

## b) Pfeiler-Fundamente.

Pfeiler-Fundamente, welche nicht aus durchgehendem Fundament-Mauerwerk, sondern aus einzelnen gemauerten Fundament-Pfeilern bestehen, können zweifacher Art sein, und zwar Pfeiler-Fundamente für durchgehendes Tagmauerwerk und Fundamente für einzelne Pfeiler oder Freistützen.

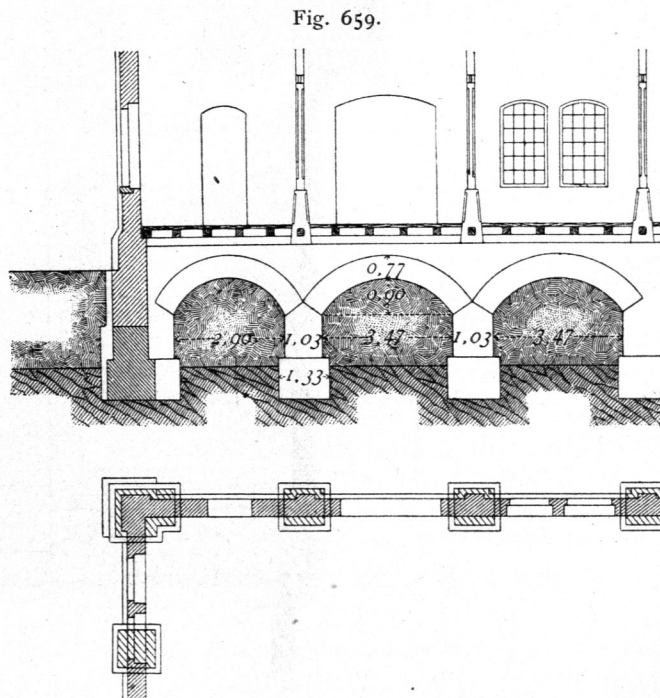
## 1) Pfeiler-Fundamente für durchgehendes Tagmauerwerk.

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 Fundament-Mauerung ausgeführt, sondern nur einzelne Mauerpfeiler auf der tragfähigen Bodenschicht errichtet, diese oben durch Gurtbogen, fog. Grundbogen, mit einander verbunden und nach Abgleichung der Bogenzwickel auf dieser Substruction das Tagmauerwerk hergestellt.

Die Fundament-Pfeiler müssen bei einer derartigen Anordnung einen so großen wagrechten Querschnitt erhalten, daß sie den vom darauf stehenden Gebäude ausgeübten lothrechten Druck aufzunehmen im Stande sind. Ihr Querschnitt muß demnach so groß gewählt werden, daß die größte darin vorkommende Pressung die zulässige Druckbeanspruchung des Fundament-Mauerwerkes nicht überschreitet; die letztere ist im vorliegenden Falle höchstens zu 8 bis 10 kg für 1 qcm anzunehmen. Die Fundament-Pfeiler 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 Uebrigen die Axentheile der Fenster- und Thüröffnungen zu Grunde gelegt wird; besonders hat man es zu vermeiden, daß auf die Mitte eines Grundbogens eine Einzellast zu stehen kommt. (Vergl. Fig. 659 bis 661.)

