



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verschiedene Konstruktionen

Scholtz, Adolf

Leipzig, 1900

Umschließung der Baugrube.

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

Entweichen des Wassers gestatten, den Zutritt aber verhindern. Der Boden des Kastens trägt ein vertikales, nach unten vorstehendes Rohr, welches bis 10 cm unter den Deckel reicht. Der Apparat hängt an vier Ketten, die sich in einem Ring vereinigen; eine starke Kette ist durch diesen Ring geschlungen, sie wird über eine Rolle am Dreifuß geleitet und die Sandpumpe mittels einer Winde gehoben. Beim Gebrauch¹⁾ fassen neun Mann die Kette, an welcher der Kolben hängt, und schnellen ihn wie einen Rammbär in die Höhe; hierdurch wird Luftverdünnung bewirkt und das Saugerohr mit Wasser und Sand gefüllt. Beim Füllen des Kolbens entweicht das Wasser durch die Ventile, der Sand aber fällt auf den Boden des Kastens.

Es wurden täglich im Maximum 22,2 cbm gefördert, und der Brunnen pro Tag durchschnittlich um 0,837 m gesenkt.

Entfernung von Hindernissen unter Wasser.

Häufig stößt man beim Senken von Brunnen, wie überhaupt beim Baggern, auf große Steine, Baumstämme, Felsstücke, welche oft nur mit großer Schwierigkeit gehoben werden können. Wenn Baumstämme gehoben werden sollen, so sucht man den Stamm von dem ihn umlagernden Boden durch Baggern und Kraken zu befreien und dann mittels Bügeln und Haken zuerst eine Schnur und an dieser eine Kette unter ihm durchzuziehen und am Hebezeug zu befestigen. Ist das Durchziehen der Kette nicht möglich, so wird eine lange eiserne Schraube in den Stamm eingeschraubt und an dieser die Hebekette befestigt, oder man sucht denselben mit Zangen zu fassen.

Steine und Felsstücke kann man mittels des sogenannten Steinkorb'es, eines Geflechtes von Ketten, hochziehen. Gebräuchlicher ist die Greifzange oder Teufelsklaue, die in Fig. 37 im geschlossenen Zustande dargestellt ist und aus zwei, mit mehreren Zinken versehenen Doppelarmen besteht, die durch einen Drehbolzen verbunden sind; wenigstens einer derselben ist mit einem langen hölzernen Stiel versehen, der über Wasser reicht und teils zum

1) Brunnenanlage der Berliner Wasserwerke von G. Gill; vergl. Deutsche Bauzeitung 1871, S. 110 ff.

Öffnen der Zange, teils zum Ansetzen derselben an den zu hebenden Stein dient. Beide Arme sind von einem Bügel umfaßt, der die Enden des Bolzens aufnimmt. Aufgehängt wird die Zange an den Öhren a und b derart, daß durch den Seitenzug der Kettenenden die Zange fest zusammengeschlossen wird. Herabgelassen wird sie an dem Bügel c hängend, wobei das Öffnen derselben nicht gehindert wird.

Fig. 36.

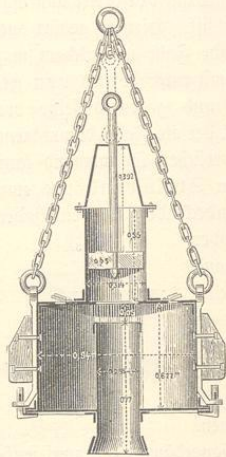


Fig. 37.

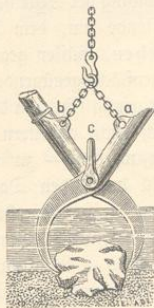
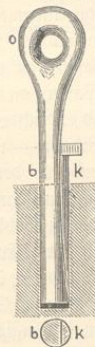


Fig. 38.



Wenn sehr große und schwere Steine unter Wasser zu heben sind, so wird in dieselben ein cylindrisches Loch eingebohrt und in dieses der aus zwei Teilen bestehende Steinwolf eingesetzt (Fig. 38). Derselbe besteht aus einem cylindrischen, 25 cm langen Bolzen, an welchem ein Aufhänger eingeschweißt ist. Man setzt den Bolzen b mit Keil k in das gemeißelte Loch des rauhen Steines ein, und hier werden beide durch Reibung festgehalten, wenn der Bolzen in die Höhe gezogen wird.

Auch Sprengarbeiten können im Grundbau erforderlich werden, so zur Zerkleinerung geschlossener Felsen oder einzelner schwerer Steinstücke unter Wasser. Diese Materie hat hier jedoch eine mehr nebensächliche, dagegen im Fluß- und Hafengebäude eine große Bedeutung.

Umschließung der Baugrube. Fangedämme.

§ 10.

Bei Hochbauten im festen Lande sind die Schwierigkeiten der Wasserbewältigung nur selten erheblicher Natur, indessen kommen auch Fundierungen an fließenden oder stehenden Gewässern vor, z. B. bei Landhäusern am Seeufer, Speichergebäuden an Kanälen (ein in Seestädten sehr häufiger Fall). Unter solchen Verhältnissen ist die Baugrube nach der Wasserseite hin offen und bedarf daher hier eines Abschlusses durch künstliche Wände, welche gemeinhin Fangedämme genannt werden. Da diese Arbeiten mit zur Darstellung der Baugrube gehören, so sollen sie an dieser Stelle besprochen werden.

Die Umschließungskörper zum Schutz einer Baugrube gegen das Wasser heißen Seitenfangedämme — wenn sie das Zudringen desselben von der Seite her abhalten sollen — und Grundfangedämme, wenn dadurch der Zudrang des Wassers von der Sohle her verhütet werden soll. Die letztgenannte Anordnung, den Boden der Baugrube mit wasserdichten Erdschichten zu überdecken, kommt seltener vor, weil in solchem Falle Beton als Dichtungsmaterial vorgezogen wird.

Was die allgemeine Anordnung der Seitenfangedämme anlangt, so müssen sie im Stande sein, dem Druck des äußeren Wassers zu widerstehen, müssen gegen die Angriffe des Wassers an ihrer Außenfläche genügende Sicherung erhalten und endlich auch dicht genug sein, um die Bildung von Wasseradern — welche sich leicht erweitern und dann gefahrrohend für den Damm werden — zu verhindern. Das Durchsickern kann sowohl durch den Damm selbst, als unter dessen Sohle erfolgen, es ist daher bei der Konstruktion auf diese Eventualitäten Rücksicht zu nehmen. — Ferner kommt die Höhe desselben in Betracht, weil von dieser Abmessung die Stärke des Damms und seine sonstige Konstruktion abhängig ist. Um diese Höhe zu bestimmen, muß die Wasserstandshöhe, welche während der Zeit des Grundbaues zu erwarten steht, genau bekannt sein. In diesem Sinne geben genau geführte Wasserstandstabellen, wo solche vorhanden sind, die beste Auskunft. — Den höchsten bekannten Wasserstand pflegt man hierbei nicht zu Grunde zu legen, weil die Gründungsarbeiten stets in der Jahreszeit vorgenommen werden, wo die niedrigen Wasserstände eintreten. — Ist dagegen der Umfang der Arbeiten so groß, daß deren Vollenbung eine längere Zeit in Anspruch nimmt, oder tritt auch in der günstigen Bauzeit ein Wechsel zwischen Hoch- und Niedrigwasser ein, so ist es geraten, die Baugrube unter Wasser zu setzen und bei Eintritt des niedrigen Wassers wieder leer zu pumpen. Zu solchem Zwecke verfährt man den Fangedamm mit einem Einlaßsieb.

Da der Fangedamm in seinem oberen Teil selten dicht genug ist, um den Durchgang des Wassers zu verhindern, so pflegt man seine Höhe 30 cm größer zu nehmen als den während der Bauzeit angenommenen höchsten Wasserstand.

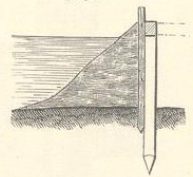
Der Konstruktion nach unterscheidet man:

- 1) Erddämme,
- 2) Fangedämme mit einseitiger Holzbeleidung,
- 3) hölzerner, isoliert stehende Fangedämme (Spundwände),
- 4) Kastenfangedämme.

