



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Konstruktions-Elemente in Stein, Holz und Eisen, Fundamente

Marx, Erwin

Stuttgart, 1901

a) Rostpfähle

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78727](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78727)

a) Rostpfähle.

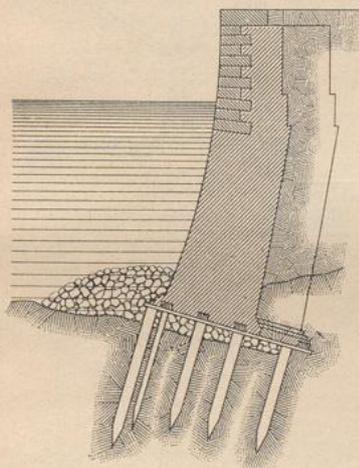
Für die Rostpfähle ist vor allem das in Abt. I, Abfchn. 2, Kap. 2, b (Art. 149 bis 153, S. 110 bis 112) über Pfähle Gefagte maßgebend; an dieser Stelle mögen noch die folgenden Betrachtungen Platz finden.

454-
Wirksamkeit
der
Pfähle.

1) Die Pfähle können den betreffenden Baukörper in zweifacher Weise tragen: entweder stehen sie mit ihrer Spitze auf, bezw. zum Teile in der festen, tragfähigen Bodenschicht, übertragen sonach den aufgenommenen Druck unmittelbar auf die letztere; oder sie erhalten in der lockeren Bodenschicht die erforderliche Standfestigkeit im wesentlichen nur durch die Reibung zwischen der Pfahloberfläche und dem sie umgebenden Bodenmaterial²⁵⁴⁾.

Dem in Art. 376 (S. 304) aufgestellten Grundsatze entsprechend, wird die erstgedachte Anordnung der letztangeführten stets vorzuziehen sein; die erstere ist dann mit der im vorhergehenden Abschnitt (Kap. 2, b, 1) vorgewiesenen Pfeilergründung sehr nahe verwandt, wird auch bisweilen mit derselben vereinigt. Bei größerer

Fig. 740.

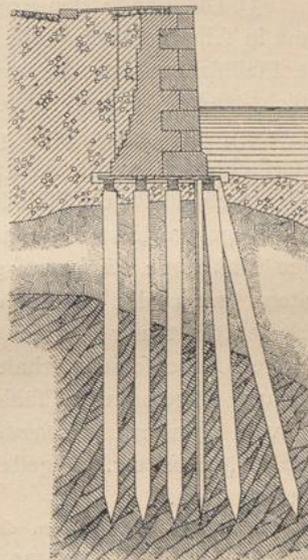


Vom Verbindungsdock zu Hull.
1/200 w. Gr.

Mächtigkeit der lockeren Bodenschicht kann sich indes eine so bedeutende Pfahlänge ergeben, daß die Gründung viel zu teuer zu stehen käme, wollte man die Pfähle bis auf die tragfähige Schicht einrammen; ja die letztere kann unter Umständen mittels Pfählen gar nicht erreichbar sein.

Dem Tiefbaugeschäft *Max Kühn* in Berlin ist ein Gründungsverfahren²⁵⁵⁾ geschützt, bei dem durch gußeiserne, glockenförmig gestaltete »Druckplatten«, welche über die Pfahlköpfe gesetzt

Fig. 741.



Reefendamm-Quaimauer zu Hamburg. — 3/200 w. Gr.

werden, das möglichst gleichmäßige Einsinken des Fundaments erzielt werden soll. Da aber die Voraussetzungen, unter denen letzteres eintreten könnte, sehr schwer zu erreichen sind, wird das betreffende Verfahren nur sehr selten anwendbar sein.

2) Die Pfähle werden auf Knickfestigkeit beansprucht; deshalb ist es am vorteilhaftesten, wenn die Achse der Pfähle in der Richtung des auf sie wirkenden Druckes gelegen ist. Da nun bei den meisten Hochbauten im wesentlichen nur

455-
Richtung
der
Pfähle.

