



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Konstruktions-Elemente in Stein, Holz und Eisen, Fundamente

Marx, Erwin

Stuttgart, 1901

2. Kap. Gemauerte Fundamente

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

fenkte Eisenrohre wird eine Kältemischung eingeführt, wodurch die diesen Rohren zunächst gelegenen Bodenmassen zum Gefrieren gebracht werden. Innerhalb des so entstandenen ringförmigen Frostcylinders können die lockeren Bodenmassen ausgehoben werden und kann der Fundamentkörper zur Ausführung kommen.

Dieses *Poelsch* patentierte Verfahren ist bisher hauptsächlich beim Abteufen von Schächten in Anwendung gekommen, und zwar mit gutem Erfolg. Es hat auch im Grundbau Eingang gefunden. Als Träger der Kälte wird eine Chlorcalcium- oder Chlormagnesiumlauge benutzt.

2. Kapitel.

Gemauerte Fundamente.

a) Vollgemauerte Fundamente.

404.
Allgemeines.

Diese Art von Fundamenten, die aus einer ununterbrochenen, massiven Mauerung bestehen, kommen im Hochbauwesen am häufigsten vor und werden auch mit Recht, ihrer Einfachheit und Sicherheit wegen, allen anderen Gründungsverfahren vorgezogen.

Das Fundamentmauerwerk ist stets auf vollkommen tragfähigen Baugrund zu setzen; die auszufschachtende Baugrube, bezw. die Fundamentgräben erhalten dementsprechend mindestens eine Tiefe, welche der Mächtigkeit der lockeren, nicht tragfähigen Bodenschichten gleichkommt. Erhält das zu errichtende Gebäude unterirdische Räume und reicht deren Sohle noch in die tragfähige Schicht hinein, so führt man die Sohle der Fundamentgräben, bezw. die Aufstangfläche des Fundamentmauerwerkes noch 0,50 bis 1,00 m unter die Sohle jener Räume hinab (Fig. 697 u. 698).

405.
Fundament-
mauerung.

Nachdem die Baugrube, bezw. die Fundamentgräben ausgehoben, hierbei erforderlichenfalls trocken gelegt worden sind, wird ihre Sohle möglichst abgeglichen und geebnet. Soll die Aufstangfläche des Fundaments absatzförmig hergestellt werden (vergl. Art. 381, S. 310) oder soll das Fundamentmauerwerk zahnförmig in den Baugrund eingreifen (siehe ebendaf.), so bereitet man die Grabensohle in entsprechender Weise vor.

Alsdann wird auf der Baufohle ein Mörtelbett ausgebreitet und in dieses die unterste Schicht des Fundamentmauerwerkes verlegt. Bei der hierauf folgenden weiteren Herstellung der Fundamentmauerung ist insbesondere auf die anzuordnenden Fundamentabsätze Rücksicht zu nehmen; in der Höhe eines jeden derselben hat eine Abgleichung des Mauerwerkes stattzufinden. Mufste die Baugrube künstlich trocken gelegt werden, so ist das Wasserschöpfen während der Grundmauerung fortzusetzen.

Fig. 697.

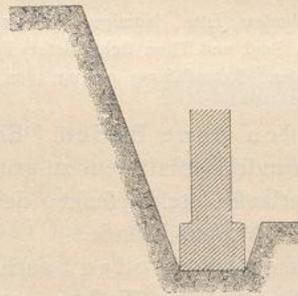
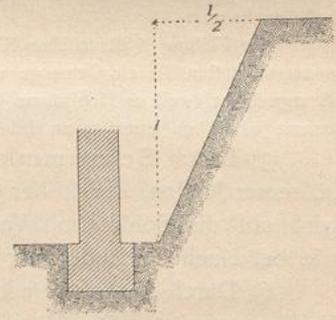


Fig. 698.



Wird das Fundamentmauerwerk auf Felsen aufgesetzt, so soll die Oberfläche des letzteren nicht zu glatt sein; sie muß nötigenfalls aufgeraut werden, damit das darauf ausgebreitete Mörtelbett sich besser damit verbindet. Höhlungen und Klüfte, die etwa im felsigen Untergrund vorhanden sind, werden ausgemauert, ausgegoffen oder mit Gewölben überspannt.

Für die unteren Schichten des Fundamentmauerwerkes verwende man möglichst große, lagerhafte und harte Steine; dieselben sollen um so größer und um so härter sein, je größer der vom darüber stehenden Bauwerk ausgeübte Normaldruck ist. Insbesondere sind für die unterste Mauererschicht Steine von thunlichster Regelmäßigkeit und nicht zu kleinen Abmessungen zu verwenden. Bei stärkerem Drucke sind am besten rauhe Quader, jedenfalls aber lagerhafte, gut zugehauene Bruchsteine zu verwenden; je nach der Größe der Belastung sind derlei Steine 15 bis 50 cm dick zu wählen.

Hier und da (in Baden etc.) ist es, mit gutem Erfolg, üblich, als unterste Lage des Fundaments sog. Bodenplatten anzuwenden; dies sind 20 bis 30 cm dicke, 80 bis 90 cm breite und 1,00 bis 1,50 m lange Sandsteinplatten, auf welche mit lagerhaften Bruchsteinen gemauert wird.

Wenn der Baugrund einige, wenn auch nicht gefährliche Prefsbarkeit befürchten läßt, so führe man die unteren Schichten des Fundamentmauerwerkes in Rollschichten aus. Die Sohlenschicht besteht alsdann aus großen, hochkantig gestellten Quadern oder regelmäßig behauenen Bruchsteinen; bei Verwendung der letzteren werden die Fugen mit kleineren Steinen ausgekeilt und gut mit Mörtel ausgefüllt.

Aus dem Gefagten geht hervor, daß sich Backsteine im allgemeinen nur wenig für Fundamentmauerwerk eignen. Nur bei Bauwerken, die einen geringen Druck auf den Baugrund ausüben, ferner in Fällen, wo größere natürliche Steine nur schwer und bloß mit unverhältnismäßig großen Kosten herbeizuschaffen sind, verwende man Backsteine, jedoch nur solche von bester Beschaffenheit, namentlich scharf gebrannte Klinker. In Art. 32 (S. 29 u. 30) wurde bereits gefagt, daß sich für solche Fundamente der Stromverband empfiehlt, und auch seine Durchführung dort angegeben.

Für Fundamentmauerwerk von geringerer Dicke und Tiefe, das im Trockenen ausgeführt wird, genügt gewöhnlicher Luftmörtel; bei Gründungen im Wasser ist stets hydraulischer, am besten rasch erhärtender Zementmörtel zu verwenden. Allein auch dickes und tiefes Fundamentmauerwerk, das nicht im Wasser auszuführen ist, erfordert die Benutzung von hydraulischem Mörtel, weil der Luftmörtel im Inneren nicht genügend hart wird. Die Verwendung hydraulischen Mörtels empfiehlt sich um so mehr, je kleiner die zur Grundmauerung benutzten Steine sind, also auch dann, wenn Backsteine genommen werden müssen.

Bei der Herstellung des Fundamentmauerwerkes ist darauf zu achten, daß mit Hilfe großer Bindersteine ein guter Verband erzielt werde. Das Mauerwerk nur aus äußeren Schalen herzustellen und den Kern aus Füllmauerwerk von ganz unbeeideten Steinen bestehen zu lassen, ist ein Verfahren, das zwar leider häufig genug vorkommt, aber als schlecht bezeichnet werden muß.