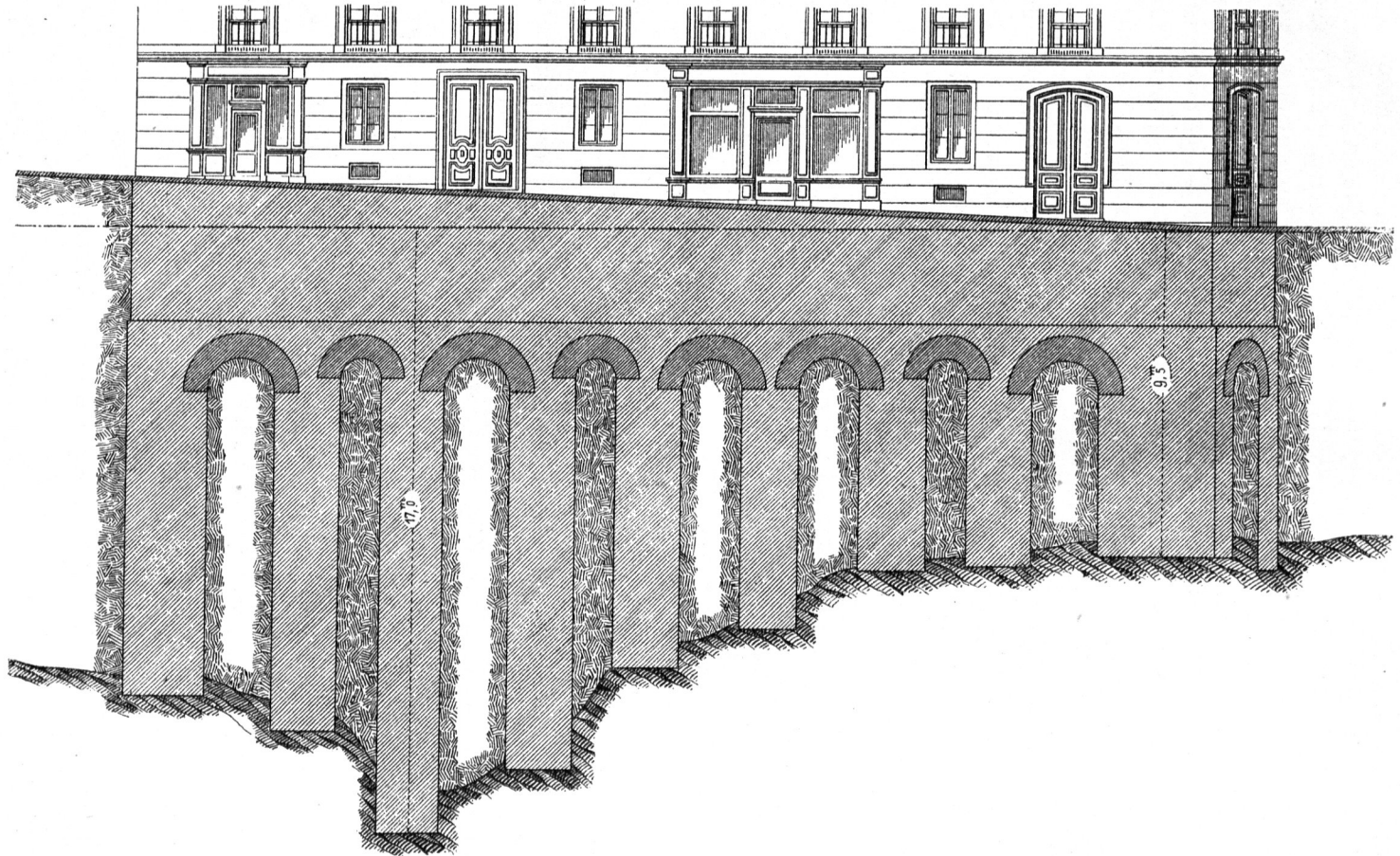
Die Fundament-Pfeiler sind sorgfältig, aus harten, lagerhaften Bruchsteinen in hydraulischem Mörtel, bei großem Drucke ganz aus Quadern oder mit einzelnen Binderfcharen zu mauern. Hart gebrannte Backsteine sollten nur ausnahmsweise verwendet und dann nur mit Cement-Mörtel gebunden werden.



Vom Güterfchuppen auf dem Bahnhofe zu Göttingen.

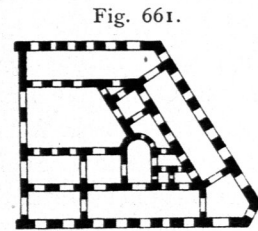
$\frac{1}{200}$  n. Gr.

Fig. 660.



Von einem Wohn- und Geschäftshause in Madrid <sup>177</sup>). —  $\frac{1}{200}$  n. Gr.