Bis zur Höhe von 1 m genügt ein bloßer Erddamm ohne alle Bekleidung; solche Erdkörper sind zur Umschließung

der Baugrube besonders da von Wichtigkeit, wo sie aus gewachsenem Boden stehen bleiben können. Leichter lagert sich die Erde und läßt sich auch besser komprimieren, wenn sie sich wenigstens auf einer Seite gegen eine feste Holzwand lehnt, die man dann immer auf der Seite anbringt, welche der Baugrube zugewendet ist. Hierher gehört auch der noch weiterhin zu besprechende Fall, in welchem man das Fundament des Bauwerkes mit einer Wand von gespundeten Bohlen umgiebt und gegen dieselbe von außen einen Thonschlag anbringt, der als Fangedamm dient.

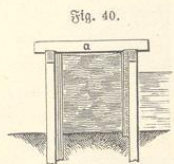
Statt der immerhin beschwerlichen Spundwand kann man sich häufig der sogenannten Stülpwand aus zwei Reihen in den Fugen sich überdeckender, in den Boden eingetriebener Bohlen bedienen, oder es wird eine verholzte Pfahlwand hergestellt, d. h. es werden einzelne Pfähle eingerammt, auf diese ein Holm aufgezapft und dahinter eine doppelte Brettwand gelehnt (Fig. 39). Solche Konstruktionen können nur bis zur Höhe von 1,5 m in Frage kommen.



Am häufigsten werden die Fangedämme mit zwei senkrechten Holzwänden konstruiert, welche den Erddamm einschließen; sie heißen dann Kastenfangedämme. Durch die zwischen den einschließenden Holzwänden eingestampfte Erdschüttung wird der Fangedamm wasserdicht und darum muß der Damm eine ausreichende Breite erhalten. Häufig dienen die Oberflächen der Fangedämme zum Materialtransport, als Materiallagerplätze, oder zur Aufstellung von Geräten u. s. w., und erfordern daher aus diesem Grunde schon immer eine ausreichende Breite. Bei niedrigen Fangedämmen ist diese gewöhnlich der Höhe gleich und nur, wenn die Fangedämme eine Höhe von 3 m und darüber erreichen, pflegt man die Breite derselben in einem kleineren Verhältnis zunehmen zu lassen als die Höhe. Hieraus hat sich die in Deutschland sehr verbreitete Regel herausgebildet: den Fangedämmen bis zu 2,5 m Höhe die Höhe zur Breite zu geben, darüber hinaus aber die Breite dadurch zu bestimmen, daß man zur halben Höhe 1,25 m addiert. Ein 5 m hoher Fangedamm würde hiernach $\frac{5}{2} + 1,25 = 3,75$ m Breite erhalten. Die Franzosen machen die Breite bis zu 3 m Höhe dieser gleich und lassen bei größerer Höhe die Breite um ein Drittel der Mehrhöhe wachsen, danach würde ein 5 m hoher Fangedamm $3 + \frac{1}{3} \cdot 2 = 3,66$ m Breite bekommen. Diese Breite bezieht sich immer auf den eigentlichen Erdkörper.

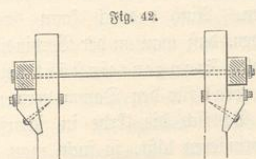
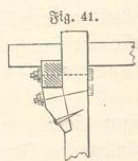
Zu neuerer Zeit macht man indessen die Fangedämme häufig schwächer, man steift sie ab und erreicht den erforderlichen Grad von Undurchlässigkeit durch gute Füllmaterialien.

Die Konstruktion dieser Fangedämme ist folgende: Zwei Reihen Pfähle werden in einem lichten Abstände gleich der Breite des Fangedammes, mit Berücksichtigung der gegen die Pfähle zu stellenden Bohlen, so tief in den Boden gerammt, daß sie dem Wasserdrucke gehörig widerstehen können, auch dann noch, wenn der etwa weiche Boden auf der Seite gegen die Baugrube vertieft werden muß. Man pflegt gewöhnlich anzunehmen, daß die Pfähle so tief in der Erde stecken müssen, als sie über dieselbe hervorragen. In den Reihen läßt man zwischen zwei Pfählen einen Raum von 1 bis 1,5 m. Die beiden Pfahlreihen, deren Pfähle einander gerade gegenüberstehen,



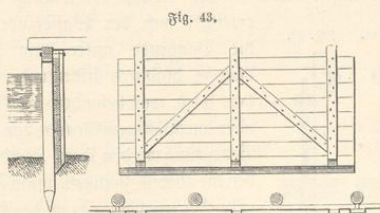
werden dann gewöhnlich in gleicher Höhe abgesehritten und verholmt, vergl. Fig. 40. Um die Pfähle gegen den Erddruck zu schützen, werden die Holme durch übergekämmte Zangen verbunden, welche man ebenso weit auseinander legt, als die Pfähle in den Reihen voneinander entfernt sind.

Um das Abschneiden der Pfähle zu vermeiden, kann man auch an den Außenseiten der Pfähle in passender Höhe schwächere Hölzer auf gegen die Pfähle geschraubte Knaggen legen und über diese die Zangen greifen lassen. Es behalten dann die Pfähle ihre ganze Länge, was immer vorteilhaft für ihren künftigen anderweitigen Gebrauch ist (Fig. 41). Häufig werden dabei die Zangen durch eiserne Anker ersetzt (Fig. 42). In einzelnen Fällen werden die Holme ganz fortgelassen und die Pfähle unmittelbar durch doppelte, mit denselben überblattete Zangen gehalten.



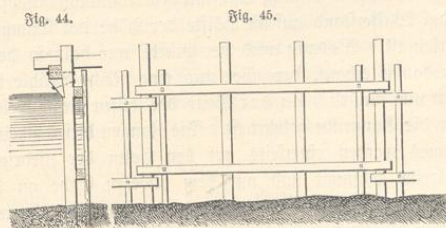
Obgleich man die Zangen auf den Holmen der Pfahlreihen befestigt, müssen die dichten Holzwände, gegen welche sich die Erde der Fangedämme lehnen soll, angebracht werden. Gewöhnlich bestehen diese aus horizontal hinter die Pfähle gelegten Bohlen, von denen aber die untersten bei etwas bedeutender Wassertiefe schwer in ihrer Lage zu erhalten sind, bevor sie durch die Füllerde festgedrückt werden. Man vereinigt sie daher zu ganzen Tafeln, indem man vertikale, starke Leisten quer über die Bohlen nagelt und die Länge der Tafeln so einrichtet, daß der Stoß zweier derselben immer auf einen Pfahl trifft (Fig. 43). Um diesen Stoß noch mehr zu dichten, rammt man innerhalb noch eine Bohle vor denselben; sonst werden die

Tafeln dadurch festgehalten, daß man sie oberhalb an den Holm der Pfahlreihe nagelt. Um einen möglichst dichten Schluß an der Sohle des Fangedammes zu erhalten, ist



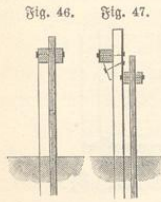
es gut, wenn man innerhalb der äußeren Pfahlreihe und dicht an derselben eine Rinne ausbaggert, so daß die Tafeln in den Grund dringen können.

Die dem Innern der Baugrube zugewendete Bohlenwand hat den Erddruck des Dammes auszuhalten, dem nach dem Trockenlegen der Baugrube kein Wasserdruck entgegenwirkt, so daß hier schon eine steifere Konstruktion nötig wird, wenn auf der Außenseite die erwähnten Tafeln noch genügen. Man kann dann den beabsichtigten Zweck oft dadurch erreichen, daß man die innere Holzwand als eine Stülpwand mit lotrecht eingerammten Pfählen konstruiert. Reicht dies nicht aus, so kann man die Bohlen einer solchen Stülpwand zwischen dem Holme und dem Grunde noch einmal durch horizontale Gurtungen unterstützen, welche man, wenn der Wasserstand es erlaubt, an die innere Seite der Pfähle befestigt, oder bei höherem Wasserstande mittels angenagelter vertikaler Latten an den Pfählen hinabschiebt und festhält, und gegen welche sich dann die Bohlen der Stülpwand lehnen. Diese Riegel reichen mit ihren Enden immer etwas über die Pfähle hinaus und liegen daher einer immer tiefer oder höher als der benachbarte. Oberhalb muß dann hinter den Pfählen ein Riegel von derselben Stärke befestigt werden, damit die Stülpwand vertikal zu stehen kommt und der Fangedamm in seinem Erdkörper nicht unten schmaler wird als oben. (Fig. 44 und 45.)