Weiters ist danach zu streben, daß das Fundament thunlichst als sog. zweihäufiges Mauerwerk ausgeführt werde. Bei Fundamentgräben mit lotrechten Wänden (Fig. 698) ist dies nur schwer zu erreichen; wenn hingegen die unterste Mauererschicht eben an den Fuß der geböschten Baugrubenwand herantritt (Fig. 697), so bleibt das übrige Fundamentmauerwerk ganz frei, so daß es in seinen Außenflächen solid und kunstgerecht ausgeführt werden kann und die Luft unbehinderten Zutritt hat.

406.
Material.

407.
Ausführung.

Es ist von Wichtigkeit, daß das Fundamentmauerwerk entsprechend austrockne, weil es nur so gehörig »abbinden« kann. Deshalb sollte es möglichst vermieden werden, den Zwischenraum zwischen Grundmauer und Baugrubenwandung sofort nach der Ausführung der ersteren mit Erde auszufüllen. Allerdings läßt sich dieses Verfahren kaum umgehen, wenn der Fundamentgraben mit lotrechten Wandungen ausgefachtet wurde und seine Breite die Dicke der Fundamentmauerung nur um wenig übersteigt²¹⁴⁾.

Im Anschluß an die Fundamentmauern ist Boden oder Bauschutt, der mit organischen Stoffen verunreinigt ist, zu vermeiden, ebenso Kohlenfchlacken und Rufs, weil bei deren Auslaugen durch Regen Schwefel- und Stickstoffverbindungen (Salpeter) an das Mauerwerk gelangen, sein Austrocknen hindern, ja sogar den Mörtel erweichen.

Bislang wurde vorausgesetzt, daß die Fundamentmauerung in einer überhaupt wasserfreien oder in einer trockengelegten Baugrube ausgeführt wird. Obwohl dies das gewöhnliche Verfahren bildet, so kommen doch auch Fälle vor, in denen man das Wasser nicht ausschöpfen kann, insbesondere dann, wenn durch das nachdringende Wasser der Boden zu sehr gelockert würde. Es ist nun allerdings in solchen Fällen am vorteilhaftesten, ein Betonfundament herzustellen; will man indes ein gemauertes Fundament zur Ausführung bringen, so müssen größere Fundamentquader im Wasser verlegt und auf diese erst das gewöhnliche Mauerwerk aufgesetzt werden.

Für Maschinenfundamente verwendet man mit Vorteil Asphaltmauerwerk. Die von Dampfmaschinen, Prägemaschinen etc. herrührenden Schwingungen erzeugen auf starrem Auflager eine Gegenwirkung, wodurch ihr für das Gebäude nachteiliger Einfluß noch erhöht und der ruhige, sanfte Gang der Maschinen sehr beeinträchtigt wird. Asphaltmauerwerk, ebenso der im nächsten Kapitel noch zu erwähnende Asphaltbeton begegnen den gedachten Mifsständen in trefflicher Weise.

Nach *Malo* stelle man zur Ausführung von Asphaltmauerwerk zuerst eine Form her, die innen mit glattgehobelten Brettern verkleidet ist. Reiner Mastixasphalt, der durchgekocht und auf etwa 180 bis 200 Grad erhitzt ist, wird zunächst auf 5 bis 6 cm Höhe in diese Form gegossen; in dieses Bad legt man Steine von ungleicher Größe, soviel als möglich vorgewärmt, und ordnet sie so, daß die Zwischenräume auf ein thunlichst kleines Maß herabgemindert sind. Auf diese Steinlage gießt man eine weitere Menge heißen Mastix, welcher die Fugen der Steinlage ausfüllt; hierauf bringt man in gleicher Weise eine zweite Steinlage auf, wobei die Steine gut in Verband zu legen sind; alsdann folgt ein drittes Mastixbad, eine dritte Steinlage und so fort, bis die ganze Form ausgefüllt ist.

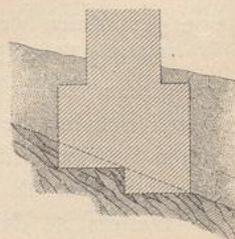
Man kann die Kosten des Asphaltmauerwerkes verringern, ohne seine Vorzüge beträchtlich zu vermindern, wenn man den inneren Kern des Fundamentkörpers aus gewöhnlichem Mörtelmauerwerk herstellt; nur der freie Raum zwischen diesem Kern und den Wänden der Gufsform wird alsdann mit Asphaltmauerwerk ausgefüllt²¹⁵⁾.

Wurde für eine längere Mauer die Aufstanzfläche des Fundaments abgetreppet und haben die Stufen eine größere Länge, so ist bei stark belasteten Bauwerken, wie dies bereits in Art. 381 (S. 310) gesagt wurde, der über jeder Stufe stehende Mauerkörper unabhängig von dem benachbarten auszuführen, damit nicht durch ungleichmäßige Setzungen Risse hervorgerufen werden (siehe auch Art. 380, S. 309).

Man hat bei steil abfallendem Felsen wohl auch in der Querrichtung der Mauern Abfätze angeordnet (Fig. 699); indes ist dies nur bei sehr großer Mauerdicke und geringer Belastung oder nur dann zu empfehlen, wenn es sich um die Gründung von Einfriedigungsmauern oder ähnlichen untergeordneten Bauwerken handelt. Sonst können bei starkem Drucke leicht schädliche Spaltungen im Mauerwerk hervorgerufen werden.

Sind in dem über den Grundmauern aufzuführenden Tagmauerwerk größere Oeffnungen vorgesehen, wie z. B. Hausthore, größere Schaulenster und Bogen-

Fig. 699.



408.
Asphalt-
mauerwerk.

409.
Mauerwerk
mit
Abtreppungen
und
Oeffnungen,
Verankerungen.

²¹⁴⁾ Siehe auch: Ueber mangelhafte Ausführung von Fundamentmauerwerk. Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 52.

²¹⁵⁾ Siehe auch: DORMONY, L. *L'asphalte employé pour fondation des machines. La semaine de const.* 1886-87, S. 250.

stellungen etc., so ist das Fundamentmauerwerk diesen Durchbrechungen entsprechend nur dann zu unterbrechen, wenn der stehenbleibende Boden aus Felsen oder einem Gestein besteht, das dieselbe Festigkeit wie das Mauerwerk hat; in den meisten Fällen jedoch wird die unter den Mauerdurchbrechungen durchgehende Fundamentmauerung vorzuziehen sein, damit nicht das Ausweichen der letzteren infolge der in der Regel ifolierten und meist auch gröfseren lotrechten Drücke stattfindet.

Steht zu befürchten, dafs das Fundamentmauerwerk später, infolge stark unterhöhlten Baugrundes etc., schädlichen Biegungen ausgesetzt werden wird, so vermehre man die Zugfestigkeit desselben durch Einziehen schmiedeeiserner Zuganker. (Vergl. auch Teil III, Bd. 6 dieses »Handbuches«, Abt. V, Abschn. 1, Kap. 3: Sicherungen gegen die Wirkung von Bodenfenkungen und Erderfchütterungen.)

Solche eiserne Verankerungen wurden von *Otto* in einem Falle angewendet, wo ungleichmäfsiges Setzen und infolgedessen Rissebildung zu erwarten war.

Diese Konstruktion, welche vom Ausführenden »Mauerrost« genannt wird, besteht darin, dafs das aus Backsteinen in verlängertem Zementmörtel ausgeführte Fundamentmauerwerk durch Bandeisenlagen versteift und verankert wurde; zu gröfserer Sicherheit wurden noch von Aufsen- zu Aufsenmauer durchgreifende Längs- und Queranker eingezogen. Die Bandeisen hatten 3×25 mm Querschnitt und wurden in zwei Lagen, eine untere und eine obere, in etwa 10 cm Abstand verlegt²¹⁶).