Die Grundbogen sollen so angeordnet werden, daß ihr Scheitel noch unter der Erdoberfläche gelegen ist. Als Bogenform wird, wo es an der erforderlichen Constructionshöhe nicht fehlt, am besten der Halbkreisbogen gewählt; bei geringer Höhe wendet man Stichbogen an, deren Stichverhältniß indess 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 isolirten Einzeldruck ausgesetzt ist. Als Material für die Grundbogen sind scharf gebrannte Backsteine oder harte und lagerhafte Bruchsteine anzuwenden; Quader sind zwar nicht ausgeschlossen, in der Regel aber zu theuer.



Fundament-Plan zu Fig. 660<sup>177)</sup>.  
1/1000 n. Gr.

395-  
Grundbogen.

Bei der Gefammtanordnung und Ausführung der Fundament-Pfeiler und der sie überspannenden Grundbogen zeigen sich nicht unwesentliche Verschiedenheiten. Die wichtigsten vorkommenden Fälle sind die folgenden.

α) Man gräbt das lockere Bodenmaterial für jeden Fundament-Pfeiler getrennt aus, bis man auf die tragfähige Schicht gelangt; alsdann wird innerhalb jeder schachtartigen Baugrube der Pfeiler bis zur Kämpferhöhe aufgemauert. Erforderlichen Falles ist während der Grundgrabung und der Mauerung die Baugrube wasserfrei zu halten.

Befindet 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 Ersparniß, welche die Pfeileranordnung den voll gemauerten Fundamenten gegenüber ergibt, eine wesentliche. Zwar steht dem Gewinne an Grundaushhebung und Fundament-Mauerwerk, event. auch an Wassererschöpfen, der Nachtheil entgegen, daß das Abteufen einer schachtartigen Baugrube (einschl. der Emporfchaffung des ausgegrabenen Bodenmaterials) theurer zu stehen kommt, als das einer lang gestreckten 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 theurer zu stehen kommt, als die Ausführung eines gleichen Volums von aufgehendem Mauerwerk; indess ist die Ersparniß doch eine so große, daß sie durch die zuletzt erwähnten Mehrkosten nicht aufgewogen wird. Unter besonders günstigen Verhältnissen kann schon bei 3<sup>m</sup> Fundirungs-Tiefe die Pfeilergründung einem voll gemauerten Fundament vorzuziehen sein.

β) Wenn jedoch die mit den Fundament-Pfeilern zu durchsetzende Bodenschicht locker ist, so müssen die schachtartigen Baugruben ausgezimmert werden; die Zimmerung fällt um so stärker, d. i. um so theurer aus, je lockerer das betreffende Bodenmaterial ist, und die Ersparnisse an Grundaushhebung und Fundament-Mauerwerk verschwinden zum Theile oder ganz in Folge der hohen Kosten der Schachtzimmerung.

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

396-  
Gefammt-  
anordnung  
und  
Ausführung

<sup>177)</sup> Nach: *Nouv. annales de la constr.* 1876, Pl. 26.

397.  
Erfatz durch  
Brunnenpfeiler  
etc.

a) Man hebt keine Baugruben aus und ersetzt die von unten nach oben zu mauernden Fundament-Pfeiler durch Senkbrunnen oder Senkröhren, die von oben nach unten in den Boden eingefenkt werden. Von dieser Methode, die hauptsächlich bei großer Fundirungs-Tiefe 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<sup>m</sup> Tiefe der Fundament-Basis unter dem Terrain Pfeiler-Fundamente noch vortheilhaft sind; bei noch größerer Tiefe kommt die Senkbrunnen-Gründung in der Regel billiger zu stehen. Doch sind Pfeiler-Fundamente der vorbeschriebenen Art für viel größere Tiefen (z. B. für 17<sup>m</sup> Tiefe bei dem in Fig. 660, S. 278 dargestellten Gebäude) ausgeführt worden.