Wird der Fangedamm 3,5 bis 4 m hoch, so muß man zur Bekleidung seiner Hinterseite schon eine Spundwand

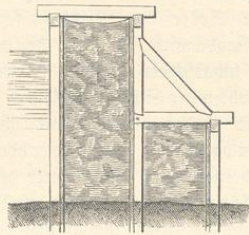
wählen, welche ihrer großen Steifigkeit wegen einen sehr sicheren Schluß gewährt, und bringt man auch an der Vorderwand eine solche Spundwand an, so wird durch das Eindringen beider in den Grund der wichtige Vorteil erreicht, daß der Wasserzudrang in die Baugrube unter dem Fangedamme hindurch bedeutend vermindert wird, was besonders bei kiefigem oder durchlässigem Grunde von großer Bedeutung werden kann. Hierbei werden die oberen Zwingen, wie in Fig. 47, entweder unabhängig von den Holmen angeordnet, oder man benutzt den Holm



als eine der Zwingen (Fig. 46). Die Zwingen veranlassen innerhalb des Fangedammes leicht ein Aufhängen der Füllerde, sie werden daher häufig bei Einfüllen des Bodens entfernt und die untere überhaupt fortgelassen.

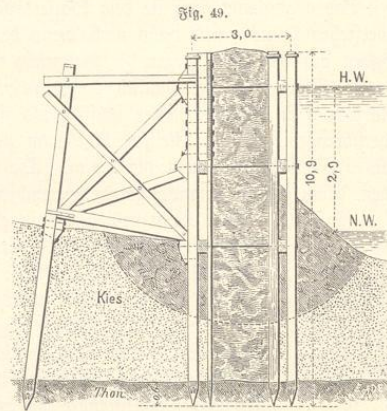
Wird der Fangedamm sehr hoch, so daß er auch eine bedeutende Breite erhalten muß, so reicht die bisher beschriebene Konstruktion nicht mehr aus, und man verfährt dann auf andere Weise. Die Breite wird in zwei oder auch wohl in drei gleiche Teile geteilt, und es werden eben so viel Fangedämme hintereinander von geringerer Breite und abnehmender Höhe im Zusammenhange erbaut, wie beispielsweise Fig. 48 einen solchen zeigt. Zuerst errichtet man nämlich einen gewöhnlichen Fangedamm, jedoch

Fig. 48.



nur halb so breit, als er seiner Höhe nach sein müßte. Ist dieser fertig, so beginnt man mit dem Wasseraus schöpfen, bis der Wasserstand auf die Hälfte der Höhe des Dammes gesunken ist. Alsdann wird der zweite, nur halb so hohe Fangedamm erbaut, der aber nur eine Reihe Pfähle bekommt und natürlich an der Seite des ersten liegt, welche gegen die Baugrube gekehrt ist. Die Zangen dieses zweiten Dammes werden einerseits auf den Holm der niedrigen Pfahlreihe gekümmert und mit dem anderen Ende an die Pfähle des höheren Fangedammes mit schwalbenschwanzförmigen Blättern angeblattet und festgenagelt. In diese Zangen und gegen die Pfähle werden dann noch Streben oder Büge mit Verzapfungen befestigt, welche dem Wasser-

druck gegen den oberen Teil des äußeren Dammes kräftig entgegenwirken. Ist auch dieser zweite Fangedamm fertig, so wird der Wasserpiegel bis auf die beabsichtigte Tiefe gesenkt.



Als ein Beispiel von Verstrebungen an der inneren Seite des Fangedammes geben wir in Fig. 49 den Fangedamm vom Bau des Parlamentshauses in London.

Wo ein Fangedamm gegen ein höheres Ufer ausläuft, muß dieses ausgeschnitten und der Fangedamm noch eine Strecke lang in dasselbe hinein fortgeführt werden. Der Anschluß an vorhandene Mauern (ein Fall, der gerade bei Hochbauten ziemlich oft vorkommen dürfte) ist immer schwer wasserdicht herzustellen; gewöhnlich sucht man sich durch Verbreiterung des Dammes an diesen Stellen zu helfen. Auch dadurch kann das Dichthalten vergrößert werden, daß man an der Verbindungsstelle mit Stroh umwickelte Stangen einstößt und Dünger als Füllmaterial für den Damm verwendet.

Da sich die Erde in scharfwinkligen Ecken schwer komprimieren läßt, so sucht man diese Anlage bei Fangedämmen dadurch zu vermeiden, daß man rechte, jedenfalls aber spitze Winkel durch Abschneiden der Spitze in zwei stumpfe verwandelt.

Zum Füllen der Fangedämme muß man sich einer gleichmäßigen, feinen Erde bedienen, welche sich recht fest lagert und bei der Berührung mit Wasser nicht gleich in einen weichen Brei verwandelt wird. Eine Hauptbedingung bleibt die Reinheit der Erde von größeren Steinen, Holzstücken u. s. w. Gemeinlich wird ein recht zäher Thon für das beste Füllmaterial der Fangedämme gehalten, und wenn man denselben in recht dünnen Schichten einbringen kann, so rechtfertigt er auch diese Meinung. In tiefem Wasser ist die Anwendung desselben aber immer bedenklich und gewöhnliche Dammerde verdient in solchem

Falle den Vorzug.¹⁾ Der Sand, welchen man meist als untauglich zum Bau von Fangedämmen zu bezeichnen pflegt, hat alle jene schädlichen Eigenschaften des Thones — namentlich das Ballen in größere Brocken — nicht, und wenn er auch ein geringes Durchsickern des Wassers nicht verhüten wird, so können sich in demselben doch auch niemals starke Wasseradern bilden, weil er die Bildung von Kanälen gerade durch seinen geringen Zusammenhang verhindert. Nur muß man bei der Anwendung des Sandes als Füllmaterial besonders für eine recht dichte Holzwand an der inneren Seite des Fangedammes sorgen, so daß durch diese die Sandkörner nicht vom Wasser fortgeführt werden können. Ist eine solche Wand vorhanden, so lagert sich der Sand durch den großen Wasserdruck ungemein fest und giebt alsdann einen sehr guten Fangedamm. Zusatz von Kalkbrei ($\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{15}$) zum Sand macht denselben als Füllmaterial besonders geeignet. Das beste, aber auch das teuerste Material zu diesem Zweck ist der Beton, wovon später die Rede sein wird.

Das Füllen der Fangedämme muß rasch und mit Vorsicht geschehen. Man legt gewöhnlich über die Fängen eine Art Dielenboden, häuft auf diesem eine bedeutende Masse Erde an und stürzt diese dann plötzlich in den Fangedamm zu stürzen. Dies Verfahren ist besonders dann ratsam, wenn das Füllmaterial aus einer Erdart besteht, die im Wasser leicht erweicht wird.

Erfüllt ein Fangedamm seinen Zweck nicht, d. h. hindert er das Hindurchtreten größerer Wassermassen nicht, so muß man den vorhandenen „Leck“ zu dichten suchen, doch die bezüglichen Versuche niemals auf der der Baugrube zugewendeten Seite vornehmen, weil sie hier vergeblich sein würden, da alle vor den Leck gebrachten Stoffmittel durch den großen Wasserdruck sogleich fortgedrängt und unwirksam gemacht werden würden.²⁾ Von der Außenseite werden dergleichen Arbeiten durch den Wasserstand erschwert, und es bleibt nichts anderes übrig, als passende Gegenstände hier zu versenken, welche vielleicht gerade durch den Zug der durchdringenden Wasseradern in den Leck hineingezogen werden und denselben nach und nach verstopfen. Wenn man die Öffnung des Lecks auf der Außenseite seiner Lage nach kennt, so kann man in dieser Gegend ein hinreichend großes Stück wasserdichter Leinwand versenken, welche durch den Wasserdruck selbst fest an den Damm gedrückt wird. Auch durch die Versenkung von Dünger, welcher mit recht viel Stroh vermengt ist, gelingt zuweilen eine Verstopfung

des Lecks, wenn durch den Zug des Wassers Stroh in die Öffnung gezogen wird.

Wenn man den Grund der Undichtigkeit des Damms in dem Vorhandensein mehrerer feiner Wasseradern vermuten muß, so hilft zuweilen noch folgendes Mittel: Man schüttet nämlich vor dem Damm recht fein verteilten feinkörnigen Sand in kleinen Portionen in das Wasser.

Die einzelnen feinen Sandkörnchen sinken langsam zu Boden und folgen hierbei sehr leicht dem Zuge bewegter Wasserfäden, so daß sie auf diese Weise durch das Wasser selbst in den Fangedamm geführt werden, wo sie leicht so viel Hindernisse finden, daß sie liegen bleiben und so die Lecke nach und nach verstopfen. Die Tugend der Gebuld wird man indessen bei einer solchen Arbeit immer zu üben Gelegenheit haben.