Ueben die Mauern eines Gebäudes einen starken Druck auf den Baugrund aus, so dafs ein zu bedeutendes Einfunken ihrer Fundamente zu erwarten ist, so sucht man den Druck dadurch auf eine gröfsere Fläche zu verteilen, dafs man zwischen den Mauerfundamenten umgekehrte Gewölbe einspannt. Letztere sind auch dann sehr wirksam, wenn infolge des grossen Druckes zu befürchten ist, dafs der Boden

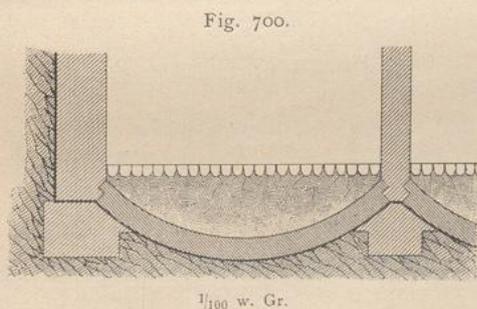
seitlich ausweicht und längs der Mauerfundamente emporsteigt; einem solchen Auftriebe wird durch umgekehrte Gewölbe besser entgegengewirkt, als durch blofse Belastung des Baugrundes.

Die umgekehrten Fundamentgewölbe sind meist Tonnengewölbe, welche zwischen je zwei benachbarten Parallelmauern eingezogen werden (Fig. 700); feltener kommen Kloftergewölbe (sog. Erdkappen) zur Anwendung. Bei der

Ausführung wird zunächst zwischen den Fundamentmauern der Baugrund mit Hilfe einer entsprechend geformten Lehre so abgegraben, dafs er die Gestalt der unteren Wölbflächen erhält; alsdann geschieht die Gewölbmauerung in der sonst üblichen Weise.

Bei den Verstärkungsarbeiten am Turme des Ulmer Münsters wurde u. a. zwischen der nördlichen und südlichen Fundamentmauer ein Bodengewölbe aus Quadern eingezogen, um die bereits vorhandene grosse und bei den Vollendungsarbeiten noch zu vermehrende Belastung des Baugrundes auf eine gröfsere Fläche zu verteilen. Obwohl die Gesamtlast um 1343 200 kg (584 cbm Quadermauerwerk) vergrößert worden ist, wurde doch der Druck auf den Baugrund von 9,47 auf 9,15 kg für 1 qcm herabgemindert²¹⁷.

In neuerer Zeit werden derartige umgekehrte Gewölbe auch dann angewendet, wenn es sich darum handelt, unterirdische Räume, deren Sohle dem Grundwasserstande zu nahe oder sogar unter dem niedrigsten Grundwasserstand gelegen ist, trocken zu legen. Der trocken zu legende Raum wird zunächst durch umgekehrte Gurtbogen in kleinere Felder geteilt, und in diese werden umgekehrte flache Erdkappen aus ganz



410.
Umgekehrte
Fundament-
gewölbe.

²¹⁶) Näheres hierüber siehe: Zur Gründung von Gebäuden auf Kleiboden. Centralbl. d. Bauverw. 1898, S. 237.

²¹⁷) Näheres: Deutsche Bauz. 1882, S. 231.

guten Backsteinen in bestem Zementmörtel eingezogen, oder es kommen umgekehrte Tonnengewölbe zur Ausführung. Auch die Außenmauern, die sich an diese Gewölbe anschließen, werden auf 50 cm über dem höchsten Wasserstand wasserdicht aufgeführt. Unterhalb der äußeren (unteren) Wölbflächen breitet man wohl auch noch eine wasserundurchlässige (Isolier-) Schicht aus Lehmschlag, Asphalt, Asphaltplatten etc. aus (Fig. 699); selbstredend müssen alsdann auch die begrenzenden Grundmauern mit den erforderlichen Isolierschichten versehen werden. (Siehe auch im nächsten Hefte dieses »Handbuches«, Abt. III, Abschn. 1, A, Kap. 12: Schutz der Wände gegen Feuchtigkeit.)

Um die Dicke solcher umgekehrter Gewölbe ermitteln zu können, sei an dieser Stelle mitgeteilt, daß der Druck des Grundwassers gegen ein solches Gewölbe auf 1 qm wagrechter Projektion bei fester Bodenlagerung 1033 t Kilogr. beträgt, wenn t die Eintauchungstiefe des Wölbseitels unter dem Grundwasserpiegel bezeichnet. Ist der Boden so beweglich, daß er zu einer breiigen Masse werden kann, so setze man statt der Wertziffer 1033 das Einheitsgewicht des Bodens — etwa 1500 bis 1600 — ein.

b) Pfeilerfundamente.

Pfeilerfundamente, welche nicht aus durchgehendem Fundamentmauerwerk, sondern aus einzelnen gemauerten Fundamentpfeilern bestehen, können zweifacher Art sein, und zwar Pfeilerfundamente für durchgehendes Tagmauerwerk (aufgelöste Fundamente) und Fundamente für einzelne Pfeiler oder Freistützen.

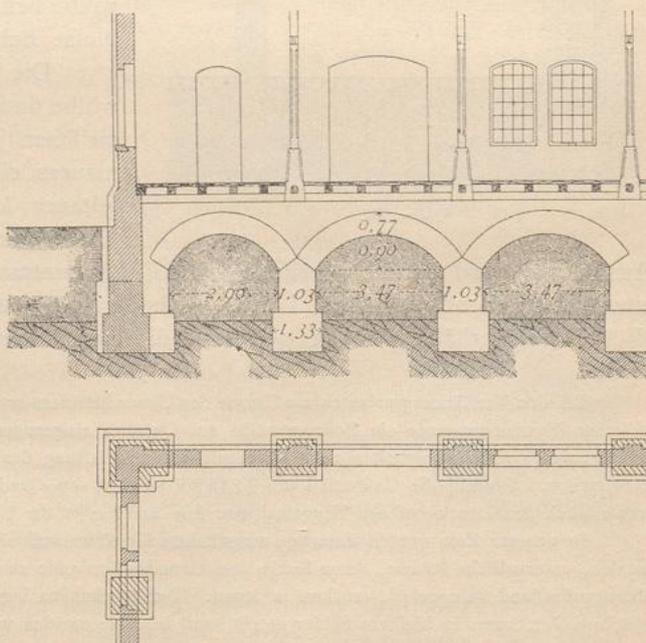
1) Pfeilerfundamente für durchgehendes Tagmauerwerk.

417.
Wefen.

Um an Grundmauerwerk, unter Umständen auch an Grundgrabung zu ersparen, hat man nicht selten bei größerer Mächtigkeit der nicht tragfähigen Schicht und längeren Mauern keine ununterbrochene Fundamentmauerung ausgeführt, sondern nur einzelne Mauerpfeiler auf der tragfähigen Bodenschicht errichtet, diese oben durch Gurtbögen, fog. Grundbögen, miteinander verbunden und nach Abgleichung der Bogenzwickel auf diesem Unterbau das aufgehende oder Tagmauerwerk hergestellt.

Die Fundamentpfeiler müssen bei einer derartigen Anordnung einen so großen wagrechten Querschnitt erhalten, daß sie den vom darauffstehenden Gebäude ausgeübten lotrechten Druck aufzunehmen imstande sind. Ihr Querschnitt muß demnach so groß gewählt werden, daß die größte darin vorkommende Pressung die zulässige Druckbeanspruchung des Fundamentmauerwerkes nicht überschreitet;

Fig. 701.

