

derselbe ist ferner unabhängig von z , somit für alle Punkte der Basis der gleiche. In Folge dessen ist auch die GröÙe η unveränderlich, d. h. der Baugrund wird durchwegs um gleich viel zusammengepreÙt; das Fundament sinkt in allen Punkten um gleich viel ein, und es findet kein Drehen, kein Schiefstellen desselben statt.

2) Es sei (Fig. 624) $\xi = \frac{b}{6}$, alsdann wird nach Gleichung 188.

$$N_{min} = 0,$$

d. h. es findet im Punkte B kein Zusammenpressen, keine Einfrnkung, sondern bloÙ eine Drehung der Basis um diesen Punkt statt. Die Normalpressung an einer beliebigen Stelle derselben betrügt

$$N = \frac{D}{b} \left(1 + \frac{2z}{b} \right) = \frac{D(b + 2z)}{b^2}, \quad 190.$$

und die gröÙste Pressung im Punkte A , für welchen $z = \frac{b}{2}$,

$$N_{max} = \frac{2D}{b}.$$

3) Wird (Fig. 625) $\xi > \frac{b}{6}$, so wird im Ausdruck 188. für N_{min} die Differenz $b - 6\xi$ negativ, also auch der Druck N_{min} negativ. Da nun, je nachdem der beliebige Punkt M der Basis links oder rechts vom Schwerpunkt O gelegen ist, der Druck (nach Gleichung 186.)

$$N = \frac{D(b^2 \pm 12\xi z)}{b^3} \quad 191.$$

ist, wird auch dieser Druck sich negativ ergeben, so lange

$$12\xi z > b^2 \quad \text{oder} \quad z > \frac{b^2}{12\xi},$$

d. h. es findet (hier rechts vom Schwerpunkt) gegen B zu ein Abheben des Fundamentes statt, oder, mit anderen Worten, es tritt ein Drehen der Fundament-Basis um einen zwischen O und B gelegenen Punkt ein; der Abstand dieses Punktes von O ergibt sich aus der Relation

$$-z = \frac{b^2}{12\xi};$$

denn für diesen Werth von z wird $N = 0$.

Da nun ein Abheben des Fundamentes vom Baugrund niemals eintreten darf, so ist es demnach auch nicht statthaft, ξ gröÙer als $\pm \frac{b}{6}$ werden zu lassen; es darf demnach der Druck D niemals auÙerhalb des mittleren Basis-Drittels wirken.

Nur bei nicht pressbarem (felsigem) Baugrund ist es unschädlich, wenn die Druckrichtung nicht durch den Schwerpunkt der Fundament-Basis geht; allein auch in diesem Falle dürfen gewisse Grenzen nicht überschritten werden, die bei rechteckiger Basis-Gestalt, wie eben gezeigt, durch das mittlere Basis-Drittel, bei beliebiger Form der Fundament-Basis durch die Bedingung gegeben sind, dass an keiner Stelle derselben Zugspannungen auftreten sollen. Man hat diesen Grenzen um so ferner zu bleiben, je weniger widerstandsfähig der Baugrund ist.

3) Die Fundament-Basis soll so groß sein, dass die in irgend einem Punkte derselben vorkommende gröÙste Normalpressung die zulässige Druckbeanspruchung des Baugrundes nicht überschreitet. Ueber das Maß der letzteren und die sonstigen hierbei maßgebenden Factoren wird noch die Rede sein.

b) Sicherheit gegen Einfinken.

Das Einfinken oder »Setzen« des Fundamentes kann entweder in einer lothrecht niedergehenden Bewegung oder in einer Drehung desselben bestehen. Die letztere ist meist eine Bewegung nach abwärts; indess kann ausnahmsweise auch ein theilweises Abheben des Fundamentes von der Bauföhle stattfinden.

Fig. 624.

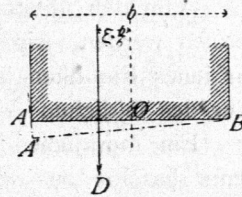
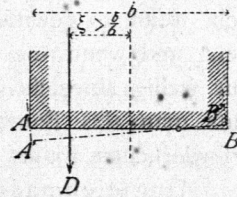


Fig. 625.



