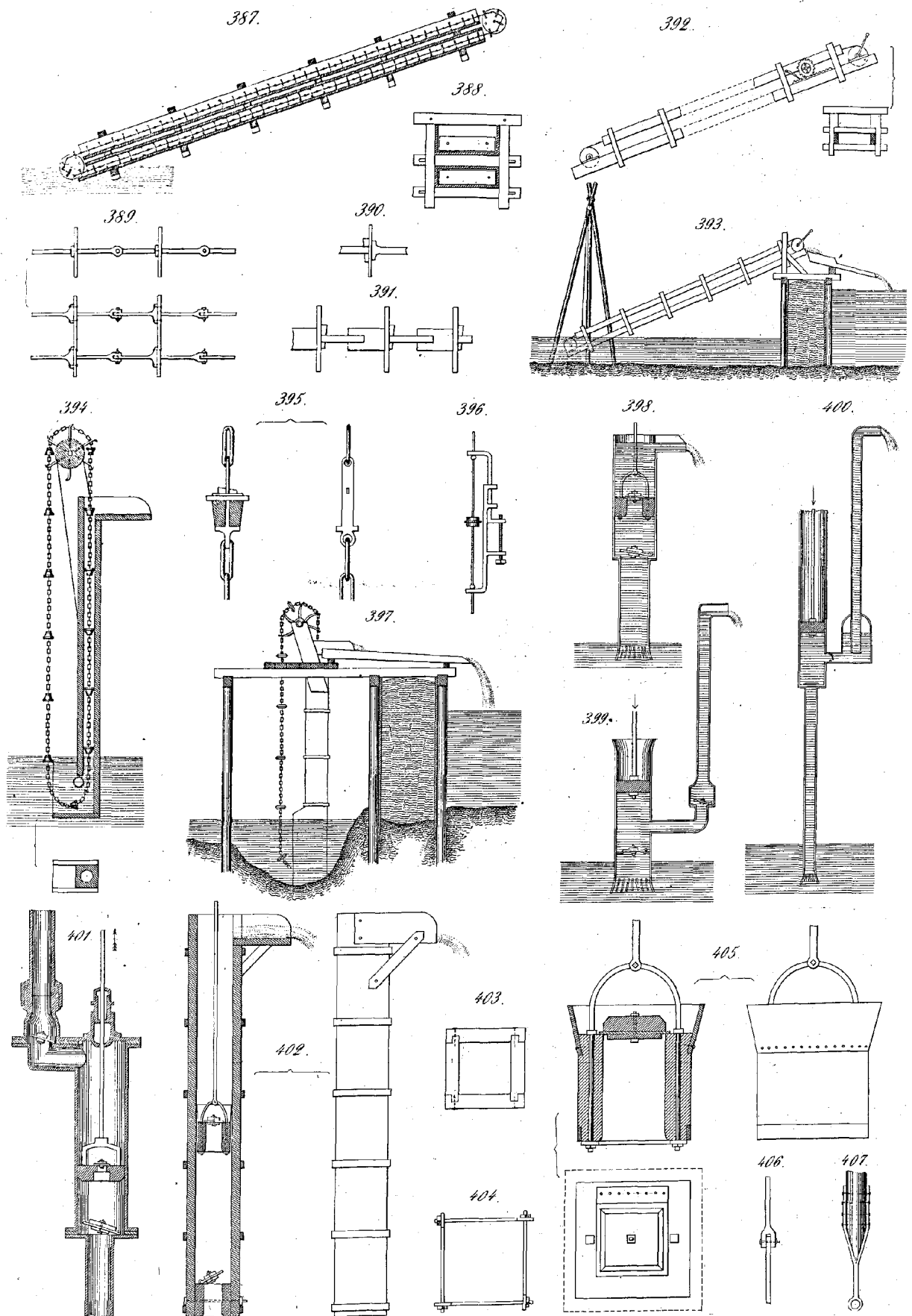