Die Gefahr der Entstehung von undichten Stellen ist am meisten da vorhanden, wo Konstruktionsteile quer durch den Damm reichen. Für die meisten vorkommenden Zwecke sind dieselben in der Regel zu vermeiden, bei Konstruktionen von großer Höhe wird indessen eine Querverbindung unerläßlich und dann (wie in Fig. 49) meist durch eiserne Anker bewirkt, wobei die Bildung von Wasserkanälen allerdings auch nicht ausgeschlossen ist. Aus diesem Grunde sollte jeder hohe Fangedamm, wie oben erwähnt, in verschiedene Teile zerlegt werden.

Will man den Leck im Innern eines Fangedammes stopfen, so geschieht dies durch Rammen und Stampfen, indem man an der betreffenden Stelle die Erde so weit ausgräbt, als es der Wasserstand erlaubt, und dann fetten Thon einstampft, und überhaupt durch Stampfen und Rammen die Erde möglichst zu komprimieren sucht, oder man baggert auch die Erde ganz aus und füllt die betreffende Stelle von unten aus neu auf. Hierbei muß man aber die Baugrube voll Wasser laufen lassen, damit die Ursache zum Durchströmen des Wassers beseitigt wird, weil, wenn dieses in der gemachten Öffnung stattfindet, eine Dichtung derselben nicht gelingt.

Besondere Vorsicht verlangt auch die Herstellung von Fangedämmen auf weichem Untergrunde; hier ist — um die genügende Stabilität zu erhalten — auf tief hinabreichende Pfähle Rücksicht zu nehmen, und jedenfalls der schlammige Boden sorgfältig zu entfernen, ehe man mit dem Einfüllen des Dichtmaterials beginnt.

Beseitigung der Fangedämme. Hat der Damm seinen Zweck erfüllt, so darf durch Entfernung der in den Boden hinabreichenden Pfähle der Boden nicht gelockert werden; es wird daher zweckmäßiger sein, die Pfähle abzuschneiden als sie auszu ziehen.

1) Perronet hat beim Bau der Neuilly-Brücke gewöhnlicher Dammerde, die er in der Nähe der Baustelle fand, den Vorzug vor Thon gegeben.

2) Untenwashedene Stellen schützt man durch Steinschüttungen und Eintreiben von Pfahl- und Bohlenwänden.

Breymann, Baukonstruktionslehre. IV. Vierte Auflage.

Von den Fundamenten.

§ 11.

Unter dem Fundamente eines Gebäudes verstehen wir die unterhalb der Erdoberfläche befindlichen Mauern, auf welchen dasselbe ruht, und man nennt diese Mauern speziell Grund- oder Fundamentmauern, wenn sie nur zu dem angegebenen Zwecke errichtet werden. Bei Gebäuden mit Unterkellerung dienen die Kellermauern den darüber stehenden auch als Fundamente, heißen aber Kellermauern, und nur diejenigen Teile, welche noch unter die Kellersohle hinabreichen, nehmen wieder den Namen Fundamentmauern an, weil sie den Kellermauern und so auch den über der Erde befindlichen Mauern zum Fundamente dienen. Nur wenn man ein Gebäude auf zu Tage anstehendem Felsen errichten will, und derselbe gegen die Angriffe der Witterung ebenso beständig ist, als das darauf zu setzende Mauerwerk, dann kann man das Gebäude ohne Fundament aufzuführen. Aber auch der Felsen zeigt in der Regel keine Risse und Spuren von Verwitterung, so daß sich hierdurch die allgemeine Regel begründet: Jedes Gebäude von einiger Wichtigkeit so tief zu fundamentieren, daß die untersten Schichten des Mauerwerkes nicht vom Frost erreicht werden können. Diese Tiefe wird, wie oben erwähnt, in unserem Klima 1 bis 1,5 m nicht überschreiten. Tiefer in den festen Baugrund hinabzugehen, bedingt eine unnütze Vergrößerung der Baukosten; denn die hie und da verbreitete Ansicht, daß ein Gebäude um so tiefer fundamentiert werden müsse, je höher und schwerer es sei, beruht auf einem Vorurteil. Es kommt vielmehr einzig und allein darauf an, daß der erreichte Baugrund das Gewicht des Gebäudes sicher zu tragen im Stande sei, gleichviel in welcher Tiefe er liegt.

Um die verschiedenen Gründungsmethoden, welche man bei Hochbauten anzuwenden pflegt, kennen zu lernen, wollen wir dieselben überichtlich nach den früher klassifizierten Baugründen besprechen.

Gründung auf gutem, festen Baugrunde.

§ 12.

I. Hat man den Felsboden als Baugrund und sich auch durch sorgfältige Untersuchungen von seiner Güte als Baugrund überzeugt, so wird man die Baugrube nur so tief zu legen haben, daß die Einwirkungen des Frostes und der Nässe auf die unteren Schichten der Fundamentmauern aufhören.

Wie wir schon früher angegeben haben, muß die Oberfläche des Felsens, auf der man die Fundamentmauern aufzuführen will, geebnet und von den größeren Hervorragungen befreit werden. In manchen Fällen aber kann

es auch ratsam werden, eine zu glatte Felsenoberfläche absichtlich rauh zu machen, um eine bessere Verbindung der unteren Steinschichten mit dem Felsen durch den Mörtel zu bewirken. Am besten dürfte es indessen in einem solchen Falle sein, den Felsen mit einer dünnen Schicht Beton zu bedecken, welcher sich den Unebenheiten des Felsens überall leicht anschließt, fest daran haftet und sich gut mit dem Mauerwerke des Fundaments verbindet. Soll auf stark zerklüftetem, sonst aber festem Gestein (wie die weicheren Kalksteinarten zuweilen sind) unter Wasser fundiert werden, so ist es oft nicht möglich, den Wasserzudrang in die Baugrube abzuhalten, und es bleibt dann wieder eine Betonschicht von gehöriger Stärke das beste Mittel, nach deren Erhärtung die Trockenlegung der Baustelle am ehesten geslingen wird, so daß darüber mit dem Mauerwerk des Fundamentes begonnen werden kann.

II. Aber nicht nur den gewachsenen Felsboden haben wir zu den guten und festen Baugründen gezählt, sondern auch aufgeschwemmten Boden, wie Kies, Sand, Lehm u. s. w. Bei diesen Gründen wird man die oben erwähnte Rücksicht gegen das Eindringen von Nässe und Frost noch weniger aus den Augen setzen dürfen, schon deshalb nicht, damit nicht Ungeziefer unter dem Fundament hindurch den Weg in das Innere des Gebäudes findet.

Wenn man auf Kies in bedeutender Tiefe zu fundieren und dabei mit Grundwasser zu kämpfen hat, so wird die Arbeit oft dadurch bedeutend erschwert, daß sich eine solche Baugrube, auch mit Hilfe der wirksamsten Maschinen, nicht trocken legen läßt, indem der Kies dem Wasser sehr leicht den Durchgang gestattet, und dieses um so reichlicher aus der Sohle der Baugrube hervorzuquellen pflegt, je kräftiger man das Wassererschöpfen betreibt. Grober Kies wird nun hierdurch zwar nicht merklich gelockert, doch wird auch in diesem Falle wieder die Verjüngung einer Lage Beton am leichtesten zum Ziele führen.

III. Hat man auf einem Sandgrunde zu fundieren, so wird man das Gebäude nicht auf die obere Sandschicht setzen können, weil eine gewisse Einsenkung erfolgen würde. Nach Hagen ist die Last, welche eine gegebene Grundfläche in reinem Sandboden tragen kann, dem Quadrat der Tiefe der Einsenkung proportional. Nennt man daher die Einsenkung, d. h. die Entfernung der Unterfläche des Fundamentes von der Oberfläche der Sandschicht e , die zu tragende Last L und eine aus Versuchen zu bestimmende Konstante k , so wird man haben:

$$e^2 k = L,$$

$$e = \sqrt{\frac{L}{k}} \text{ und}$$

$$k = \frac{L}{e^2};$$

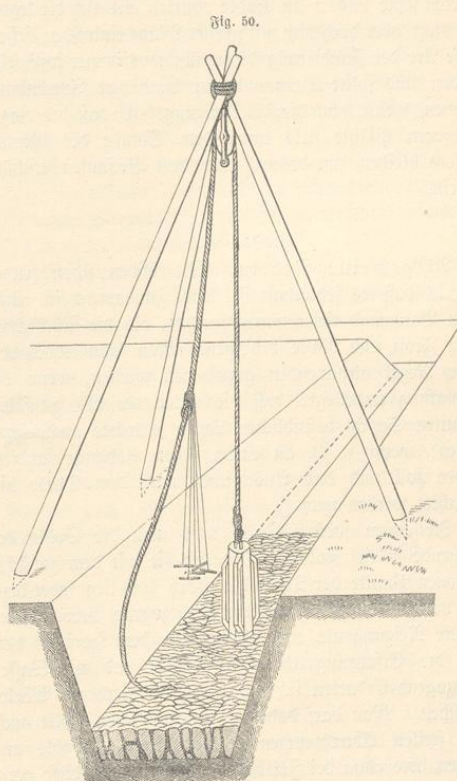
man findet daher die Konstante k , wenn man mit dem Quadrat der Tiefe, bis zu welcher eine Last in Sand einsinkt, diese selbst dividiert.