398.  
Durchgehendes  
Banket.

b) Man hebt nicht, den einzelnen Pfeilern entsprechend, einzelne schachtartige Baugruben aus, sondern für die ganze Mauer eine einzige ununterbrochene Baugrube. Die Auszimmerung einer solchen lang gestreckten Baugrube ist häufig billiger, als die mehrerer einzelnen Schächte; auch kann die Mauerung der Pfeiler bequemer und billiger ausgeführt werden.

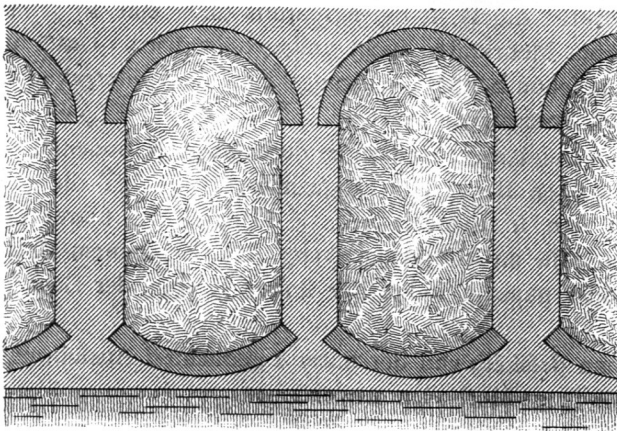
Ist die Bodenschicht, auf der die Fundament-Pfeiler erbaut werden sollen, nicht widerstandsfähig genug, so kann es in einem solchen Falle zweckmäßig sein, über die ganze Länge der Baugrube eine gemauerte Sockelschicht (durchgehendes Banket) oder eine Beton-Schicht auszubreiten und erst über dieser mit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

399.  
Erdbogen.

c) Bisweilen ist man genöthigt, auf einer Bodenschicht zu fundiren, die zwar gleichmäßig tragfähig, aber noch nicht fest genug ist, die von den einzelnen Fundament-Pfeilern ausgeübten Drücke mit Sicherheit aufzunehmen. Will man in einem solchen Falle die Drücke auch auf die zwischen den Pfeilern gelegenen Baugrundflächen vertheilen, so wende man umgekehrte Gewölbboegen an, die zwischen den Fundament-Pfeilern einzuspannen sind (Fig. 662).

Solche umgekehrte Fundament-Bogen, Erdbogen, Gegenbogen oder Contre-Bogen genannt, sind für die Druckvertheilung besonders dann geeignet, wenn die für die Fundamente gegebene Constructionshöhe im Verhältniß zu den Abständen der einzelnen Pfeiler von einander so beschränkt ist, daß eine einfache Verbreiterung der Pfeiler oder ein durchgehendes Banket nicht genügend wirksam

Fig. 662.



Pfeiler-Fundament mit Erd- und Grundbogen. —  $\frac{1}{200}$  n. Gr.

ist. Eben so 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 vortheilhafteste sein, wenn die Druckvertheilung über die ganze Fundament-Sohle gleichmäßig geschieht; gleichartigen Baugrund vorausgesetzt, wird sich die Form und Stärke der Erdbogen aus dem gleichmäßig vertheilt anzunehmenden Gegendruck des Baugrundes auf die

Fundament-Sohle ergeben. Hiervon ausgehend hat *Koenen*<sup>178)</sup> 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 Wölbdruck der Erd- und der Grundbogen Widerstand leisten können.

γ) Am einfachsten und auch vorteilhaftesten wird die Anordnung und Ausführung von Pfeiler-Fundamenten, 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 Fundament-Pfeiler, bevor die Aufschüttung vorgenommen worden ist. Die Kosten der in dem aufgeschütteten Material herzustellenden Baugrube entfallen alsdann ganz, und die Kostenersparnis bei der Gründung des Gebäudes ist eine sehr wesentliche.

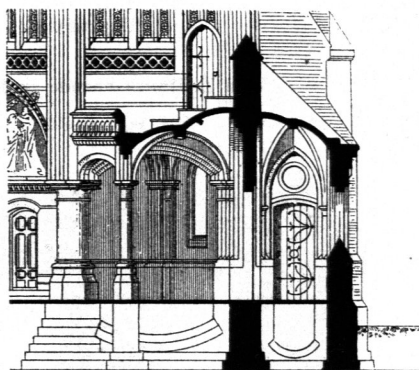
## 2) Fundamente für einzelne Pfeiler.