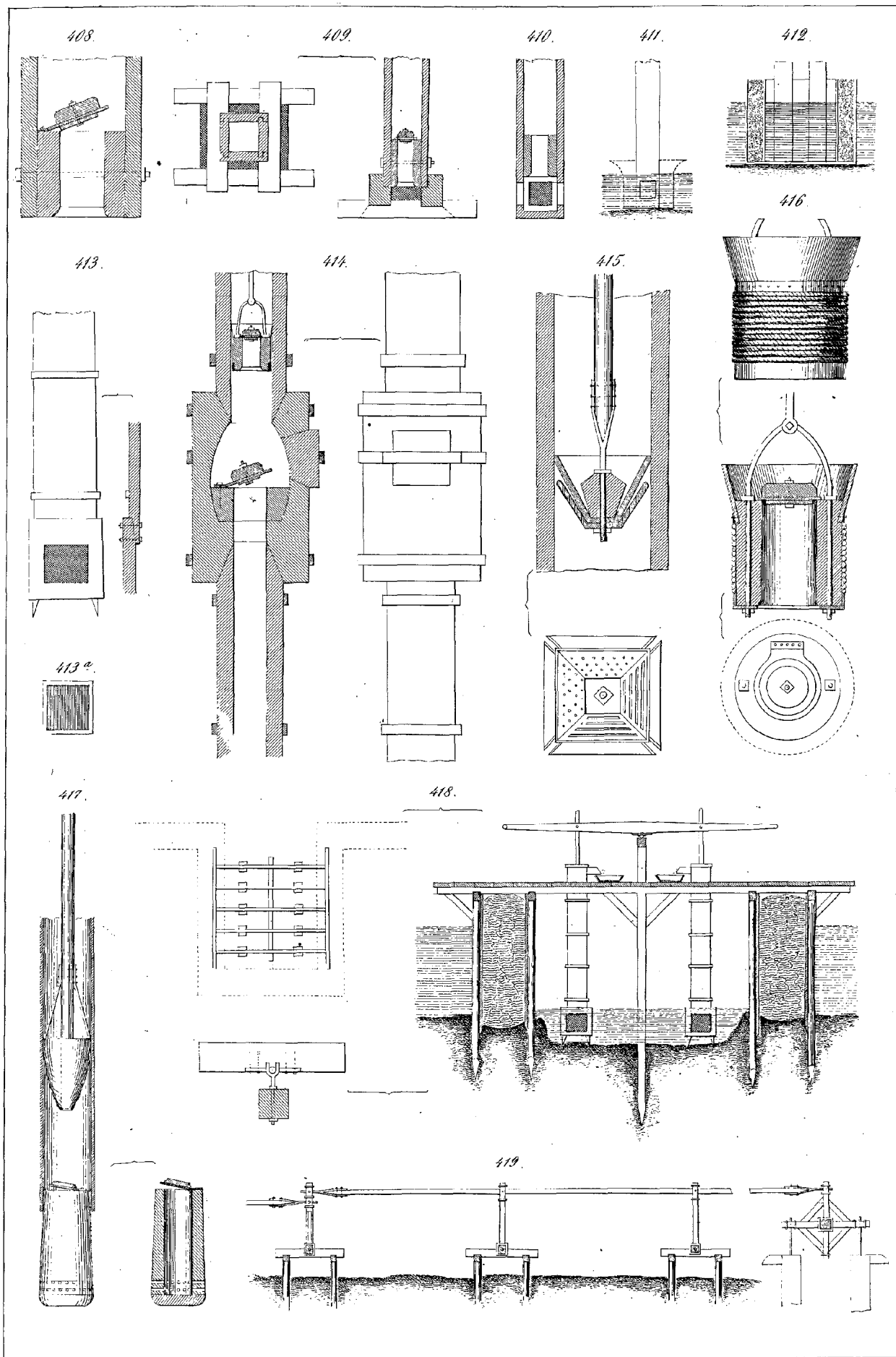
347.