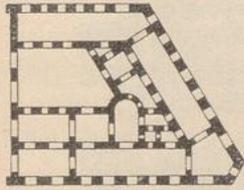


Vom Güterschuppen auf dem Bahnhofe zu Göttingen.

$\frac{1}{200}$ w. Gr.

die letztere ist im vorliegenden Falle höchstens zu 8 bis 10 kg für 1 qcm anzunehmen. Die Fundamentpfeiler haben nach unten eine entsprechende Verbreiterung zu erfahren, damit der in der Basis herrschende Druck das für den vorliegenden Baugrund zulässige Maß nicht übersteigt.

Die Pfeiler werden so angeordnet, daß an die Ecken des Gebäudes jedesmal ein kräftiger Pfeiler zu stehen kommt und daß im übrigen die Achsfenteilung der Fenster- und Thüröffnungen zu Grunde gelegt wird; besonders hat man es zu vermeiden, daß auf die Mitte eines Grundbogens eine Einzellaast zu stehen kommt. (Vergl. Fig. 701 bis 703.)



Fundamentplan zu Fig. 703²¹⁵⁾.
1/1000 w. Gr.

Die Fundamentpfeiler sind sorgfältig aus harten, lagerhaften Bruchsteinen in hydraulischem Mörtel, bei großem Drucke ganz aus Quadern oder mit einzelnen Bindercharen zu mauern. Hart gebrannte Backsteine sollten nur ausnahmsweise verwendet und dann nur mit Zementmörtel gebunden werden.

Die Grundbogen sollen so angeordnet werden, daß ihr Scheitel noch unter der Erdoberfläche gelegen ist. Als Bogenform wird, wo es an der erforderlichen Konstruktionshöhe nicht fehlt, am besten der Halbkreisbogen gewählt; bei geringer Höhe wendet man Stichbogen an, deren Stichverhältnis indes nicht kleiner als 1:4 sein sollte. Bisweilen sind auch Spitzbogen ausgeführt worden, die jedoch nur dann zu empfehlen sind, wenn der Scheitel des Grundbogens einem isolierten Einzeldruck ausgesetzt ist. Als Baustoffe für die Grundbogen sind scharf gebrannte Backsteine oder harte und lagerhafte Bruchsteine anzuwenden; Quader sind zwar nicht ausgeschlossen, in der Regel aber zu teuer.

412.
Grundbogen.

Bei der Gesamtanordnung und Ausführung der Fundamentpfeiler und der sie überspannenden Grundbogen zeigen sich nicht unwesentliche Verschiedenheiten. Die wichtigsten vorkommenden Fälle sind die folgenden.

413.
Gesamtanordnung
und
Ausführung.

a) Man gräbt die lockeren Bodenmassen für jeden Fundamentpfeiler getrennt aus, bis man auf die tragfähige Schicht gelangt; alsdann wird innerhalb jeder schachtartigen Baugrube der Pfeiler bis zur Kämpferhöhe aufgemauert. Erforderlichenfalls ist während der Grundgrabung und der Mauerung die Baugrube wasserfrei zu halten.

Besteht die abzugrabende Bodenschicht aus einer zusammenhängenden, fetten Erdart, so ist häufig keine Zimmerung der schachtartigen Baugruben erforderlich; unter Umständen kann man sogar den zwischen je zwei Pfeilern stehen gebliebenen Erdkörper als Lehrbogen für die Einwölbung des Grundbogens benutzen, indem man diesen Erdkörper nach der Bogenform abgräbt. In derartigen Fällen ist die Ersparnis, welche die Pfeileranordnung den voll gemauerten Fundamenten gegenüber ergibt, eine wesentliche. Zwar steht dem Gewinne an Grundaushhebung und Fundamentmauerwerk, unter Umständen auch an Wassers schöpfen, der Nachteil entgegen, daß das Abteufen einer schachtartigen Baugrube (einschl. des Emporschaffens der ausgegrabenen Bodenmassen) teurer zu stehen kommt, als das einer langgestreckten Grube, daß auch das Mauern in einem solchen engen Schachte nicht bequem und einfach, also auch nicht billig genug vorgenommen werden kann, und daß die Herstellung der Grundbogen teurer zu stehen kommt, als die Ausführung eines gleichen Rauminhaltes von aufgehendem Mauerwerk; indes ist die Ersparnis

²¹⁵⁾ Nach: *Nouv. annales de la const.* 1876, Pl. 26.

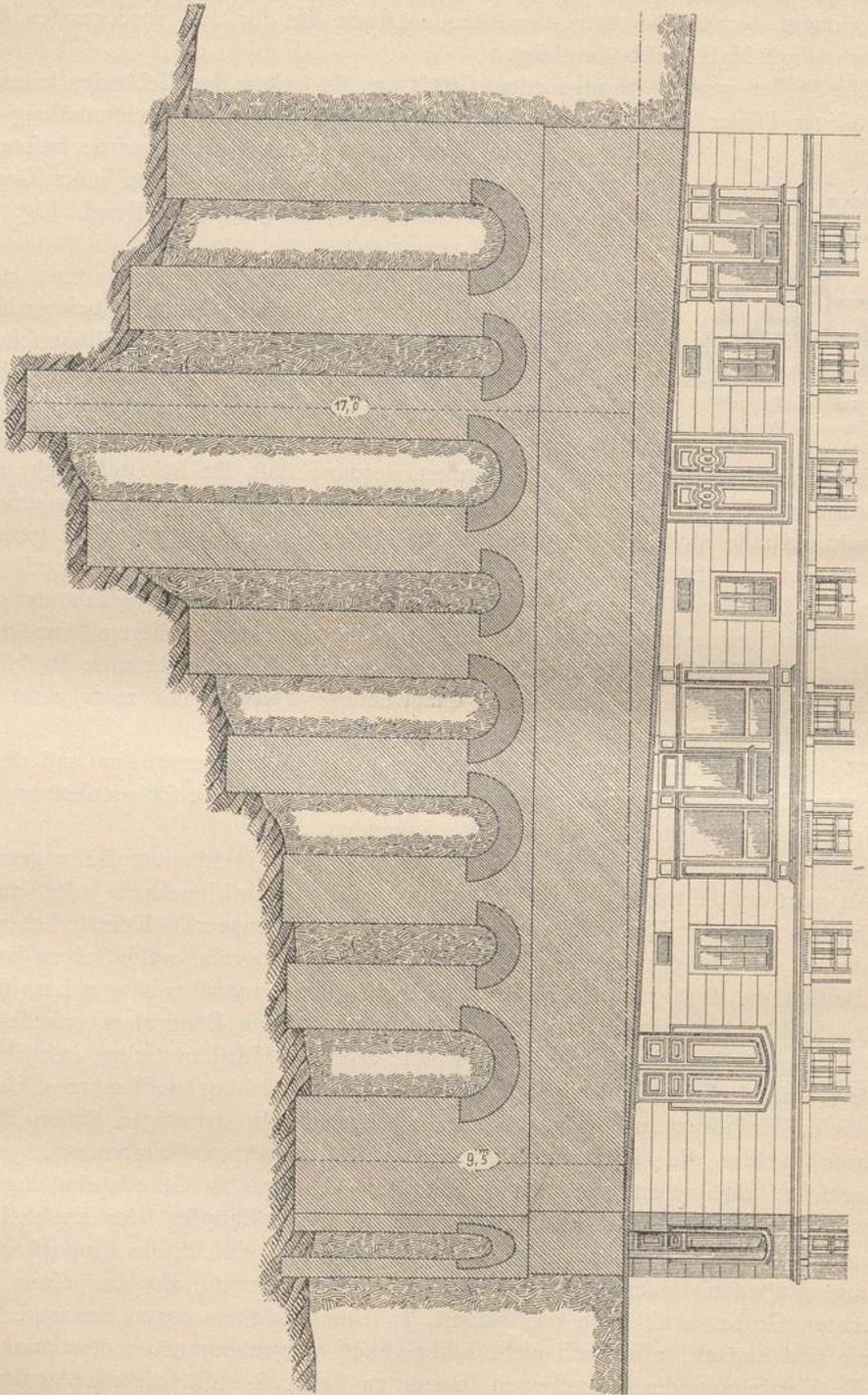


Fig. 703.