Das Einsinken des Fundamentes kann eintreten:

- 1) in Folge der Zusammenpressung des Baugrundes ¹⁵⁰⁾,
- 2) in Folge seitlichen Ausweichens des Baugrundes ¹⁵¹⁾,
- 3) in Folge des Einflusses des Wassers und
- 4) in Folge anderweitiger äusserer Einflüsse.

Von den Mifsständen, die durch Wasser und andere äussere Einflüsse hervorgerufen werden, wird noch später (unter d) die Rede sein; hier wird hauptsächlich nur jenes Einsinken in Betracht gezogen, welches in Folge der Zusammenpressung oder des seitlichen Ausweichens des Baugrundes eintritt.

358.
Zusammen-
pressen
des
Baugrundes.

Ein merkliches Zusammenpressen des Baugrundes wird nur dann ausbleiben, wenn derselbe aus vollständig widerstandsfähigem Felsen besteht. Bei jeder pressbaren Bodenart wird eine Compression des Baugrundes eintreten, und zwar wird die Grösse derselben vom Mafse seiner Pressbarkeit und von der Grösse des vom Bauwerk ausgeübten Druckes abhängen. Je weicher die Bodenart ist, worauf fundirt werden soll, und je grösser der vom Bauwerk ausgeübte Druck ist, desto mehr wird der Boden zusammengepresst und desto mehr sinkt das Fundament ein.

Aus dem Gefagten geht hervor, dafs in verhältnissmäfsig nur wenigen Fällen ein durch Zusammenpressen des Baugrundes hervorgerufenes Einsinken des Fundamentes vollständig vermieden werden kann. In der That ist dasselbe meist auch unschädlich, wenn es gewisse Grenzen nicht überschreitet, wenn es gleichmäfsig vor sich geht und wenn die herrschende Druckrichtung von der lothrechten gar nicht oder nur wenig abweicht. In einem solchen Falle ist blofs die Vorsicht zu gebrauchen, dafs man das Bauwerk langsam ausführt und das Einsinken desselben abwartet, erforderlichen Falles das Mauerwerk um das Mafse des Einsinkens höher macht.

Ungleichmäfsiges Einsinken des Fundamentes bringt in letzterem Trennungen hervor, da das Mauerwerk nur selten oder nur in geringem Mafse biegender Kräfte

¹⁵⁰⁾ Ueber das Verhalten verschiedener Bodenarten gegen das Eindringen eines festen Körpers stellte *Hagen* Versuche an, indem er Blechcylinder mit ebenen Rändern mit verschiedener Belastung auf die Erde stellte und sowohl die Tiefe des Eindringens, als auch die Art und Weise desselben genau beobachtete, bezw. wie die Umgebung der Eindringstellen sich dabei verhielt.

Hagen erhielt bei diesen Versuchen das bemerkenswerthe Resultat, dafs bei den Sandchüttungen, und zwar sowohl bei den festeren als den loseren, und eben so wohl bei trockenen wie bei feuchten, die Tragfähigkeit nahe dem Quadrate der Einlenkung proportional wird. Bei allen Versuchen im Thonboden dagegen, sei er mit mehr oder weniger Wasser vermischt, ergab sich die Tragfähigkeit oder die Belastung als der ersten Potenz, d. h. als der einfachen Einlenkung proportional. Es zeigte sich ferner der bemerkenswerthe Unterschied, dafs bei den Sandchüttungen die Belastung sofort bis zu der entsprechenden Tiefe einsank und sich nachher nicht mehr rührte, während bei Thonboden die Lasten nach und nach tiefer sanken, bis sie nach etwa 20 bis 30 Minuten ebenfalls keine weitere Bewegung mehr erkennen liefsen.

Trockener, aber fest gestampfter Sand ergab nahezu die doppelte Tragfähigkeit, als lose aufgeschütteter.

Ganz bedeutend vermehrt sich die Tragfähigkeit des Sandes, wenn er in eingeschlossenem Raume in dünnen Lagen und in feuchtem Zustande eingestampft wird, wobei durchfließendes Wasser nur sehr langsam eindringt und nur tropfenweise abfließt. Sie ist alsdann 12- bis 18-mal so grofs, als bei trockenem losem Sande.