Nicht selten werden die Decken- und Dach-Constructionen größerer Räume von einzelnen steinernen, hölzernen oder eisernen Säulen, von gemauerten Pfeilern oder sonstigen Freistützen getragen, so daß der von der gewölbten oder von der Balken-Decke, bzw. vom Dache ausgeübte lothrechte Druck von diesen Stützen, unter Umständen auch noch von den etwa vorhandenen Umfassungswänden aufgenommen wird und auf den Baugrund zu übertragen ist (Fig. 664).

Je nach den Druck- und den Bodenverhältnissen werden die Fundamente der einzelnen Freistützen unabhängig von einander hergestellt oder durch Zwischen-Constructionen in Verbindung gebracht. Es kommen hauptsächlich die folgenden Anordnungen vor.

α) Jede Freistütze erhält ein gemauertes Pfeiler-Fundament für sich, das mit den entsprechenden Fundament-Absätzen versehen eine so große Basis erhält, daß 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 von einander abstehen und

Fig. 663.

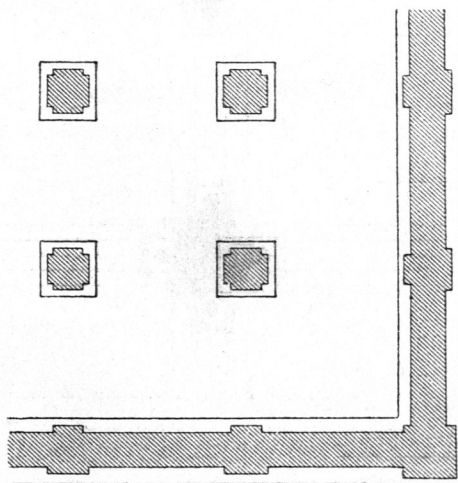


Von der St. Johannis-Kirche zu Altona 179).  
1/100 n. Gr.

400.  
Pfeiler-  
Fundamente  
in  
aufgeschüttetem  
Boden.

401.  
Anordnung.

Fig. 664.



1/200 n. Gr.

<sup>178)</sup> Ueber Form und Stärke umgekehrter Fundamentbögen. Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 11.

<sup>179)</sup> Facf.-Repr. nach: Zeitfchr. f. Bauw. 1877, Bl. 7.

Fig. 665.