Von einem Wohn- und Geschäftshaus zu Madrid²¹⁸). — 1/2000 w. Gr.

doch eine so große, daß sie durch die zuletzt erwähnten Mehrkosten nicht aufgewogen wird. Unter besonders günstigen Verhältnissen kann schon bei 3 m Gründungstiefe die Pfeilergründung einem vollgemauerten Fundament vorzuziehen sein.

Brennecke giebt auf Grund einer umfangreichen Statistik an, daß, wenn der feste Baugrund 4 m oder mehr unter dem Grundwasserspiegel gelegen ist, Pfeilerfundamente sich billiger stellen, als durchgehendes Grundmauerwerk²¹⁹⁾.

β) Wenn jedoch die mit den Fundamentpfeilern zu durchsetzende Bodenschicht locker ist, so müssen die schachtartigen Baugruben ausgezimmert werden; die Zimmerung fällt um so stärker, d. i. um so teurer aus, je lockerer die betreffende Bodenmasse ist, und die Ersparnisse an Grundaushhebung und Fundamentmauerwerk verschwinden zum Teile oder ganz infolge der hohen Kosten der Schachtzimmerung.

In derartigen Fällen sieht man deshalb von der unter α gedachten Ausführungsweise ab und kann folgende Gründungsverfahren anwenden:

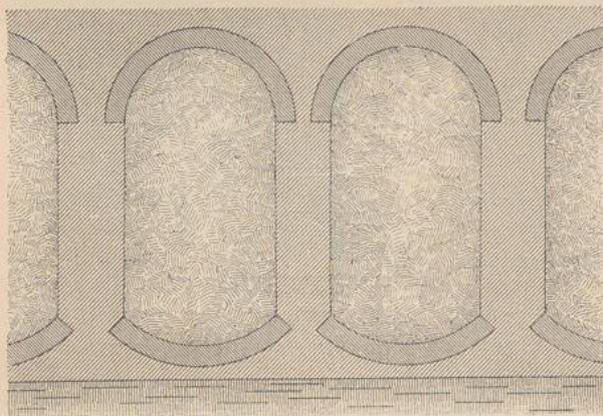
a) Man hebt keine Baugruben aus und ersetzt die von unten nach oben zu mauernden Fundamentpfeiler durch Senkbrunnen oder Senkröhren, die von oben nach unten in den Boden eingesenkt werden. Von diesem Verfahren, welches hauptsächlich bei großer Gründungstiefe und starkem Wasserandrang zu empfehlen ist, wird noch in Kap. 2 u. 3 des nächsten Abschnittes eingehend die Rede sein. Unter gewöhnlichen Verhältnissen läßt sich annehmen, daß bei 5 bis 6 m Tiefe der Fundamentbasis unter Erdgleiche Pfeilerfundamente noch vorteilhaft sind; bei noch größerer Tiefe kommt die Senkbrunnengründung in der Regel billiger zu stehen. Doch sind Pfeilerfundamente der vorbeschriebenen Art für viel größere Tiefen (z. B. für 17 m Tiefe bei dem in Fig. 703 dargestellten Gebäude) ausgeführt worden.

b) Man hebt nicht, den einzelnen Pfeilern entsprechend, einzelne schachtartige Baugruben aus, sondern für die ganze Mauer einen einzigen ununterbrochenen Fundamentgraben. Die Auszimmerung einer solchen langgestreckten Baugrube ist häufig

billiger, als die mehrerer einzelner Schächte; auch kann die Mauerung der Pfeiler bequemer und billiger ausgeführt werden.

Ist die Bodenschicht, auf der die Fundamentpfeiler erbaut werden sollen, nicht widerstandsfähig genug, so kann es in einem solchen Falle zweckmäßig sein, über die ganze Länge der Baugrube eine gemauerte Sockelschicht (durchgehendes Bankett) oder eine Betonschicht auszubreiten und erst über dieser mit der Mauerung der Einzelpfeiler zu beginnen.

Fig. 704.



Pfeilerfundament mit Erd- und Grundbogen. — $\frac{1}{200}$ w. Gr.

c) Bisweilen ist man genötigt, auf einer Bodenschicht zu gründen, die zwar gleichmäßig tragfähig, aber noch nicht fest genug ist, die von den einzelnen Funda-

²¹⁹⁾ Siehe: BRENNER, L. Wann soll man durchgehende, und wann soll man sog. aufgelöste Grundmauern anwenden? Centralbl. d. Bauverw. 1897, S. 434.

414.
Ersatz durch
Brunnenpfeiler
etc.

415.
Durchgehendes
Bankett.

416.
Erdbogen.

mentpfeilern ausgeübten Drücke mit Sicherheit aufzunehmen. Will man in einem solchen Falle die Drücke auch auf die zwischen den Pfeilern gelegenen Baugrundflächen verteilen, so wende man umgekehrte Gewölbbogen an, die zwischen den Fundamentpfeilern einzuspannen sind (Fig. 704).

Solche umgekehrte Fundamentbogen, Erdbogen, Gegenbogen oder Konterbogen genannt, sind für die Druckverteilung besonders dann geeignet, wenn die für die Fundamente gegebene Konstruktionshöhe im Verhältnis zu den Abständen der einzelnen Pfeiler voneinander so beschränkt ist, daß eine einfache Verbreiterung der Pfeiler oder ein durchgehendes Bankett nicht genügend wirksam ist. Ebenso sind Erdbogen ein vortreffliches Mittel, wenn der Baugrund so nachgiebig ist, daß bei stärkerem Drucke ein Auftrieb des Bodens, d. i. ein seitliches Ausweichen und Emporsteigen desselben zu befürchten steht.

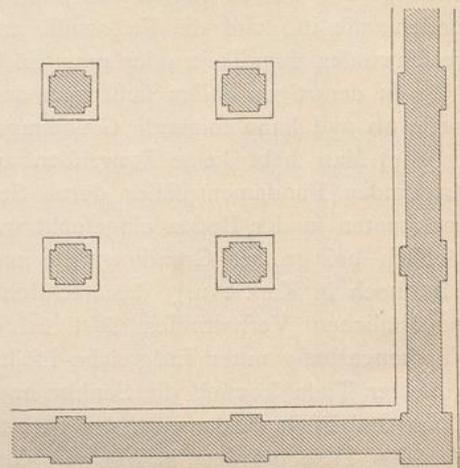
Die Anordnung der Fundamente wird die vorteilhafteste sein, wenn die Druckverteilung über die ganze Fundamentsohle gleichmäßig geschieht; gleichartigen Baugrund vorausgesetzt, wird sich die Form und Stärke der Erdbogen aus dem gleichmäßig verteilten anzunehmenden Gegendruck des Baugrundes auf die Fundamentsohle ergeben. Hiervon ausgehend hat *Koenen*²²⁰⁾ Form und Stärke solcher Bogen theoretisch unterfucht.