¹⁵¹⁾ Ueber die Art und Weise, wie der Boden beim Eindringen einer Last ausweicht, hat *Hagen* bei seinen Versuchen Folgendes bemerkt.

In den lose aufgeschütteten, trockenen Sand dringt die Last ein, ohne dafs irgend eine Erhebung der Oberfläche des Grundes in der Umgebung bemerkbar wird; es bildet sich vielmehr eine kegelförmige Vertiefung um die Eintrittsstelle, woraus hervorgeht, dafs der Sand nur zusammengedrückt und dichter wird, indem die herabgedrückten Sandtheilchen in die Zwischenräume der unteren lockeren Sandchichten eindringen.

Bei dem fest gestampften, feuchten (wenig benetzten) Sande zeigte sich um die Eindringstelle ebenfalls eine Vertiefung, aber in einiger Entfernung schwellt der Boden rings herum stark auf.

Bei allen Thonarten dagegen erhebt sich beim Eindringen der Last die Umgebung bedeutend über die Oberfläche des Bodens, was auch bei Bauten vielfach bemerkt werden kann, indem bei Dammchüttungen durch Wiesen und Stümpfe mit weichem Untergrunde ein Sinken des Damms eintritt, während daneben Erhöhungen des Bodens entstehen, welche oftmals den Damm selbst überragen.

Es folgt daraus, dafs Thonboden sich in mancher Beziehung einer Flüssigkeit ähnlich verhält, und ein auf Thonboden aufgeführtes Bauwerk niemals schwerer sein darf, als die verdrängte Thonmasse selbst, weil nur in diesem Falle eine Sicherheit gegen Versinken des Fundamentes vorhanden ist.

widerstehen kann. Der Zugwiderstand des besten Mauerwerkes beträgt (bei 10-facher Sicherheit nach der Tabelle auf S. 247 in Theil I, Bd. 1 dieses »Handbuches«) 1,8 bis 2,0 kg für 1 qcm; deshalb läßt sich unter Einwirkung bedeutender, auf dem Fundament-Mauerwerk ruhenden Lasten die Verhütung eines Bruches nicht erwarten.

Ein Drehen des Fundamentes, welches, wie in Art. 356 (S. 246) gezeigt wurde, durch excentrische Druckwirkung hervorgebracht werden kann, ist nur bei einigen seltener vorkommenden Bauwerken unschädlich, z. B. bei gewissen Stützmauern etc. In den meisten Fällen wird durch die Drehung ein ungleichmäßiges Setzen der einzelnen Fundamenttheile hervorgerufen und dadurch deren Bestand gefährdet.

359.
Drehung
des
Fundamentes.

Man wird demnach bei Construction und Ausführung der Fundamente das Hauptaugenmerk darauf zu richten haben, daß das Einsinken kein zu großes wird und daß es vor Allem gleichmäÙig geschieht. Wo das letztere nicht erreicht werden kann, muß man darauf bedacht sein, das Maß des Einsinkens möglichst zu reduciren.

360.
GleichmäÙig-
keit und Maß
des
Einsinkens.

Dem Drucke, den das Bauwerk auf den Baugrund ausübt und der die Zusammenpressung des letzteren hervorbringt, wirkt die Reibung zwischen den Aufsenflächen des Fundamentes und dem dasselbe umgebenden Bodenmaterial entgegen. Bei Hochbauten, die in der am häufigsten vorkommenden Weise, d. i. in einer ausgeschachteten Baugrube fundirt werden, kommt diese Reibung in der Regel gar nicht in Betracht; jedenfalls ist sie im Zeitraum unmittelbar nach Ausführung des Fundamentes nur von sehr geringem Einfluß. Allein bei den fog. versenkten Fundamenten, die ohne Baugrube hergestellt werden, spielt diese Reibung nicht selten eine wichtige Rolle; es kommt bei bedeutender Mächtigkeit der zu Tage liegenden lockeren Bodenschicht fogar vor, daß das Fundament nur vermöge seiner Reibung in dieser Schicht die nöthige Standfestigkeit erhält.