Hat man auf diese Weise durch unmittelbare Versuche die Tiefe bestimmt, bis zu welcher man das Fundament in die Sandschicht zu versenken hat, und sich von der geschlossenen Lage und der gehörigen Mächtigkeit der Sandschicht überzeugt, so kommt es besonders darauf an, die Entstehung von Quellen in der Sandschicht zu verhüten, weil sie dadurch aufgelockert wird und möglicherweise ihre Tragkraft verliert. Man wird daher, wenn sich Grundwasser zeigt, ein starkes Wasserschöpfen vermeiden müssen, und das beste Mittel wird wieder die Bedeckung der Sohle der Baugrube mit einer Betonlage sein, bevor man mit dem Wasserschöpfen beginnt. Zuweilen kann man sich aber auch dadurch helfen, daß man die Baugrube in kleinere Trennstücke zerlegt und jede derselben für sich behandelt, ein Verfahren, das man bei schlechtem Baugrunde überhaupt mit Vorteil anwenden kann. Es ist dann für eine möglichst gute Verbindung der Pfeilerweise aufgeführten Fundamente zu sorgen, d. h. man wird die einzelnen Pfeiler mit Verzahnung oder Abtreppung und nur so hoch aufmauern, als unumgänglich notwendig ist, damit man noch eine möglichst große, im Zusammenhang aufgeführte Mauermaße über diesen Pfeilern erhält, welche am meisten für die Solidität des Fundamentes garantiert. Um die Entstehung von Quellen zu verhüten, kann man das Fundament auch mit einer Spundwand umgeben, die in reinem Sande am leichtesten ausführbar ist.

Die Eigenschaft des reinen scharfen Sandes, daß die einzelnen Körner desselben eine starke Reibung erleiden, sich deshalb in ihrer Lage erhalten und auch einen verschiedenartigen Druck unter sich ausgleichen, läßt ihn bei Fundierungen so vorteilhaft erscheinen, daß man ihn auch da, wo er nicht vorhanden war, zu Fundierungen angewendet hat, indem man denselben als untersten Teil des Fundamentes künstlich in die Baugrube brachte. Der eigentliche Zweck ist in diesem Falle die Verteilung der Last mittels des Sandes auf eine größere Grundfläche, und wir werden daher bei den Fundierungen auf schlechtem Baugrunde auch die Sandfüllungen zu besprechen haben.

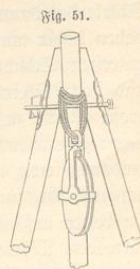
IV. Den Thon haben wir schon früher, jedoch nur in dem Falle als guten Baugrund bezeichnet, wenn er gehörig trocken ist. Sehr schwere Gebäude werden sich in einem solchen Boden nämlich immer, wenn auch unbedeutend, senken. Man kann diesem Übelstande nun begegnen und denselben auf ein Minimum reduzieren, wenn man die Sohle der Baugrube stark komprimiert, bevor man das Mauerwerk darauf setzt. Dies wird am besten erreicht, wenn faustgroße Steine regelmäßig und

hochkantig, wie ein Pflaster, dicht nebeneinandergesetzt und mit Handrammen eingetrieben werden. Mit Vorteil bedient man sich hierbei der sogenannten Schwingramme



(Fig. 50). Ein einfaches, dreibeiniges, aus gewöhnlichen Stangen verbundenes Gestell (Fig. 51) trägt in seinem Scheitel eine feste Rolle, über welche ein Tau geht, an dem der Rammkloß hängt. Derselbe wird von mehreren Arbeitern, die an dem Tause ziehen, leicht bis auf 1 m Höhe und darüber aufgezogen und dann beim Herunterfallen von zwei Arbeitern leicht auf die Stelle geleitet, wo er den Stoß ausüben soll. Eine solche Ramme hat eine bedeutend größere Wirkung als die gewöhnliche, von zwei Mann bediente Handramme. Dringt die erste Schicht Steine mit Leichtigkeit ganz in den Boden ein, so kann eine zweite darauf gesetzt werden.

Auch durch die Anwendung von Füllpfählen hat man die Sohle einer solchen Baugrube zuweilen komprimiert.



miert, so z. B. bei der Gründung eines Speichers in Hamburg. Das Verfahren bestand darin, daß man kurze, etwa 1 m lange, schwache Pfähle einen dicht neben den anderen setzte und in die Sohle eintrieb, bis sich die letzten gar nicht oder doch nur mit großer Mühe eintreiben ließen. Diese Art der Fundierung dürfte übrigens immer kostspielig werden und sollte überhaupt nur dann zur Anwendung kommen, wenn man die Überzeugung hat, daß die eingeschlagenen Pfähle stets unter dem Stande des Grundwassers bleiben, um dadurch vor dem Verfaulen geschützt zu sein.

§ 13.

Allgemeine Regeln. Wir haben schon früher bemerkt, daß es fehlerhaft ist, das Fundament in einen guten Baugrund tiefer einzuschneiden, als die Rückfichten gegen Frost und Masse bedingen. Man kann jedoch von dieser Regel abzuweichen gezwungen werden, wenn die Vermutung naheliegt, daß die unter der als tragfähig erkannten Schicht befindlichen Lagen seitwärts ausweichen können; wenn z. B. an einem jähen Abhange fundiert werden soll und das Ausweichen nach dem Thale hin befürchtet werden muß.

In einem solchen Falle wird man die Sohle der Baugrube so tief senken müssen, bis sie mit dem zunächst gelegenen Punkte der Thalsohle gleich hoch liegt oder doch eine von ihr nach diesem Punkte gezogene Gerade keine größere Neigung als etwa 20° gegen den Horizont hat, denn die Erfahrung lehrt, daß weiche und mit Wasser durchzogene Erdarten sich unter keinem flacheren Winkel abköpfen. Man darf daher in einem solchen Falle auch keine steilen Abtreppungen in der Baugrubensohle anbringen, wie etwa bei Felsboden, sondern muß diese ganz flach halten.

Was die Anlage der Fundamentmauern selbst anbelangt, so wissen wir, daß die Breite oder Stärke derselben, festen Baugrund vorausgesetzt, von ihrer Höhe und der Stärke der darauf stehenden Mauern abhängt,¹⁾ und wir haben daher nur noch zu bemerken, daß man zu den untersten Schichten der Grundmauern ausgesucht große und flache Steine verwenden muß, um den Druck auf eine große Fläche zu verteilen. Hat man keine großen natürlichen Steine, und ist man gezwungen, mit Backsteinen zu fundamentieren, wie dies z. B. in Hamburg ganz gewöhnlich geschieht, so sollten die untersten Schichten, die man am besten auf eine dünne Sandschicht setzt, in schnell erhärtendem Mörtel vermauert werden. Sind die Grundmauern später dem Wasser ausgesetzt, so muß man auf sorgfältiges Verstreichen der Fugen in den Mauerhäuptern

¹⁾ Vergl. Allgemeine Baukonstruktionslehre, I. Teil.

sehen, damit das Wasser nicht Eingang in das Innere der Mauer findet.

Die Regel, alle Mauern eines Gebäudes immer in gleicher Höhe und im genauesten Zusammenhang aufzuführen, findet auch bei den Grundmauern ihre volle Anwendung, es sei denn, daß man an irgend einer Stelle ein stärkeres Setzen des Grundes voraussetzen muß, und daß man diese möglichst schnell zu kompensieren sucht.