Gewöhnlich werden die Erdbogen in Stichbogen-, feltener in Halbkreisbogenform ausgeführt; die äußere (untere) Wölbfläche derselben muß fest hintermauert sein, damit sie nicht nach unten ausweichen kann. An den Mauerecken sollen die betreffenden Pfeiler so stark sein, daß sie dem einseitigen Wölbchube der Erd- und der Grundbogen Widerstand leisten können.

γ) Am einfachsten und auch vorteilhaftesten wird die Anordnung und Ausführung von Pfeilerfundamenten, wenn die Bodenfläche, auf der das Gebäude zu errichten ist, höher gelegt, d. i. aufgeschüttet werden soll. In einem solchen Falle, der hauptsächlich auf Stadterweiterungsgründen,

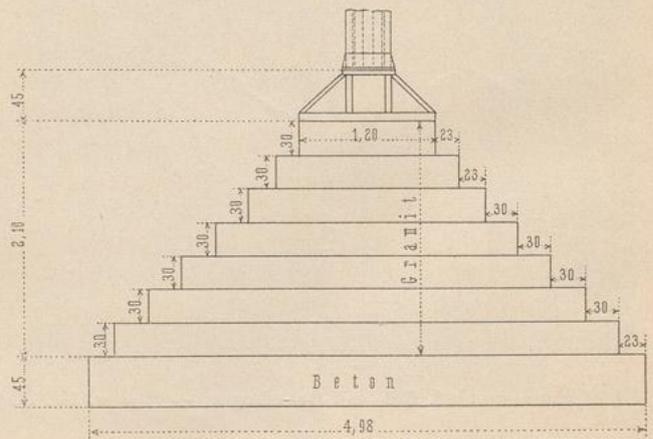
bei Bebauung von früheren Festungsgrabenflächen, auf Bahnhöfen, die im Auftrage gelegen sind, etc. vorkommt, erbaut man die Fundamentpfeiler, bevor die Auf-

Fig. 705.



1/200 w. Gr.

Fig. 706²²¹⁾.



417.
Pfeiler-
fundamente
in
aufgeschüttetem
Boden.

²²⁰⁾ Ueber Form und Stärke umgekehrter Fundamentbögen. Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 11.

²²¹⁾ Nach: Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1893, S. 425.

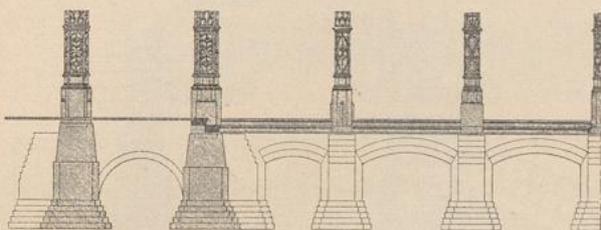
schüttung vorgenommen worden ist. Die Kosten der in dem aufgeschütteten Material herzustellenden Baugrube entfallen alsdann ganz, und die Kostenersparnis bei der Gebäudegründung ist eine sehr wesentliche.

2) Fundamente für einzelne Pfeiler.

Nicht selten werden die Decken- und Dachkonstruktionen gröfserer Räume von einzelnen steinernen, hölzernen oder eisernen Säulen, von gemauerten Pfeilern oder sonstigen Freistützen getragen, so dafs der von der gewölbten oder von der Balkendecke, bezw. vom Dache ausgeübte lotrechte Druck von diesen Stützen, unter Um-

418.
Anordnung.

Fig. 707.



Von der Börse zu Antwerpen²²²⁾. — $\frac{1}{200}$ w. Gr.

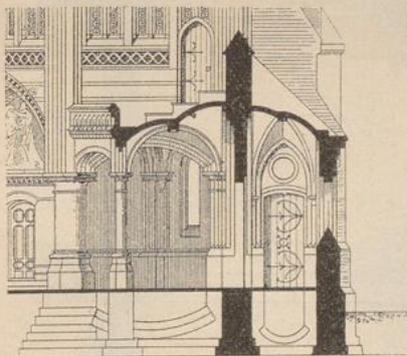
fständen auch noch von den etwa vorhandenen Umfassungswänden aufgenommen wird und auf den Baugrund zu übertragen ist (Fig. 705).

Je nach den Druck- und den Bodenverhältnissen werden die Fundamente der einzelnen Freistützen unabhängig voneinander hergestellt oder durch Zwischen-

konstruktionen in Verbindung gebracht. Hauptfächlich kommen die folgenden Anordnungen vor.

α) Jede Freistütze erhält ein gemauertes Pfeilerfundament für sich, das, mit den entsprechenden Fundamentabfätzen versehen, eine so große Aufstanzfläche erhält, dafs der Baugrund dem herrschenden Drucke mit Sicherheit widerstehen kann. Diese Anordnung ist zu empfehlen, wenn der Baugrund ein sehr guter ist, wenn die Freistützen weit voneinander abstehen und wenn die Last, die sie zu tragen haben, nicht groß ist.

Fig. 708.



Von der St. Johannis-Kirche zu Altona²²³⁾.
 $\frac{1}{100}$ w. Gr.

Bei den hohen Häusern in den großen Städten der Vereinigten Staaten wurde auch bei bedeutendem Bodendruck in solcher Weise verfahren, allerdings in dem Falle, dafs guter Baugrund in leicht erreichbarer Tiefe sich vorfand. Nach Fig. 706 wurden würfelförmige Steinblöcke, die je nach der vorhandenen oder angenommenen Tragkraft des Baugrundes kleiner oder größer sind, stufenförmig ver-

setzt; die unterste Schicht wurde aus einer Betonschicht gebildet.

Ueber die besonderen Vorkehrungen, welche bei eisernen Freistützen, insbesondere wenn sie seitlichen Schüben ausgesetzt sind, notwendig werden, ist bereits in Art. 282 (S. 202) die Rede gewesen.

β) Wenn in der gestützten Decken- oder Dachkonstruktion einseitige wagrechte Schübe infolge von unsymmetrischen Belastungen, Erschütterungen, Stößen, Winddruck etc. entstehen können, so empfiehlt es sich, die Fundamentpfeiler gegen den

²²²⁾ Fakf.-Repr. nach: *Gazette des arch.* 1865, S. 41.

²²³⁾ Fakf.-Repr. nach: *Zeitschr. f. Bauw.* 1877, Bl. 7.

Einfluss derselben dadurch zu sichern, daß man zwischen ihnen Gurtbogen, nach Art der früher besprochenen Grundbogen, einspannt. Derlei Versteifungsbogen werden bloß in dem einen Sinne (Fig. 707) oder auch nach beiden einander durchkreuzenden Richtungen angeordnet, je nachdem solche Schübe in der einen oder in beiden Richtungen vorkommen können.

Unter besonders ungünstigen Verhältnissen kann es auch angezeigt sein, in der Höhe dieser Gurtbogen schmiedeeiserne Zuganker einzuziehen.

γ) Aus gleichen Gründen werden bisweilen nahe an der Fundamentsohle in ganz ähnlicher Weise umgekehrte Gurtbogen, die mit den vorher besprochenen Erd- oder Gegenbogen übereinstimmen, angeordnet (Fig. 708 u. 709). Dieselben können auch dazu dienen, den von den Einzelpfeilern auf den Baugrund ausgeübten Druck auf eine größere Fläche zu verteilen und dem etwaigen seitlichen Ausweichen des Bodens entgegenzuwirken.