²⁵⁴⁾ Wenn man diese Reibung in Rechnung ziehen will, ist zu beachten, daß sie meist im Anfang (unmittelbar nach dem Einrammen der Pfähle) größer ist und später etwas abnimmt. Infolge der Zusammenpressung, welche der Boden beim Einschlagen der Pfähle erfährt, ist die Reibung zunächst ziemlich bedeutend; indes ist dieses Maß nur bei sandigem und ähnlichem Boden von Dauer. Bei anderem Material pflanzt sich der Druck allmählich nach aufsen fort, wodurch nach und nach ein Ausgleich in den Druckverhältnissen der betreffenden Bodenschicht eintritt, sonach die Reibung zwischen Pfählen und Erde vermindert wird. Das Schlagen einer Spundwand kann innerhalb gewisser Grenzen einem solchen Ausgleich entgegenwirken; allein bei besonders lockerem Boden kann auch eine solche Wand in schädlicher Weise beeinflusst werden; es kann ein Schiefstellen derselben eintreten.

²⁵⁵⁾ Siehe: Deutsches Bauwksbl. 1897, S. 549. — Bauwks.-Ztg. 1898, S. 42.

lotrechte Drücke vorkommen, so werden die Pfähle in der Regel lotrecht in den Boden eingetrieben. Indes wird es bei Widerlagern weit gefpannter und flacher Gewölbe, bei Stützmauern, bei Mauern und Freistützen, welche Dachkonstruktionen zu tragen haben, überhaupt bei Bauteilen, die einen starken Seitenschub erfahren, vorzuziehen sein, die Pfähle in die Richtung des herrschenden Druckes zu stellen (Fig. 740).

Bisweilen genügt es, nur eine oder nur einige Pfahlreihen schräg zu stellen, die übrigen aber lotrecht anzuordnen (Fig. 741). In manchen Fällen ist der Seitenschub veränderlich, nicht nur was seine Größe und Richtung betrifft, sondern auch in dem Sinne, daß er bald von der einen, bald von der anderen Seite wirksam sein kann. Bei Mittelfstützen größerer Gewölbkonstruktionen, bei denen die Belastung veränderlich ist, bei den Stützen größerer Decken und Dächer etc. kann dieser Fall eintreten. Alsdann werden einzelne Pfähle, bezw. Pfahlreihen gleichfalls schräg gestellt, jedoch nach verschiedenen Richtungen derart, daß den am häufigsten vorkommenden Druckverhältnissen in geeigneter Weise entgegengewirkt wird (Fig. 742).

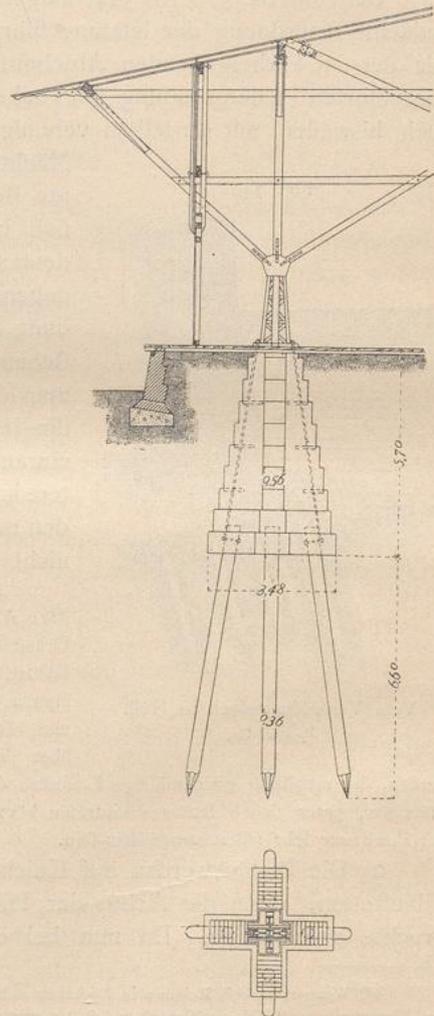
3) Die Länge der Rostpfähle läßt sich dann in sehr einfacher Weise bestimmen, wenn die Pfahlspitzen auf der tragfähigen Bodenschicht stehen sollen. Die Tiefenlage der letzteren, die man durch geeignete Bodenuntersuchungen (vergl. Art. 349, S. 290) feststellen muß, ist für die Pfahllänge maßgebend.