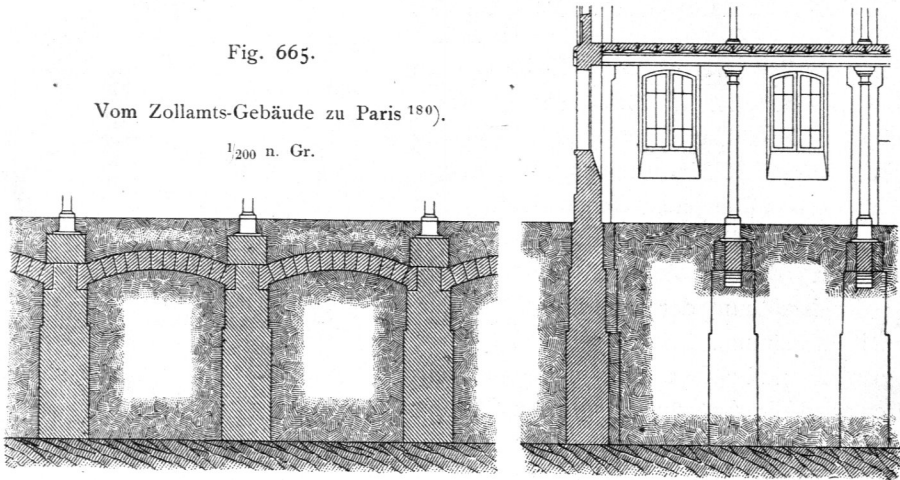
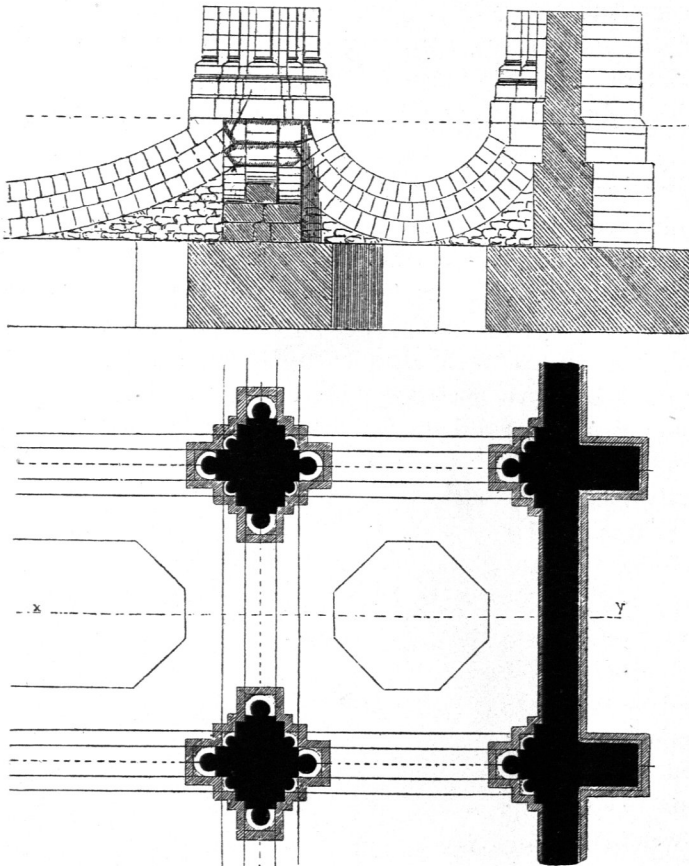
Vom Zollamts-Gebäude zu Paris<sup>180)</sup>. $\frac{1}{200}$  n. Gr.

Fig. 666.

Schnitt *xy*.Von der Kirche de la Bastide zu Bordeaux<sup>181)</sup>. $\frac{1}{200}$  n. Gr.

wenn die Last, die sie zu tragen haben, nicht groß ist.

Ueber die besonderen Vorkehrungen, welche bei eiserne Freistützen, insbesondere wenn sie seitlichen Schüben ausgesetzt sind, nothwendig werden, ist bereits in Art. 276 (S. 182) die Rede gewesen.

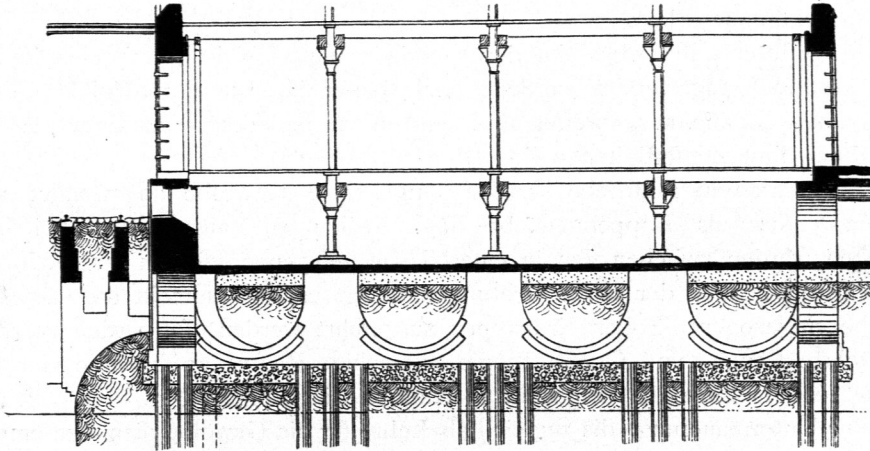
β) Wenn in der gestützten Decken- oder Dach-Construction einseitigewagrechte Schübe in Folge von unsymmetrischen Belastungen, Erschütterungen, Stößen, Winddruck etc. entstehen können, so empfiehlt es sich, die

Fundament-Pfeiler gegen den Einfluß derselben dadurch zu sichern, daß man zwischen ihnen Gurtbögen, nach Art der früher besprochenen Grundbögen, einspannt. Derlei Versteifungsbögen werden bloß in dem einen Sinne (Fig. 665) oder auch nach beiden einander durchkreuzenden

<sup>180)</sup> Nach: *Encyclopedie d'arch.* 1876, Pl. 1427.