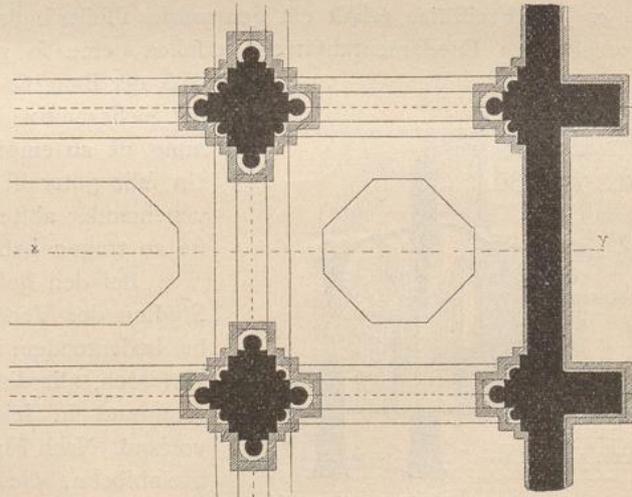
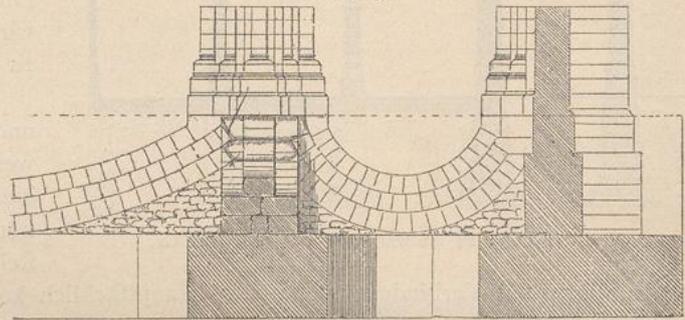
Bisweilen erscheint es zur Sicherung des ganzen Baues angezeigt, Verbindungen, bezw. Absteifungen durch Grund- und Gegenbogen vorzunehmen. Auch wird die Anordnung von Gegenbogen mit der Pfahlrostgründung zugleich angewandt (Fig. 710), wovon noch bei der letzteren die Rede sein wird.

δ) Läßt der Baugrund unter stärkerem ifolierem Drucke das seitliche Ausweichen befürchten, so kann man dem hierdurch hervorgebrachten Auftriebe entweder durch Belastung des zwischen den Fundamentpfeilern befindlichen Bodens oder durch umgekehrte Gewölbe entgegenwirken.

Im ersteren Falle kann eine durchgehende Mauer-schicht (durchgehendes Bankett, siehe Art. 415) angewendet werden; noch besser ist eine Betonschicht, die unter dem ganzen Raume ausgebreitet wird und nicht nur durch ihr Gewicht, sondern auch durch ihre Biegefestigkeit wirkt.

Bei stärkerem Auftriebe werden umgekehrte Gewölbe angewendet und als Tonnen- oder als Kappengewölbe (fog. Erdkappen) ausgeführt. Bei Tonnengewölben

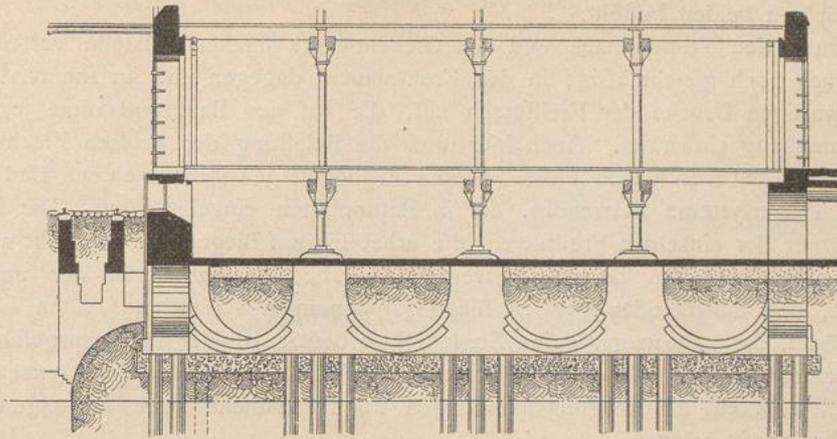
Fig. 709.
Schnitt *xy*.



Von der Kirche *de la Bastide* zu Bordeaux²²⁴⁾.
1/200 w. Gr.

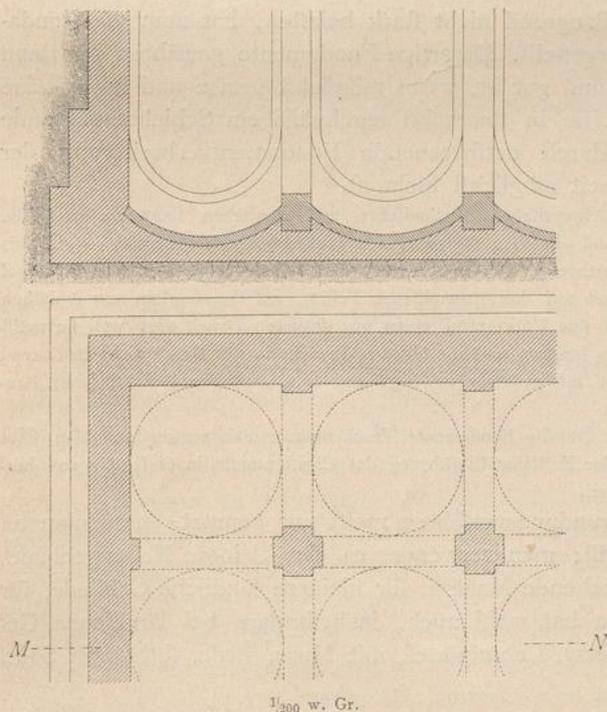
²²⁴⁾ Fakf.-Repr. nach: Zeitschr. f. Bauw. 1888, Bl. 26.

Fig. 710.

Vom Warenpeicher am Kaiser-Quai zu Hamburg²²⁵⁾. — $\frac{1}{200}$ w. Gr.

werden zwischen den in einer Reihe gelegenen Pfeilern umgekehrte Gurtbogen (Erdbogen) in der einen Richtung angelegt und winkelrecht dazu die Tonnengewölbe eingezeichnet. Sollen Erdkappen ausgeführt werden, so werden zuerst durch umgekehrte Längs- und Quergurtbogen viereckige Räume zwischen je vier Pfeilern gebildet und in diese die umgekehrten Kappen eingezeichnet (Fig. 711). Hier ist stets

eine Untermauerung, die zugleich als Lehre für die Gewölbe dient, zu empfehlen.

Fig. 711.
Schnitt *M.N.* $\frac{1}{200}$ w. Gr.

ε) Besonders eigenartige Verhältnisse liegen bei den neuzeitlichen großen Waren- und Geschäftshäusern unserer Städte vor. Sie bilden häufig nur einen einzigen Raum mit Treppen und Galerien ohne jegliche Zwischenmauern; nur Freistützen tragen die Galerien, Decken und Dächer. Ähnliche Verhältnisse liegen bei manchen Lagerhäusern und Warenspeichern vor. Durch solche Anordnungen wird eine äußerst ungleichmäßige Belastung des Baugrundes hervorgerufen, was bei sehr widerstandsfähigem Boden allerdings bedeutungslos ist, dagegen die weitgehendsten Sicherheitsvorkehrungen nötig macht, wenn der Boden, wie dies in unseren

225) Nach: Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1874, Bl. 39.

größeren Städten meist zutrifft, aus grobem Sand oder Lehm oder aus einem Gemisch von beiden besteht.