Dagegen stößt die Ermittlung der richtigen Pfahllänge häufig auf große Schwierigkeiten, wenn die Pfähle die erforderliche Standfestigkeit nur mittels Reibung in der lockeren Bodenschicht erhalten. Handelt es sich um eingerammte Pfähle, so kann man die von *Eytelwein*, *Redtenbacher*²⁵⁶⁾, *Weisbach*²⁵⁷⁾, *Brix* etc. aufgestellten Rammtheorien benutzen.

Die Rammtheorien haben die Aufgabe, eine Beziehung zwischen der Stosswirkung, die eine Ramme auf den einzutreibenden Pfahl ausübt, und der ruhenden Last, die er mit Sicherheit zu tragen im Stande ist, aufzustellen. Die gedachte Stosswirkung läßt sich nach jeder Hitze (von etwa 20 unmittelbar aufeinander folgenden Schlägen) infolgedessen unmittelbar ermitteln, als man das Eindringen des Pfahles jedesmal messen kann. Je geringer dieses Eindringen in der letzten Hitze war, desto größer wird im allgemeinen die Tragfähigkeit des Pfahles sein. In solchen Theorien spielen deshalb die Größen: Gewicht des Pfahles, Gewicht des Rammbaren, Fallhöhe des letzteren und Tiefe des Eindringens, die Hauptrolle.

Die meisten Rammtheorien liefern nur wenig zuverlässige Ergebnisse, da sie auf die Beschaffenheit der betreffenden Bodenschicht

Fig. 742.



Vom Quaischuppen am Grasbrookhafen zu Hamburg. — $\frac{1}{200}$ w. Gr.

²⁵⁶⁾ In: REDTENBACHER, F. Principien der Mechanik und des Maschinenbaues. Mannheim 1852. S. 102.

²⁵⁷⁾ In: WEISBACH, J. Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. Theil I. 5. Aufl. Bearbeitet von G. HERRMANN. Braunschweig 1874. S. 824.

456.
Länge der
Pfähle.

keine genügende Rücksicht nehmen. Für Rostpfähle, die in anderer Weise, wie z. B. durch Wasserspülung, in den Boden getrieben werden, fehlen theoretische Anhaltspunkte gänzlich.

Da auch die empirischen Formeln, die von verschiedenen Verfassern angegeben worden sind, unbrauchbar sind, so ist man in den häufigsten Fällen darauf angewiesen, die notwendige Pfahlänge durch Versuche zu ermitteln. Man treibt Probepfähle von verschiedener Länge und nach verschiedenen Rammverfahren ein, bringt alsdann tote Lasten auf und beobachtet sorgfältig das Verhalten der Pfähle. Bei kleineren Bauwerken sind solche Versuche allerdings zu umständlich und kostspielig, und man fusst häufig auf sonstigen Erfahrungsergebnissen, namentlich auf solchen, die unter ähnlichen Verhältnissen gewonnen wurden.

In Frankreich nimmt man an, daß in mittelfestem Boden ein Pfahl, der eine dauernde Belastung von 25 t tragen soll, in der letzten Hitze höchstens 10 mm tief eindringen dürfe. — In Holland wird bei Belastungen von 5 bis 10 t die zulässige Eindringtiefe bis zu 10 mm angenommen. — Im Sand- und Kiesboden der Rheinebene (Hessens und Badens) darf ein Pfahl, wenn er eine Last von 20 t mit Sicherheit tragen soll, in der letzten Hitze höchstens 4 bis 10 mm einsinken.

Alpine glaubt aus feinen Rammversuchen folgende Regeln gefunden zu haben:

α) Wächst die Fallhöhe des Rammbaren, so nimmt die Tragfähigkeit des eingerammten Pfahles im Verhältnis der Quadratwurzel der Fallhöhe zu.

β) Wächst das Bärgewicht, so nimmt die Tragfähigkeit um ca. 0,8 des vermehrten Gewichtes zu.