Damit die Grundmauern gehörig austrocknen können, dürfen sie nicht sofort nach ihrer Aufführung mit Erde hinterfüllt werden, eine Regel, gegen welche sehr häufig verstoßen wird. Die Maurer pflegen nämlich, sobald sie einige Schichten gemauert haben, die Fundamentgräben mit der Füllerde vollzustampfen, um auf dieser einen Stand zu gewinnen und so ein Gerüst zu ersparen; zugleich auch oft, um eine mangelhafte Arbeit möglichst schnell dem Auge zu entziehen. Nur wenn man die Wände der Baugrube beinahe senkrecht abgegraben hat und die Mauern nahe an diese heranrücken, muß man den geringen Zwischenraum gleichzeitig mit dem Aufführen der Mauern ausfüllen, weil dies späterhin nicht so vollständig geschehen kann. Dann sollten aber immer Steinbrocken als Füllmaterial verwendet werden.

Gründung auf schlechtem Baugrunde.

§ 14.

Wie es zwischen einem guten und einem schlechten Baugrunde mancherlei Abstufungen giebt, ebenso modifizieren sich auch die Fundierungsarten in den betreffenden Fällen; immer aber bedarf es nicht unbedeutender Vorbereitungen, ehe mit dem Aufmauern der Fundamente begonnen werden kann.

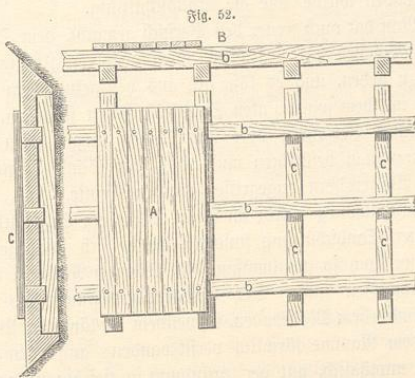
Eine der unerlässlichsten Konstruktionen besteht in der Verbreiterung des Fundamentes. Es ist bekannt, daß man den Fundamentmauern auch auf festem Baugrunde einen breiteren Fuß giebt. Während diese Verbreiterung aber nur die Vergrößerung der Stabilität bezweckt, soll die Verbreiterung des Banketts lediglich die Verteilung des Druckes auf eine größere Grundfläche bewirken, wodurch die Pressung auf die Quadrateinheit des Baugrundes eine geringere wird. Denn jeder Baugrund, auch der schlechteste, wird einem gewissen Drucke Widerstand leisten, der seiner Tragfähigkeit entspricht. Verteilt man jedoch den Druck auf eine größere Fläche, so kann man es erreichen, daß der auf die Flächeneinheit des Baugrundes entfallende Druck auch mit der Tragfähigkeit derselben im Gleichgewichte steht, resp. von letzterer übertrifft wird.

Ein weicher und nachgiebiger Baugrund ist indessen selten von so gleichförmiger Beschaffenheit, daß er an jeder Stelle denselben Widerstand zu leisten vermag, auch wird es oft unmöglich, die Last des Gebäudes auf die Unterfläch des Fundamentes gleichmäßig zu verteilen. Deshalb werden außer der Verbreiterung der Fundamente gewöhnlich noch besondere Zwischenlagen angeordnet, wodurch die Unterfläch derselben in innigeren Zusammenhang gebracht wird, so daß namentlich nicht einzelne Teile des Fundamentes — unabhängig von den anderen — tiefer einsinken können, sondern das ganze Gebäude als Continuum gleichmäßig sinken muß. Infolge dieses Zusammenhanges der tragenden Teile soll weder die absolute, noch die Bruchfestigkeit des Materiales überschritten werden.

Derartige steife Zwischenlagen wurden bei nicht ganz inkompressiblem Untergrunde, früher häufiger als jetzt, angewandt, man nennt sie Roste und unterscheidet Schwellroste und Pfahlroste. Die letztgenannte Fundierungsweise auf Pfählen gehört auch jetzt noch zu den häufiger ausgeführten künstlichen Gründungsarten, während die Fundierung auf Schwellroste neuerdings seltener gewählt wird, weil in den Fällen, wo sie sich wirklich nutzbringend erweisen könnte, Beton vorgezogen wird.

§ 15.

Gründung auf Schwellrost (liegender Rost). Wir haben die in Deutschland gebräuchliche Konstruktion eines solchen Rostes bereits im II. Teil der „Allgemeinen Baukonstruktionslehre“ (Kap. 5, § 4, mit Taf. 18) kennen gelernt. Es werden hierbei die unmittelbar auf dem geebneten Boden liegenden Querschwellen c c (Fig. 52) an denjenigen Stellen, wo die



Langschwellen sie treffen, 5 bis 8 cm tief eingeschnitten, während die Langschwellen in voller Stärke bleiben. Sind zwei solche Schwellen zu stoßen, so geschieht es über

einer Querschwelle durch schräges Hackenblatt oder durch stumpfen Stoß unter Anwendung eiserner Klammern, doch soll mehr als ein Stoß auf einer solchen Querschwelle nicht vorkommen.

In Frankreich legt man nicht die Quer-, sondern die Langschwellen auf den geebneten Boden und streckt die Querschwellen als Zangen darüber. Zwischen den letzteren und parallel mit ihnen sind Bohlen auf den Langschwellen verlegt.

In England werden auf dem geebneten Boden große Steine ausgebreitet und auf diesen ruhen die weniger dicken als breiten überschrittenen Rostbalken, die durch aufgenagelte Bohlen zusammengehalten werden.¹⁾

Ein fester Schwellrost wird auch erreicht, wenn zwei sich unter rechtem Winkel kreuzende Lagen von 18 cm dicken Halbhölzern eben verlegt und unter sich durch eiserne Nägel verbunden werden.²⁾

Allgemeines. Obwohl die Schwellroste nicht so viel Steifigkeit besitzen, um unter Einfluß großer Belastung vor jeder Biegung gesichert zu sein, so gewähren sie doch — namentlich im Anfange des Baues — große Vorteile, d. h. so lange der Mörtel noch nicht erhärtet ist und die Mauern noch nicht genügenden Zusammenhang haben, um dem Einsinken einzelner Teile des Fundamentes widerstehen zu können. Die Steifigkeit des Rostes wird also erheblich vergrößert, wenn man die ersten Fundamentalschichten so lange ohne weitere Aufmauerung stehen läßt, bis die Erhärtung des Mauerwerkes vor sich gegangen ist; das Einsinken einzelner Steine der Schicht wird dadurch unter allen Umständen verhindert. — Immer wird man aber gut thun, den Schwellrost nie anders als auf gleichmäßig komprimierbarem Grunde zu verwenden.

Einen großen Vorteil gewährt der Schwellrost durch die vortreffliche Verankerung aller Fundamenteile unter sich mittels der Langschwellen; solche Ankerung ist namentlich überall da von Nutzen, wo Gewölbe tragende Wände auf diese Weise miteinander verbunden werden. Aus diesem Grunde muß auch auf tüchtigen Verband der Stöße großes Gewicht gelegt werden. — Daß die Unterlage der Stöße wohl gesichert werden muß, wurde bereits erwähnt.

Auch bei den gewöhnlichen Rostkonstruktionen, wie solche Fig. 51 zeigt, ist der Raum zwischen den Quer- und Langschwellen nicht hohl zu belassen, sondern — am besten mit Mauerwerk — auszufüllen. Hat man Thon und Lehm zu diesem Zweck, so kann man ihn durch Stampfen komprimieren, Sand und Bauschutt dagegen kann durch

1) Die Tragfähigkeit der Langschwellen wird hierbei erheblich geschwächt.

2) Telford legte bei der Serwenbrücke zu Lewesburg die 15 cm starken Bohlen diagonal zur Fugenrichtung des Mauerwerkes, die Bohlenlagen waren mit einer Spundwand umschlossen.

Rammen im angenähten Zustande gut komprimiert werden. Sehr gut hat sich auch das Einbringen eines mageren Betons bewährt.

Gegen UnterSpülung des Fundamentes und zur Sicherung des Bodens gegen seitliches Ausweichen umschließt man den Schwellrost gern mit einer Spundwand. Das Ausdrängen der Erde unter dem Roste wird dadurch allerdings verhindert, aber der Rost gegen UnterSpülung nicht zweifellos gesichert, weil Spundwände nie vollständig wasserdicht herzustellen sind; und könnte dies auch im Innern der Spundwand geschehen, so wird doch bei stark strömenden Wasseradern die Möglichkeit einer äußeren Entblösung von Erde nicht ausgeschlossen sein, wodurch die Spundwand eingebogen werden kann. Daraus folgt als Regel:

daß bei quelligem Terrain der Schwellrost überhaupt nicht am Plage ist.