Unter den Treppenhaus- und den Giebelmauern solcher Gebäude verteilt sich der Druck noch gleichmäßig; in den Frontmauern dagegen und im Inneren treten die gewaltigen Drücke der Freistützen auf, die auf den Baugrund ohne jeglichen Zusammenhang einwirken. Auch hier muß die Belastung der großen Flächen angestrebt werden. In vielen Fällen werden Erdbogen genügen; meistens sind indes eiserne Trägersysteme notwendig, die in Betonplatten eingelegt sind. Die Fundamentkörper der einzelnen Freistützen, die erheblich auf Biegung beansprucht werden, müssen aus Baustoffen hergestellt werden, welche, namentlich in der untersten Schicht, den auftretenden großen Biegungsspannungen Widerstand leisten können. Kalkmörtel, der nahezu gar keine Zugfestigkeit besitzt, ist hier völlig ausgeschlossen. Dazu kommt noch, daß die Belastungen der Freistützen meist schief (exzentrisch) wirken, wodurch die Biegungsspannungen im Fundamentkörper in ungünstigem Sinne beeinflusst werden.

Ein Weg zur Berechnung solcher Fundamentkonstruktionen wäre der, daß man die Fundamentflächen für die großen Einzellasten um die Fläche der eingelegten Querverbindungen vermehrt und die so erhaltene Gesamfläche durch die Summe der Einzellasten dividiert. Der auf diese Weise erhaltene Einheitsdruck wäre der Berechnung der Erdbogen, bezw. der eisernen Träger zu Grunde zu legen. Durch eine solche Berechnungsweise würde man dem Gedanken gerecht werden, daß die Einzeldrücke zwar verschieden sind, aber doch durch symmetrische Lastverteilungen entstehen, was in den meisten Fällen zutreffen dürfte²²⁶⁾.

c) Fundamente aus Trockenmauerwerk, Steinpackungen und Steinschüttungen.

419.
Trocken-
mauerwerk.

Bei weniger wichtigen Bauwerken, bei solchen, die auf eine lange Dauer keinen Anspruch machen und die den Baugrund nicht stark belasten, hat man die Fundamente aus Trockenmauerwerk hergestellt. Derartige Fundamente gewähren nur dann einige Sicherheit, wenn der Baugrund gut ist, wenn möglichst große und feste Steine zur Anwendung kommen, wenn sie in thunlichst regelmäßigen Schichtenverbände vermauert werden und wenn durch entsprechende Fundamentverbreiterung der Normaldruck auf die Flächeneinheit möglichst klein ist.

Bei einem großen Teile der altägyptischen, hellenischen und römischen Bauwerke sind die Fundamente aus sorgfältig bearbeiteten und ebenso gefügten Quadern ohne jedes Bindemittel — also aus Trockenmauerwerk — ausgeführt (z. B. Parthenon, Thebeion, Erechtheion, Herkules- [früher Vesta-] Tempel in Rom etc.). Viele dieser Bauwerke sind auf den gewachsenen Felsen, auf den Gipfeln von Anhöhen und Bergen gegründet; andere üben auf den Untergrund einen nur geringen Druck aus, weil sie meist mächtig und breit ausgeführte Fundamente besitzen und ihr eigenes Gewicht in der Regel nicht bedeutend ist. Die gewählte Gründungsart erscheint infolgedessen zulässig, was u. a. auch der Bestand jener Bauwerke bis heute beweist.

In Finnland wird seit langer Zeit für die Fundamente Trockenmauerwerk verwendet. Man sieht dort eine Menge alter Kirchen, die aus der Zeit der Einführung des Christentums in dieser Gegend herühren und in solcher Weise gegründet sind.

Gegenwärtig wird dieses Gründungsverfahren meist nur benutzt, wenn man an Arbeit und an Mörtel sparen will; man verwendet es für kleinere Nebengebäude, wie Schuppen etc., für einzeln stehende Mauern, für kleinere ländliche Gebäude, für provisorische Bauwerke etc. Man hat wohl auch, insbesondere bei ländlichen Gebäuden, die Fugen mit Lehm, bezw. Lehmörtel, mit Moos, Erde, selbst mit Sand ausgefüllt.

²²⁶⁾ Siehe: THRANER. Konstruktionsgrundsätze bei Geschäfts- und Lagerhäusern ohne Zwischenmauern. Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1900, S. 1176.

Wo Mangel an größeren und lagerhaften Steinen ist, hat man die Fundamentgräben wohl auch nur mit einer trockenen Steinpackung ausgefüllt und darauf das Tagmauerwerk gefetzt. Diese noch weniger solide Gründungsweise kann bloß für Bauwerke untergeordneter Natur angewendet werden.

420.
Stein-
packungen.

Hierher gehören auch noch die aus Steinschüttungen oder Steinwürfen hergestellten Fundamente, welche bisweilen für solche Bauwerke angewendet werden, die im offenen Wasser zu errichten sind. Sie gewähren den Vorteil, daß sie die immer kostspielige Herstellung einer Baugrube im Wasser nicht erfordern; indes ist ihre Solidität eine sehr geringe. Fundamente aus Steinschüttungen kommen hauptsächlich für Bauten im Meere (Hafendämme, Moli etc.) in Anwendung.

421.
Stein-
schüttungen.

Bezüglich der Größe der zu benutzenden Steine sei auf Art. 382 (S. 313) verwiesen. Hat man genügend große Steine nicht in hinreichender Menge zur Verfügung, so kann man wohl auch für den Fundamentkern kleinere Steine verwenden, die Böschungen dagegen aus möglichst großen Steinen herstellen. Ist die Strömung eine sehr bedeutende, so verwendet man künstliche Betonblöcke von 25 bis 50, selbst bis 100 cbm Rauminhalt und darüber; natürliche Steine von solcher Größe kommen meist teurer zu stehen.

Die Steinschüttungen bilden den Uebergang zu den im folgenden Kapitel zu besprechenden »geschütteten Fundamenten«; in gewissem Sinne können sie unmittelbar zu letzteren gezählt werden.

Litteratur

über »Gemauerte Fundamente«.

- ENGEL, C. L. Ueber Fundamente aus Bruchsteinen ohne Mörtel. Journ. f. d. Bauk., Bd. 2, S. 23.
Fondation de 47 puits maçonnés exécutés à Madrid. Nouv. annales de la const. 1867, S. 93.
 SPIEKER. Fundierung eines Monumentes. Zeitschr. f. Bauhdw. 1872, S. 124.
 Ausgeführte Pfeilergründung. HAARMANN'S Zeitschr. f. Bauhdw. 1873, S. 187.
 Ueber mangelhafte Ausführung von Fundamentmauerwerk. Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 52.
 KOENEN, M. Ueber Form und Stärke umgekehrter Fundamentbögen. Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 11.

3. Kapitel.

Fundamente aus Beton- und Sandschüttungen.

Wenn ein genügend widerstandsfähiger Baugrund in angemessener Tiefe nicht vorhanden ist, auch nicht mit Hilfsmitteln erreicht werden kann, die den verfügbaren Geldmitteln, der vorgesehenen Bauzeit oder dem Zwecke des betreffenden Bauwerkes entsprechen; so ist man nicht selten genötigt, in nur geringer Tiefe auf stark pressbarem Baugrund zu fundieren. Bei der Konstruktion der Fundamente ist alsdann das Hauptaugenmerk auf möglichste Herabminderung des Einsinkens, namentlich aber auf Verhütung des ungleichmäßigen Setzens derselben zu richten.

422.
Geschüttete
und
Schwellrost-
fundamente.

In derartigen Fällen können nicht mehr gemauerte Fundamente angewendet werden, weil dieselben den vom Bauwerk ausgeübten Druck nicht in genügender Weise nach unten verteilen und weil sie bei ungleichmäßiger Beschaffenheit des Baugrundes partielle, d. i. schädliche Einsenkungen erleiden. Alsdann empfehlen sich Beton-, Sand- und Fundamente aus liegenden Rosten.