γ) Die Tragfähigkeiten von Pfählen, die mit gleichem Bärgewicht bei gleicher Fallhöhe eingerammt wurden, verhalten sich wie die Quadrate der Reibungsflächen der Pfähle.

4) Die Größe der Pfahlkopffläche hängt ab von der mittleren Dicke der Pfähle und vom Verjüngungsverhältnis der Baumstämme, die zu den Pfählen benutzt wurden. Die mittlere Pfahldicke ist wieder von der Pfahlänge abhängig. Zu dem in Art. 149 (S. 110) in dieser Richtung bereits Gesagten sei hier noch hinzugefügt, daß man für die Pfähle tiefliegender Roste einen mittleren Durchmesser

$$d = 12 + 3 l \text{ Centim.} \dots \dots \dots 240.$$

zu wählen hat, wenn l die Pfahlänge (in Met.) bezeichnet.

Prudhomme giebt allgemein

$$d = \frac{l}{24} \text{ Centim.}$$

an. Andere Verfasser wählen bis 5 m Pfahlänge 25 cm Pfahldicke, für jedes Meter Mehrlänge 10 bis 15 mm Mehrdicke.

Die statische Ermittlung der Dicke von Grundpfählen ist mit Hilfe der Gleichung 27 (S. 111) möglich. Für Langpfähle ist die Gleichung 28 (S. 111) in Anwendung zu bringen; für annähernde Rechnungen kann man auch die Relation benutzen:

$$d = 15 + 2,75 l \text{ Centim.}$$

5) Die erforderliche Zahl von Rostpfählen ist gleich der Gesamtbelastung des Pfahlrostes, dividiert durch die Tragfähigkeit eines Pfahles²⁵⁸⁾. Letztere muß nach den in Art. 456 gemachten Angaben ermittelt werden; als weitere Anhaltspunkte mögen die nachstehenden Erfahrungszahlen dienen.

Die Tragfähigkeit für 1 qm Pfahlkopffläche schwankt zwischen 15 und 45 kg, bleibt aber meist zwischen 20 und 40 kg; eine Belastung von 20 kg ist bei langen Pfählen und lockerem Boden, eine Belastung von 40 kg bei kurzen Pfählen und weniger lockerem Boden zulässig²⁵⁹⁾.

457.
Dicke der
Pfähle.

458.
Zahl der
Pfähle.

459.
Tragfähigkeit
der Pfähle.

²⁵⁸⁾ Siehe auch: BUBENDEY. Die Tragfähigkeit gerammter Pfähle. Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 533, 545.

²⁵⁹⁾ Siehe auch: *Calcul du nombre des pieux pouvant supporter une maçonnerie donnée. Les annales des travaux publics*, Jahrg. 12, S. 29.

Heinzerling giebt als zulässige Belastung für 1 qcm Nutzfläche des Pfahlroftes an: bei Moorboden 0,8 bis 1,2 kg, bei besserer Bodenart 3 bis 5 kg, bei festerem, durch Pfähle gedichteten Lehm-, Thon- und Sandboden bis 7 kg.

Ist die Tragfähigkeit für 1 qcm Pfahlkopffläche k (in Kilogr.) und misst die letztere f (in Quadr.-Centim.), so ist die Tragfähigkeit des Pfahles kf Kilogr. Beträgt der Druck, den das künftige Bauwerk auf den Pfahlroft ausüben wird, D (in Tonnen), so ist die erforderliche Zahl n der Pfähle

$$n = \frac{1000 D}{kf}$$

460.
Anordnung
der Pfähle.

6) Die Verteilung der Pfähle im Grundrifs soll derart geschehen, das jeder Pfahl eine gleich grosse Belastung erfährt und das an jede Ecke ein Pfahl zu stehen kommt. Bei regelmässiger (rechteckiger) Grundrifsform lässt sich diese Bedingung am einfachsten dadurch erfüllen, das man die Pfähle reihenweise schlägt (Fig. 743 u. 744). Die einzelnen Pfahlreihen erhalten alsdann einen Abstand von 0,70 bis 1,25 m, meist zwischen 0,80 und 1,20 m. Die Pfähle einer Reihe sind etwas weiter voneinander entfernt, so das der Abstand ca. um $\frac{1}{6}$ grösser ist; man findet 0,90 bis 1,80 m, doch ist 1,00 bis 1,50 m Abstand zu empfehlen. Die statische Berechnung, welche auf Grundlage der in Art. 456 bis 459 gemachten Angaben anzustellen ist, muss für die Wahl des Pfahlabstandes massgebend sein.