Spundwände haben aber den Vorteil, daß sie eine feste Umschließung der Baugrube und dadurch deren Trockenlegung erleichtern. Um ein gleichmäßiges Sinken der Konstruktionssteile des Rostes zu ermöglichen, darf derselbe daher nirgend mit der Spundwand in Berührung gebracht werden. Gewöhnlich benutzt man die vordere Langeschwelle als Lehre beim Einrammen der Spundwand, wodurch diese nahe an den Rost zu stehen kommt und die Fuge zwischen beiden durch die Schwelle gedeckt erscheint.

Gründung auf Sandschüttung.

§ 16.

Eine weitere Methode der Verbreiterung des Fundamentes besteht, wie wir schon kurz erwähnt haben, in der Anwendung einer starken Sandschüttung. Der Zweck ist hier wieder, ein ungleichmäßiges Einsinken des Gebäudes dadurch zu verhüten, daß der besonders nachgiebige Stellen treffende Druck auf festere Umgebungen übertragen wird. In Frankreich hat man von diesem Verfahren schon seit längerer Zeit Gebrauch gemacht. Die Erfahrung scheint es zu bestätigen, daß man mit einer solchen Sandschüttung dieselben Zwecke wie durch einen liegenden Rost erreicht, natürlich ohne die Verankerung, welche mit letzterem erzielt werden kann. Es ergeben sich aber für die Sandschüttung die zwei wichtigen Vorteile, daß eine solche beinahe unter allen Umständen leichter ausführbar und daher wohlfeiler ist, schon deshalb, weil sie keineswegs so tief zu liegen braucht, daß sie immer unter dem niedrigsten Grundwasserstande bleibt, da die Festigkeit einer Sandablagerung durchaus nicht leidet, wenn sie auch abwechselnd naß und trocken wird. Es kommt dabei einzig darauf an, dieselbe vor der unmittelbaren Berührung stark bewegten Wassers zu schützen.

Die Anwendung des Sandes in der angegebenen Weise rechtfertigen auch die in dieser Beziehung angestellten Versuche. Diese ergeben, daß der Sand den Druck auf die unteren Schichten innerhalb einer unter 45° geneigten Böschungslinie verteilt.

Wendet man eine solche Sandschüttung an Stelle eines liegenden Rostes an, so wird sie zwar weder ein Sinken im allgemeinen, noch ein ungleichförmiges Senken ganz verhüten können, doch kann dies ein liegender Rost ebensowenig, wenn die Veranlassung dazu in dem Baugrunde gegeben ist.

Eine Sandschüttung bildet immer eine sehr feste Sohle in der Baugrube, welche einzelne Steine des Fundamentes nicht einsinken läßt, und wenn der Grund an einzelnen Stellen besonders weich oder die Last sehr groß sein sollte, so wird der Druck nach Maßgabe der Tragfähigkeit des Grundes durch die Sandschicht sehr gleichmäßig verteilt und durch dieselbe ein ungleiches Einsinken innerhalb gewisser Grenzen sehr sicher vermieden.

Die ersten Versuche mit einer solchen Fundierung wurden im Jahre 1823 in Paris beim Bau des Kanals St. Martin gemacht; es wurde ein Teil der Raimauern auf einer 1 m hohen Sandschüttung gegründet. In Bayonne stellte man im Jahre 1831 eine Bastion der Befestigung mittels einer Sandschüttung auf sehr weichen Boden. Hier zeigte sich zwar ein ungleiches Setzen, was aber dadurch seine Erklärung fand, daß der Baugrund nicht in gleicher Tiefe lag, so daß die Sandschüttung an der einen Stelle beinahe den festen Grund erreichte, während sie an einer anderen 1½ m darüber, und zwar auf einer ebenso mächtigen Schicht weicher und pressbarer Erde lag. Es unterliegt also keinem Zweifel, daß in diesem Falle der liegende Rost ein ungleiches Setzen ebenso wenig verhüten haben würde, wie die Sandschüttung.

Man hat auch ferner den Versuch gemacht, dem Sande durch Begießen mit Kalkmilch einen größeren Zusammenhang zu geben, und es läßt sich aus den gelungenen Versuchen mit dem sogenannten Sandkalkpfeßbau schließen, daß ein solches Verfahren dort mit Nutzen anzuwenden sein wird, wo man befürchten muß, daß der Sand durch bewegte Wasseradern angegriffen werden könnte.

In Hamburg wurde im Jahre 1839 ein Schlachthaus auf einer Sandschüttung fundiert, welche sich zwar gesenkt hat, aber doch so gleichmäßig, daß keinerlei Nachteile hieraus erwachsen sind. Der Baugrund bestand aus fast unergründlichem Moorboden, in welchem die längsten Pfähle unter dem Ramme förmlich verschwanden; außerdem war es fast unmöglich, mit der Gründung so tief hinabzugehen, wie solches ein Holzrost erfordert hätte. Es wurde daher in den Fundamentgräben eine ca. 3 m tiefe und 5 m in der Sohle breite Sandschüttung angeordnet, welche man

dadurch sehr fest lagern konnte, daß man Gelegenheit hatte, durch eine sogenannte Wasserkunst die Baugrube von Zeit zu Zeit mit Wasser zu füllen, das die Sandschicht von oben her durchzog und unterhalb Abfluß fand, indem der Wasserstand der nicht weit entfernten Elbe zur Ebbezeit bedeutend niedriger als die Sohle der Baugrube war. Auf dieser Sandbettung wurde dann das Fundament 1,4 m stark von Backsteinen angelegt und so abgesetzt, daß es auf eine Höhe von 2,2 m noch 0,78 m Stärke behielt. Hierauf wurden die Stagenmauern gesetzt.

Auch das Terrain des jetzigen Bahnhofes der Berlin-Hamburger Eisenbahn zu Berlin bildete früher ein Wieseland, welches unter der Perronhalle auf 8,8 bis 12,5 m Tiefe Morast und Torfuntergrund zeigte.¹⁾ Dieser Wieseboden wurde innerhalb der Grenzen des Empfangsgebäudes bis auf den festen Untergrund ausgehoben, darauf Sand in dünnen Lagen eingeschüttet, durch Eingießen von Wasser festgeschlämmt und so die Baugrube wieder gefüllt. Bevor mit dem Aufmauern der Fundamente begonnen wurde, hielt man es für nötig, unter denselben durchgängig einen liegenden Koft anzulegen, der offenbar ohne Nachteil hätte fehlen können. Einige Stellen in der Nähe des Schiffsahrtskanales konnten ohne Gefahr nicht ausgehoben werden; hier wurde daher auf Senkbrunnen gegründet, die bis in die gewachsenen Schichten hinabgeführt wurden: trotz dieser Ungleichartigkeit der Fundamente hat das große und schwere Gebäude keine Spur von Rissen erkennen lassen.

Die Gründung des Thüringischen Bahnhofes zu Leipzig erfolgte auf eine Sandschüttung, die nach jeder Richtung sich um 3 m weiter ausdehnte als die äußeren Umfassungsmauern.

Ebenso wurden die Hochbauten des Bahnhofes der Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn in Breslau auf Sandschüttung fundiert.²⁾ Die über dem guten Baugrunde lagernde Moorschicht von 1,2 m Höhe wurde durch Baggerung weggeräumt und durch Sandschüttung ersetzt. Unter die Fundamente der Gebäude wurde ein Klinksteinpflaster gelegt, dessen kräftiges Abrammen vermöge der daraus hervorgegangenen Erschütterungen die Konsolidation der Sandschicht vollendete, die drei Wochen hindurch periodisch mit Hilfe einer Dampfpumpe mit Wasser überschüttet worden war.

Bei Ausführung von Sandfundamenten wird also das Erdreich bis zur nötigen Tiefe mit der Doffierung ausgehoben, die der Bodenbeschaffenheit entspricht, und die Breitenausdehnung der Sohle der Baugrube zweckmäßig so bemessen, daß die von den Außenkanten der unteren

Druckfläche (des Fundamentes) unter 45° gezogenen Linien noch innerhalb der Sohle der Baugrube fallen.

Zuweilen ist man gezwungen, um die Stärke der Sandschüttung nicht durch Einschneiden der Fundamente zu verringern, das Gebäude direkt auf die Sandschüttung und im Niveau des umgebenden Erdreiches aufzusetzen. Damit nun für die Fundamente diejenige Tiefe unter Terrain erreicht werde, welche erfahrungsmäßig erforderlich ist, um die nachteiligen Wirkungen des Frostes abzuhalten, muß das Gebäude mit einem rampenartigen Erdaufwurfe versehen werden. Die Kellerräume werden in diesem Falle im Rez-de-chaussée angelegt.

Gründung auf Pfahlrost.