<sup>181)</sup> Facf.-Repr. nach: *Gazette des arch.* 1865, S. 41.

Fig. 667.

Vom Waarenspeicher am Kaifer-Quai in Hamburg<sup>182)</sup>. —  $\frac{1}{200}$  n. Gr.

Richtungen angeordnet, je nachdem solche Schübe in der einen oder in beiden Richtungen vorkommen können.

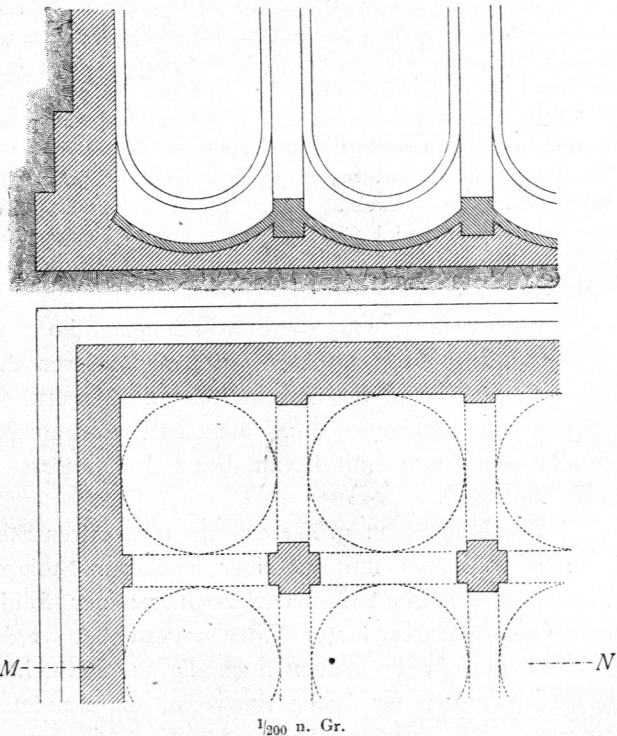
Unter besonders ungünstigen Verhältnissen kann es auch angezeigt sein, in der Höhe dieser Gurtbögen schmiedeeiserne Zuganker einzuziehen.

γ) Aus gleichen Gründen werden bisweilen nahe an der Fundament-Sohle in ganz ähnlicher Weise umgekehrte Gurtbögen, die mit den vorher besprochenen Erd- oder Gegenbögen übereinstimmen, angeordnet (Fig. 663 u. 666). Dieselben können auch dazu dienen, den von den Einzelpfeilern auf den Baugrund ausgeübten Druck auf eine größere Fläche zu verteilen und einem etwaigen seitlichen Ausweichen des Bodens entgegenzuwirken.

Bisweilen erscheint es zur Sicherung des ganzen Baues angezeigt, Verbindungen, bezw. Absteifungen durch Grund- und Gegenbögen vorzunehmen. Auch wird die Anordnung von Gegenbögen mit der Pfahlrost-Gründung zugleich angewandt (Fig. 667), wovon noch bei der letzteren die Rede sein wird.

δ) Lässt der Baugrund unter stärkerem isolirten Drucke ein seitliches Ausweichen befürchten, so kann man dem hierdurch hervorgebrachten Auftriebe entweder durch Belaftung

Fig. 668.

Schnitt *MN*.

<sup>182)</sup> Nach: Zeitchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1874, Bl. 39.

des zwischen den Fundament-Pfeilern befindlichen Bodens oder durch umgekehrte Gewölbe entgegenwirken.