Soll die Rostdecke aus Lang- und Querschwellen gebildet werden, so muss unter jedem Kreuzungspunkte der beiden Schwellenlagen ein Pfahl gelegen sein; hierdurch ergibt sich die netzförmige, in Fig. 743, 746 u. 747 dargestellte Anordnung. Wenn jedoch die Pfähle einen Betonkörper oder das Mauerwerk unmittelbar zu tragen haben, so empfiehlt es sich, die Pfähle in den einzelnen Pfahlreihen gegeneinander zu versetzen (Fig. 744). Die äusserste

Fig. 743.

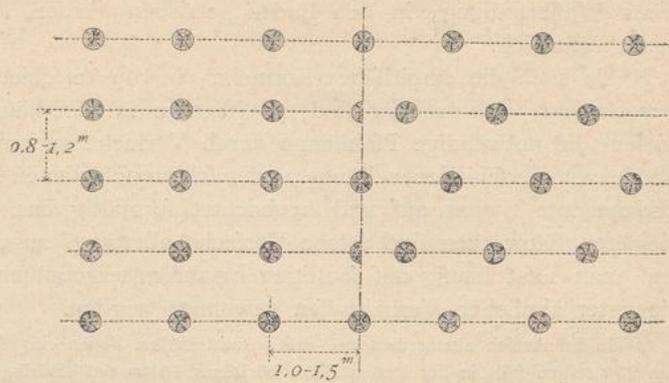


Fig. 744.

Fig. 746.

Fig. 747.

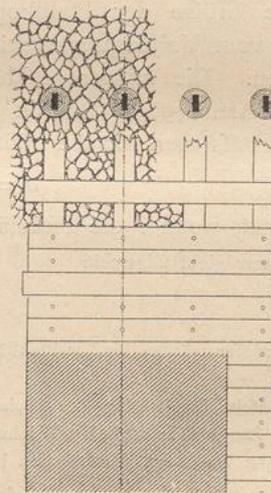


Fig. 745.