§ 17.

Wenn man einen festen Baugrund durch Ausgraben nicht erreichen, denselben aber unter einer weichen, nachgebenden Schicht mit Sicherheit vermuten kann, so wendet man den Pfahlrost an, dessen Konstruktion in Kap. V, § 4 des II. Teiles der „Allgemeinen Baukonstruktionslehre“ behandelt ist. Der eigentliche Zweck des Pfahlrostes ist, die Last des Gebäudes mittels der Pfähle durch die weiche Erdschicht hindurch auf den festen Baugrund zu übertragen. Es ist indessen nicht selten, daß man den Pfahlrost auch da anwendet, wo die Pfähle keine festere Erdschicht als die bereits durchdrungene erreichen, also mit ihren Spitzen nicht auf festem Grund aufstehen. In diesem Falle ist es nur die an der Peripherie der Pfähle stattfindende Reibung, welche ein tieferes Einsinken derselben und der von ihnen getragenen Last verhindert, und man pflegt aus dem leichteren oder schwereren Eindringen der Pfähle unter den Schlägen des Rammklozes auf ihre geringere oder größere Tragfähigkeit zu schließen.

Die Konstruktion des Rostes selbst erleidet mancherlei Veränderungen, und die wichtigsten von diesen werden wir kurz erwähnen. Bei der Anwendung des Pfahlrostes bleibt es, wie bei dem liegenden Koste, eine Hauptbedingung, denselben immer so anzuordnen, daß seine Oberfläche unter dem niedrigsten Stande des Grundwassers bleibt. Es giebt zwar einige Beispiele, wo diese Regel umgangen ist, indem man voraussetzte, der Boden um den Koft herum würde, durchaus vor dem Zutritt der Luft geschützt, seine Feuchtigkeit behalten, besonders wenn er aus einer fetten, zähen Erdart besteht. Solche Ausnahmen mögen in einzelnen Fällen glücken, bleiben aber immer gefährlich und sind deshalb als Ausnahmen zu betrachten.

Zu den Pfählen des Rostes wird gewöhnlich das Holz der Kiefer oder Föhre (*pinus sylvestris*) verwendet. Zu dem eigentlichen Koftelag nimmt man gern Eichenholz, wenn es nicht zu teuer kommt, doch ist Nadelholz ebenfalls sehr wohl anwendbar.

1) Vergl. Zeitschrift für Bauwesen 1856, S. 487.

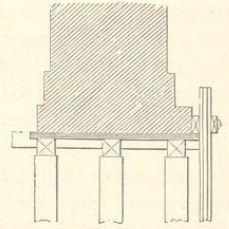
2) Deutsche Bauzeitung 1875, S. 375.

Da jedes Fundament in einer gewissen Richtung Widerstand leisten muß, so kann der Fall vorkommen, daß man die Pfähle eines Kofstes nicht vertikal, sondern geneigt einrammen muß, wenn nämlich die Richtung der Resultierenden aus den auf das Fundament wirkenden Pressungen nicht vertikal ist, denn es ist einleuchtend, daß die Pfähle den größten Widerstand leisten werden, wenn sie in der Richtung dieser Resultierenden eingerammt sind. Diese Betrachtung wird besonders in dem Falle wichtig, in welchem nur die Pfähle mit ihren Spitzen den festen Boden erreichen und mit ihrer übrigen Länge in einem weichen, nachgebenden Grunde stecken. Bei Hochbauten werden die erwähnten Rücksichten selten zu nehmen sein, indem die Resultierende aus den Pressungen auf das Fundament in den meisten Fällen vertikal gerichtet, oder so wenig von dieser Richtung abweichend sein wird, daß sie unbedenklich als vertikal angenommen werden kann. Bei Wasser-, namentlich Brücken- und Uferbauten, kommt es dagegen nicht selten vor, daß die Kofstpfähle unter einer Neigung gegen die Vertikale eingerammt werden und auch der Kofstbelag geneigt angeordnet wird.

Bei der Anwendung des Pfahlkofstes ist die Anordnung einer Spundwand sehr gewöhnlich. Ihr Zweck ist hier im wesentlichen der, eine Verminderung des Wasserzuflanges während des Baues und ein Zusammenhalten des Erdkörpers unterhalb des Kofstes zu bewirken. Da hier ein Ein sinken des Kofstes durch Kompression des Baugrundes nicht vorausgesetzt werden kann (wie dies bei dem liegenden Kofste der Fall ist), so ist eine innige Verbindung der Spundwand mit dem Kofste nicht nachteilig, und man hat dadurch den wichtigen Vorteil, daß das Durchdringen vorhandener Wasseradern wirksam verhindert wird. Die Anordnung mehrerer, dann meist paralleler Spundwände kommt fast nur bei Wasserbauwerken, namentlich bei Schleusen und Wehren vor. Im Hochbau kommen die Spundwände nur als Umfassungen des Kofstes vor, und finden alsdann die passendste Stelle vor der äußersten Pfahlreihe, weil sie so den Zweck, den Kofst zu schützen, am vollständigsten erfüllen. In vielen Fällen wird es nur vorteilhaft sein, die Spundwand nicht zu nahe an die Pfahlreihe zu stellen, um das Eindringen der Pfähle dieser Reihe nicht zu erschweren, denn früher als diese Pfähle muß die Spundwand jedenfalls eingerammt werden, weil ihre Herstellung noch mehr erschwert werden würde, wenn der Boden durch das Einrammen der Kofstpfähle bereits komprimiert wäre. Bei solcher Stellung der Spundwand kann man dieselbe zuweilen bis 1 m über den Kofst hinaufreichen lassen und — indem man einen Thonschlag dahinter bringt — sie zugleich als einen niedrigen Fangedamm für die Baugrube benutzen. Fig. 53 zeigt ein Beispiel solcher Anordnung; es reichen die Zangen und der Belag des

Kofstes bis dicht an die Spundwand, so daß hierdurch die eingeschlossene Erde, der Thonschlag und auch wohl die in den Kofstfeldern angebrachte Ausmauerung bedeckt und geschützt werden. Unsere Figur zeigt zugleich statt des gewöhnlichen Holmes zwei schwächere Zangen, welche mit den (schwachen) Spundpfählen verbolzt sind und von denen das innere auf dem Belage des Kofstes liegt.

Fig. 53.



Da die Spundwand und der Kofst immer vom Grundwasser bedeckt bleiben sollen, so wird man die beschriebene Konstruktion nur in dem Falle anwenden können, wenn der Wasserpiegel in der Baugrube so weit gesenkt werden kann, daß der Kofst die tiefere Lage erhält. Die Spundwand kann übrigens nach Auführung der Fundamente bis zur Höhe des niedrigsten Wasserstandes abgeschnitten werden. Geht dies nicht an, oder besteht die Spundwand aus stärkeren Pfählen, bei denen man den starken Holm nicht gern entbehrt, so legt man diesen hart an die vordere Längschwelle des Kofstes und bolzt ihn mit dieser zusammen. Die Zangen und der Bohlenbelag reichen dann über den Holm der Spundwand hinweg, dürfen aber in dem Falle, daß die Spundwand dem fließenden Wasser ausgesetzt ist, nicht überstehen. Während die Zangen mit den Kofstschwellen verkämmt sind, liegen sie auf dem Holme mit einem Blatte stumpf auf, weil man den Holm nicht gern durch die Einschnitte der Klämme schwächt (Fig. 54).

Eine Abweichung von der bisher erörterten Konstruktion bildet die bei den Franzosen übliche Anordnung, die Spundwand in die erste Reihe der Kofstpfähle zu setzen, wobei die eigentlichen Kofstpfähle a (Fig. 55) Spundpfähle

Fig. 54.

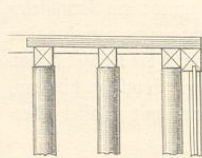
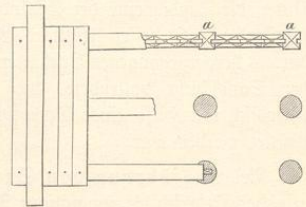


Fig. 55.



sind und ebenso tief eingerammt werden müssen, als die übrigen Kofstpfähle, während die Zwischenräume mit schwächeren Spundpfählen ausgefüllt werden. Diese Anordnung ist nicht zu empfehlen, denn die Spundwand soll die Kofstpfähle schützen, und diesen Zweck verfehlt sie bei

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

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

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

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

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

Ausführung der Rammarbeiten.

§ 18.

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

Weymann, Baukonstruktionslehre. IV. Vierte Auflage.

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

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

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