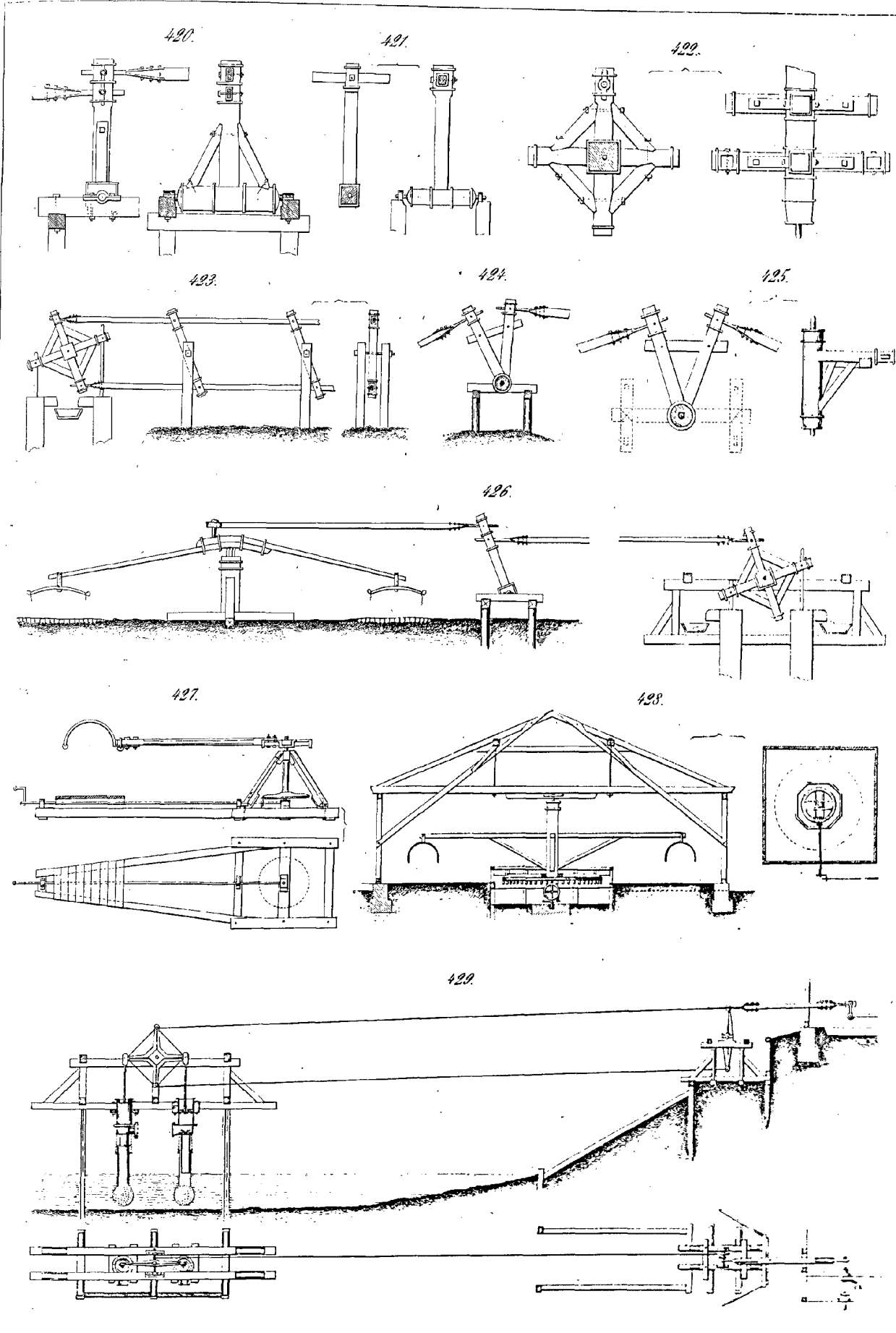






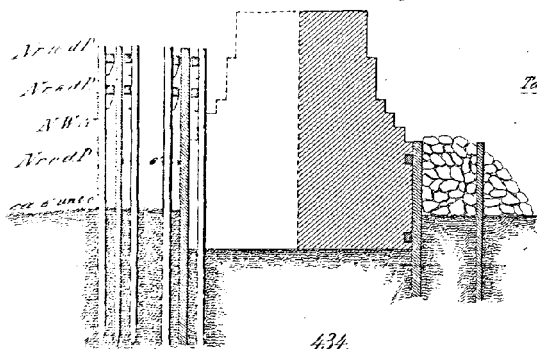




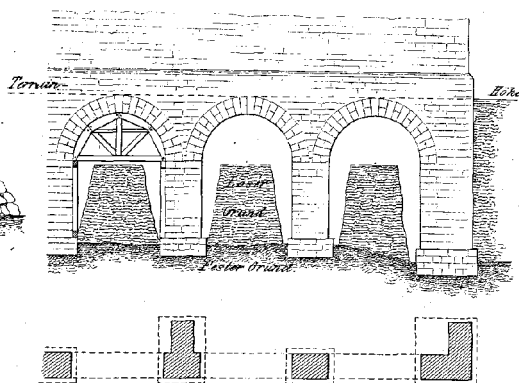




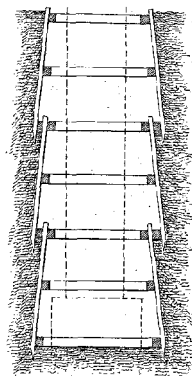
430. Brücke über die Elbe bei Rüttenberge.