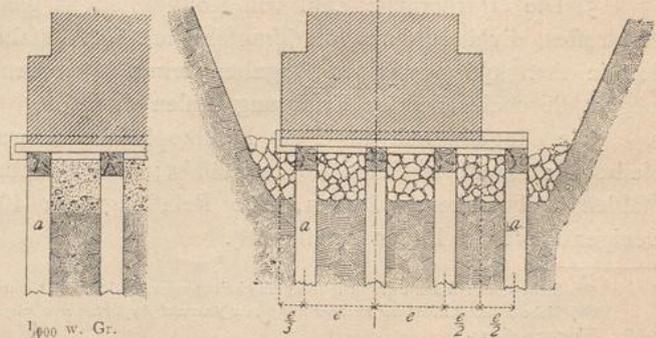
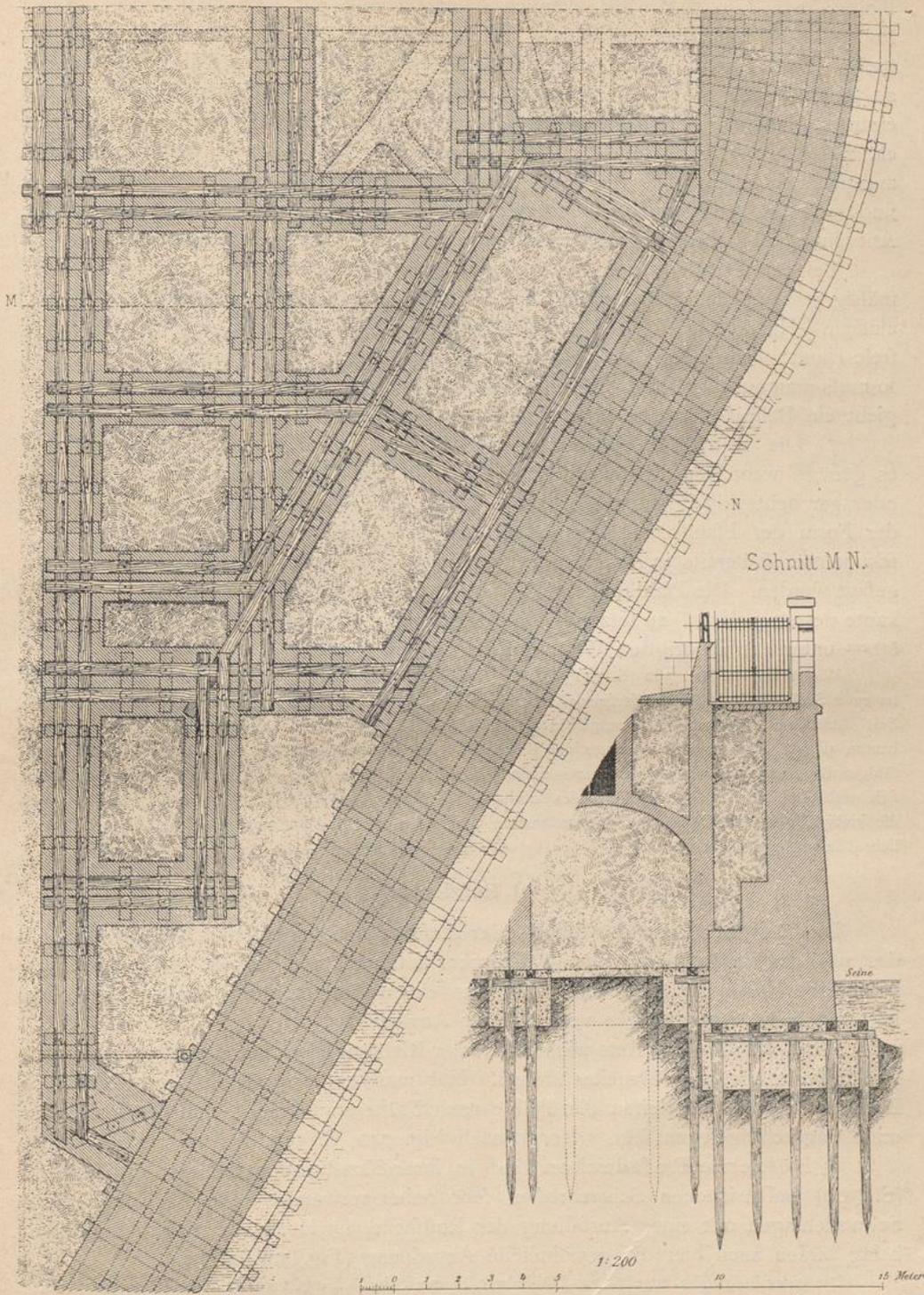


Fig. 748.



Fundamentplan des Leichenschauhauses zu Paris. — Südliche Hälfte ²⁶⁰⁾.

²⁶⁰⁾ Nach: *Revue gén. de l'arch.* 1864, Pl. 39.

Pfahlreihe *a* (Fig. 745) wird ziemlich häufig bündig mit dem Haupt des darüber stehenden Mauerwerkes gelegt; nur den Bohlenbelag läßt man bisweilen etwas vortreten. Diese Anordnung ist unrichtig, weil alsdann die äußeren Pfahlreihen weniger zu tragen haben wie die zwischenliegenden, daher leicht ungleichmäßige Setzungen eintreten können. Deshalb müssen entweder die äußeren Pfahlreihen etwas (um ca. 20 bis 30 cm) nach innen gerückt werden (Fig. 746), oder sie sind so weit nach außen zu schieben, daß die ihnen zunächst gelegenen Pfahlreihen ebenso belastet sind, wie die zwischen den letzteren befindlichen (Fig. 747). Die zweitgedachte Anordnung ist kostspieliger und empfiehlt sich nur für große Belastungen.