Im erfteren Falle kann eine durchgehende Mauerfchicht (durchgehendes Banket, ſiehe Art. 398) angewendet werden; noch beffer ift eine Betonfchicht, die unter dem ganzen Raume ausgebreitet wird und nicht nur durch ihr Gewicht, ſondern auch durch ihre Zugfeftigkeit wirkt.

Bei stärkerem Auftriebe werden umgekehrte Gewölbe angewendet und als Tonnen- oder als Kappengewölbe (fog. Erdkappen) ausgeführt. Bei Tonnen- gewölben werden zwischen den in einer Reihe gelegenen Pfeilern umgekehrte Gurt- bogen (Erdbogen) in der einen Richtung angelegt und winkelrecht dazu die Tonnen- gewölbe eingezogen. Sollen Erdkappen ausgeführt werden, ſo werden zuerft durch umgekehrte Längs- und Quergurtbogen viereckige Räume zwischen je vier Pfeilern gebildet und in dieſe die umgekehrten Kappen eingezogen (Fig. 668). Es ift hier ſtets eine Untermauerung, die zugleich als Lehre für die Gewölbe dient, zu empfehlen.

### c) Fundamente aus Trockenmauerwerk, Steinpackungen und Steinfchüttungen.

402.  
Trocken-  
mauerwerk.

Bei weniger wichtigen Bauwerken, bei ſolchen, die auf eine lange Dauer keinen Anſpruch machen und die den Baugrund nicht ſtark belaften, hat man die Funda- mente aus Trockenmauerwerk hergeſtellt. Derartige Fundamente gewähren nur dann einige Sicherheit, wenn der Baugrund gut ift, wenn möglichſt groſe und feſte Steine zur Anwendung kommen, wenn ſie in thunlichſt regelmäſſigem Schichtenverban- de vermauert werden und wenn durch entſprechende Fundament-Verbreiterung der Normaldruck auf die Flächeneinheit möglichſt klein ift.

Bei einem groſen Theile der alt-ägyptiſchen, helleniſchen und römischen Bauwerke ſind die Fundamente aus ſorgfältig bearbeiteten und eben ſo gefügten Quadern ohne jedes Bindemittel — alſo aus Trockenmauerwerk — ausgeführt (z. B. Parthenon, Theſeion, Erechtheion, Hercules- [früher Veſta-] Tempel in Rom etc.). Viele dieſer Bauwerke ſind auf den gewachſenen Fellen, 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 ift. Die gewählte Gründungsart erſcheint in Folge deſſen 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 Chriſtenthumes in dieſer Gegend herrühren und in ſolcher Weiſe fundirt ſind.

Gegenwärtig wird dieſe Gründungsmethode meiſt nur benutzt, wenn man an Arbeit und an Mörtel ſparen will; man verwendet ſie zu kleineren Nebengebäuden, wie Schuppen etc., für einzeln ſtehende Mauern, für kleinere ländliche Gebäude, für proviſoriſche Bauwerke etc. Man hat wohl auch, inſbeſondere bei ländlichen Ge- bäuden, die Fugen mit Lehm, bezw. Lehmmörtel, mit Moos, Erde, ſelbſt mit Sand ausgefüllt:

403.  
Stein-  
packungen.

Wo Mangel an gröſeren und lagerhaften Steinen ift, hat man die Fundament- Gräben wohl auch nur mit einer trockenen Steinpackung ausgefüllt und darauf das Tagmauerwerk geſetzt. Dieſe noch weniger ſolide Gründungsweiſe kann bloß für Bauwerke untergeordneter Natur angewendet werden.

404.  
Stein-  
ſchüttungen.

Hierher gehören auch noch die aus Steinfchüttungen hergeſtellten Fundamente, welche bisweilen für ſolche Bauwerke angewendet werden, die im offenen Waſſer zu errichten ſind. Sie gewähren den Vortheil, daſſe ſie die immer koſtſpielige Her- ſtellung einer Baugrube im Waſſer nicht erfordern; inſeſs ift ihre Solidität eine ſehr