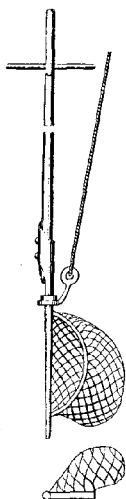
431.



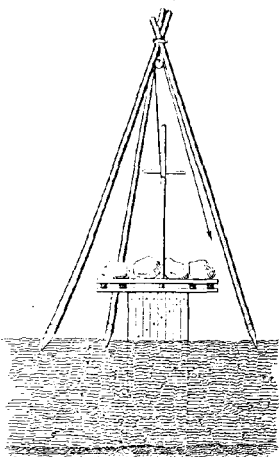
432.



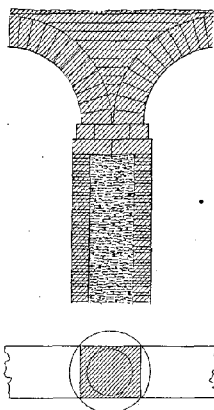
434.



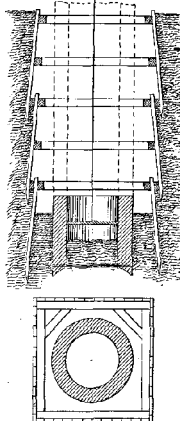
433.



435.

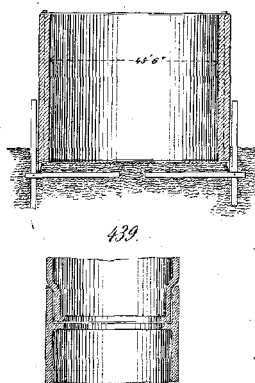


436.

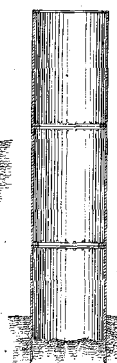


437.

Sechsbrennen am Themse-Tunnel zu London.

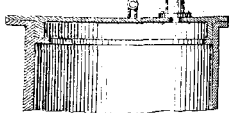


438.

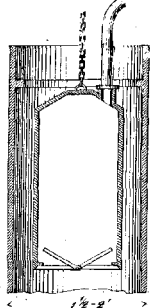


442.

Vinduct auf der Insel Angleson.

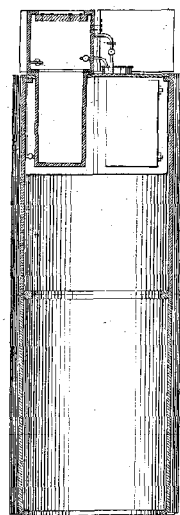


443.



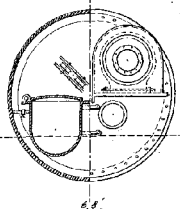
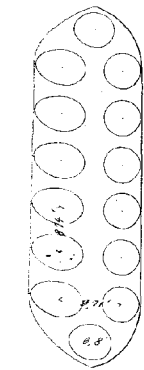
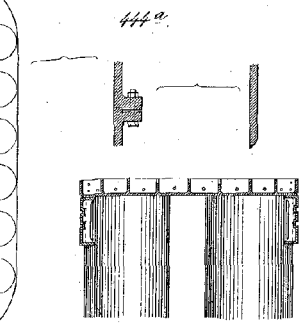
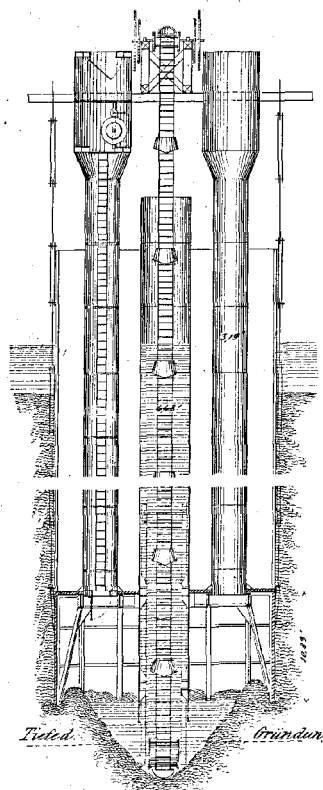
444.