Bei der Gründung von Bauwerken, deren Grundriß weniger regelmäßig geformt ist, gestaltet sich die Verteilung der Rostpfähle weniger einfach. Handelt es sich um einen Betonpfahlrost, so hat man ziemlich freie Hand; wenn jedoch Holzschwellen auf die Pfähle zu liegen kommen, so muß man auf thunlichste Reihenanzahl der letzteren sehen. Fig. 748 giebt ein Beispiel für eine unregelmäßigere Grundrißanordnung.

7) Die Rostpfähle regelmäßig zu behauen, ist nicht notwendig; es genügt, wenn die Rinde abgelöst wird. In der That kommen vier- oder gar achteckig (Fig. 749) behauene Pfähle sehr selten vor. Bezüglich der Form der Pfahlschulter, der Gestalt der etwa anzuwendenden Pfahlschuhe etc. ist bereits in Art. 150 bis 152 (S. 111 u. 112) das Erforderliche gesagt worden. Die Pfahlköpfe müssen so tief gelegen sein, daß die Oberkante der etwa darauf zu setzenden Holzkonstruktion mindestens 30, besser 50 cm unter den niedrigsten Wasserstand zu liegen kommt.

Wie schon in Art. 382 (S. 311) bemerkt wurde, ist hierbei auf eine möglicherweise später eintretende Senkung des Grundwasserspiegels Rücksicht zu nehmen. In Hamburg hat man bei den um die Zeit nach dem großen Brande ausgeführten Häusern diese Regel nicht befolgt. Bei den meisten Neubauten pflegte man etwa 60 cm unter der Kellerhöhle den Boden auszuheben und, wenn sich kein tragfähiger Baugrund vorfand, ohne weiteres einen Pfahlrost auszuführen. Die Folgen dieses Verfahrens haben sich nach Senkung des Grundwasserstandes infolge des Sielbaues in übelster Weise geltend gemacht, wovon die kostspieligen Unterfahrungen der Fundamente vieler Häuser auf der ehemaligen Brandstätte ein deutliches Zeugnis geben.

b) Rostdecke.

Die Rostdecke, der Rostbelag oder die Zwischenkonstruktion, welche die Last des auf dem Pfahlrost ruhenden Baukörpers aufnimmt und auf die Pfähle überträgt, kann eine Holzkonstruktion sein oder aus einem Betonkörper bestehen; bisweilen kommen beide Anordnungen vereinigt zur Anwendung.

Die Rostdecke soll stets winkelrecht zur Richtung des vom darauf zu setzenden Baukörpers ausgeübten Druckes stehen. Hat man es hauptsächlich mit lotrechten Drücken zu thun, so stehen die Pfähle nach Früherem lotrecht, und die Rostdecke muß wagrecht gelegen sein. (Vergl. auch Fig. 740, S. 369.)

1) Hölzerne Rostdecken sind in ihrer Konstruktion mit den in Art. 444 (S. 361) beschriebenen Schwellenrosten sehr nahe verwandt. Zwei sich kreuzende Schwellenlagen mit einer Ausfüllung der Rostfäche, sowie ein aufgebrachter Bohlenbelag bilden auch hier die gewöhnliche Anordnung (Fig. 746 u. 747).

Die einer Pfahlreihe angehörigen Pfähle werden meist durch Langschwellen oder Holme miteinander verbunden. Stehen seitliche Verschiebungen nicht zu befürchten, so kann man diese Schwellen nur stumpf auf die in gleicher Höhe abgefehlten Pfähle aufsetzen (Fig. 747); meistens wird indes eine Verbindung beider vorgenommen. Dieselbe geschieht am einfachsten mittels ca. 40 cm langer und 3 cm dicker Holz-

Fig. 749.



Vom
Leichen-
schauhaus
zu
Paris 260).
1/50 w. Gr.

46r.
Pfähle.

46z.
Hölzerne
Rostdecken.

463.
Lang- und
Querschwellen.