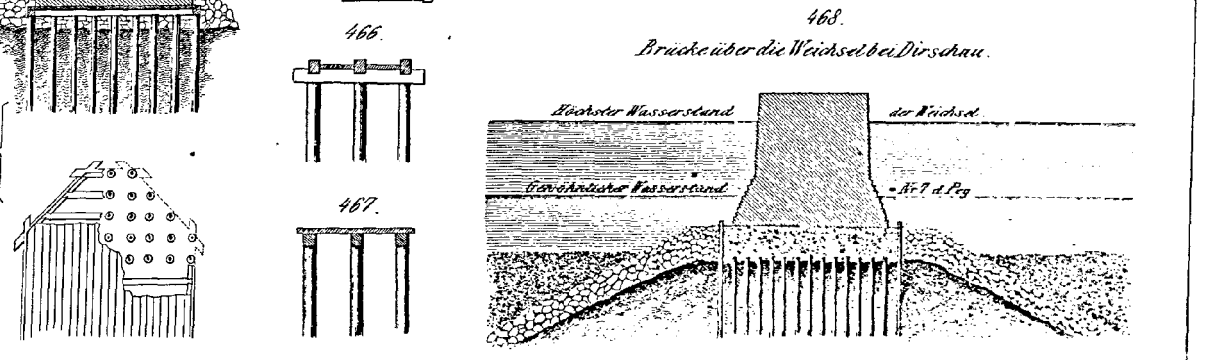
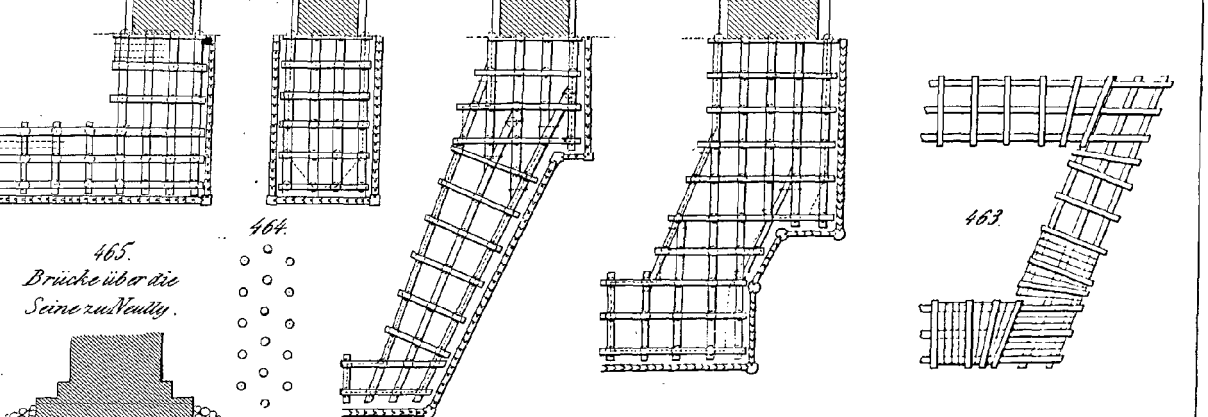
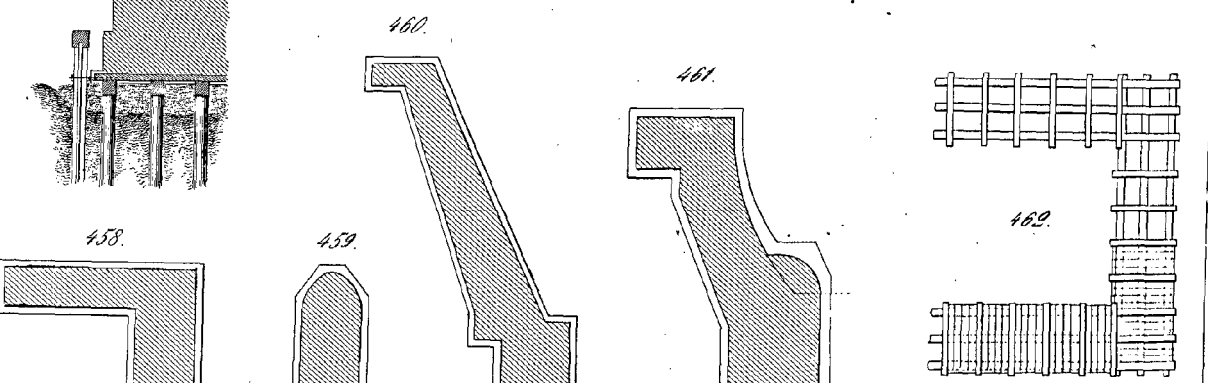
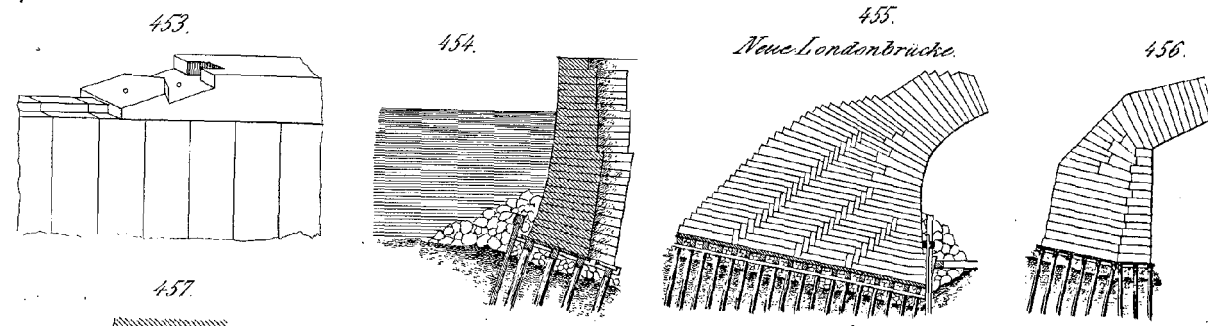
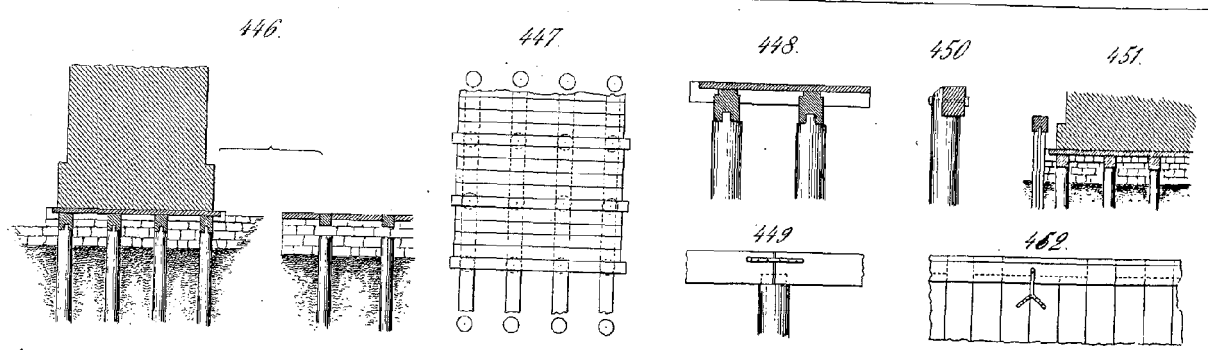
Brücke über den Medway zu Rochester.

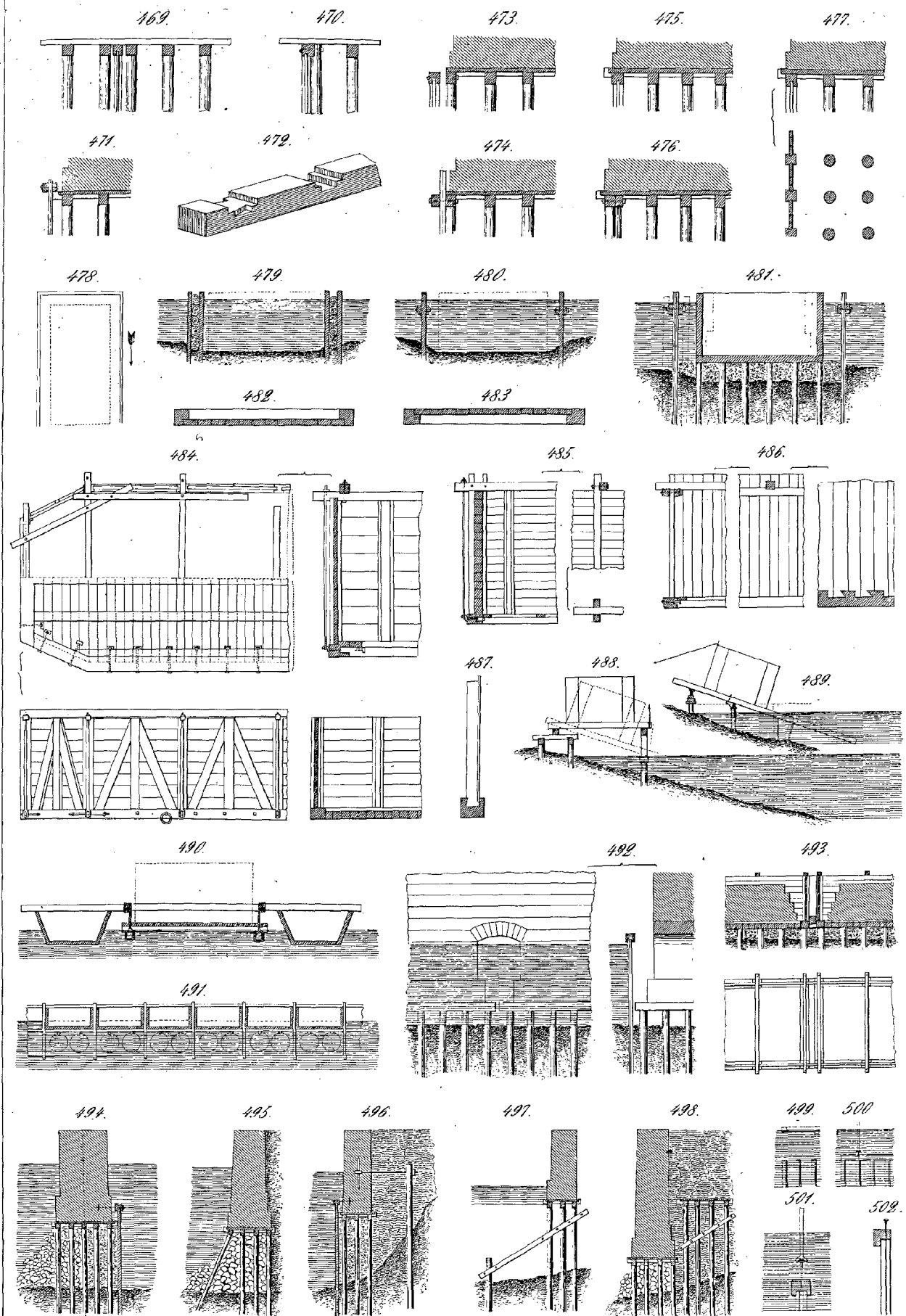


445.

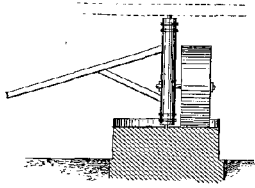
Brücke über am Rhein bei Kehl.



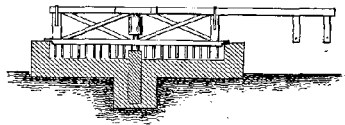




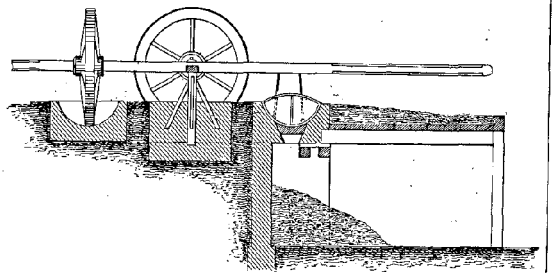
503.



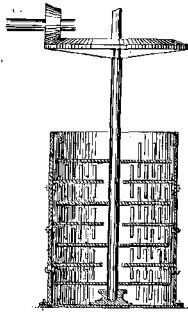
504.



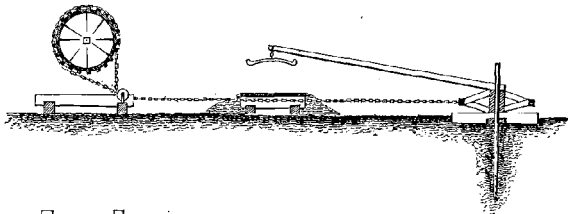
505.



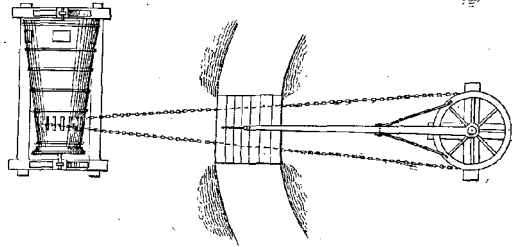
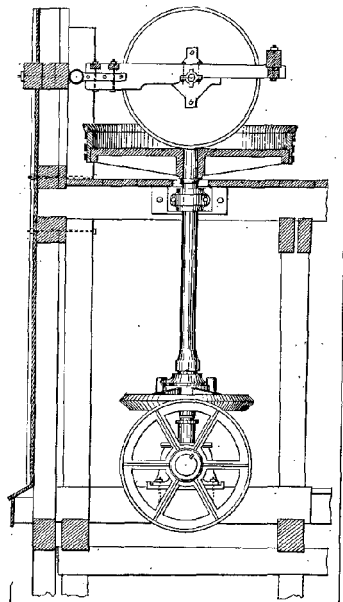
506.



507.

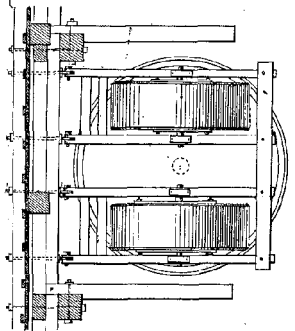
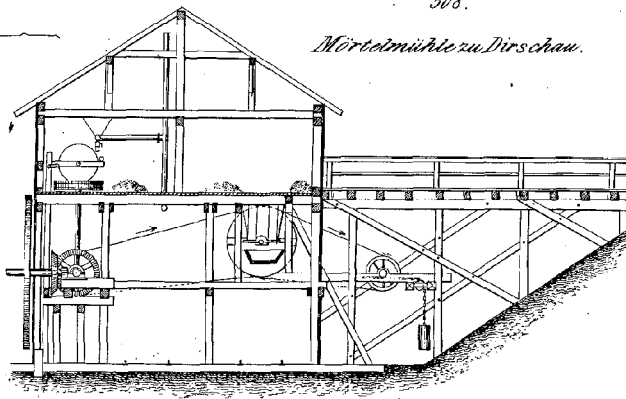
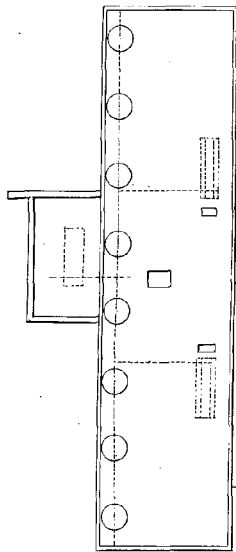


508 e.

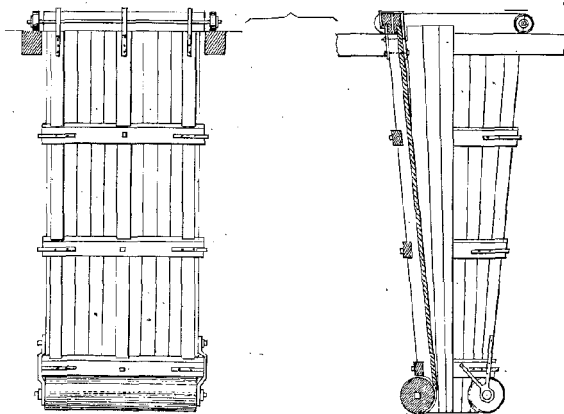


508.

Mörbelmühle zu Dirschau.



509.



510.