Der Reibungswiderstand, den ein Fundament im Boden erfährt und der von seinem lothrechten Druck abzuziehen ist, ist sehr verschieden. Derselbe hängt von der Form der Fundament-Basis, von der Beschaffenheit der Fundament-Aufsenfläche, von der Fundirungs-Tiefe und von der Beschaffenheit der betreffenden Bodenschichten ab; er beträgt je nach localen Verhältnissen (nach *Schmoll*) 0,19 bis 0,30 kg für 1 qcm (1900 bis 3000 kg für 1 qm).

Das seitliche Ausweichen des Baugrundes kommt in größerem Maße nur bei ganz weichem Baugrunde vor oder dann, wenn das Bauwerk auf einen Erdabhang zu stehen kommt. Mooriger, schlammiger etc. Boden steigt an allen Seiten einer aufgetragenen Last empor und läßt die letztere immer tiefer einsinken¹⁵²⁾.

361.
Ausweichen
des
Baugrundes.

Um das Einsinken der Fundamente auf ein möglichst geringes Maß zurückzuführen, sind folgende Regeln zu beobachten.

362.
Mittel
gegen das
Einsinken.

1) Man setze das Fundament auf eine möglichst wenig pressbare Bodenschicht.

Das sicherste Verfahren besteht immer darin, daß man das Fundament auf einer vollständig tragfähigen Bodenschicht — sei es unmittelbar oder mit Hilfe einzelner Stützen (Pfeiler, Pfähle, Brunnen etc.) — ausführt. Nur wenn die zu durchsetzende lockere Bodenschicht eine sehr bedeutende Mächtigkeit hat, so daß die Erreichung der tragfähigen Schicht nur sehr schwer oder nur mit sehr großen Kosten möglich ist, sollte es als zulässig erachtet werden, daß die erforderliche Standfestigkeit des Fundamentkörpers durch den Reibungswiderstand, den er in der lockeren Bodenschicht erfährt, erzielt werde.

¹⁵²⁾ Siehe die Fußnote 151.

Mittel, einen möglichst wenig preßbaren Baugrund zu schaffen, sind:

a) Vermehrung der Fundirungs-Tiefe. Erfahrungsgemäß wächst in der Regel die Festigkeit des Bodens mit der Tiefe, zum nicht geringen Theile deshalb, weil der Druck, den eine Schicht von den darüber liegenden Schichten erfährt, um so größer ist, in je größerer Tiefe die betreffende Bodenschicht gelegen ist.

Durch eine größere Gründungstiefe wird auch noch der weitere Vortheil erzielt, daß das seitliche Ausweichen des Bodens, welches von einem Emporsteigen desselben herrührt, geringer wird.

Mit Rücksicht auf das in Art. 323 (S. 232) Gesagte ist dieses Mittel nur dann mit Erfolg anzuwenden, wenn die betreffende festere Bodenschicht eine entsprechende Mächtigkeit hat. Bei geringerer Mächtigkeit derselben ist es im Gegentheile angezeigt, sie thunlichst wenig zu schwächen, also die Fundirungs-Tiefe so gering wie möglich anzunehmen.

β) Verbefferung stark preßbarer Bodenschichten. Es wurden bereits im vorhergehenden Kapitel (unter c) die Mittel angegeben, welche zur künstlichen Dichtung eines nachgiebigen Baugrundes, so wie zur Verhinderung des seitlichen Ausweichens lockerer Bodenarten dienen.

2) Man beachte, ob die Tragfähigkeit des Baugrundes auch für die Folge gesichert sei; nöthigenfalls treffe man die erforderlichen Vorkehrungen gegen eine Beeinträchtigung der Tragfähigkeit.

Eine Beeinträchtigung der Bodenfestigkeit kann hauptsächlich durch den Einfluß des Wassers, durch Gleichgewichtstörungen in den tieferen Schichten des Baugrundes und durch anderweitige äußere Einflüsse hervorgerufen werden. Hiervon und von der Art und Weise, wie solchen Einflüssen begegnet werden kann, wird noch unter d die Rede sein.

3) Die Belastung des Baugrundes für die Flächeneinheit soll möglichst klein sein, keinesfalls die größte zulässige Druckbeanspruchung desselben überschreiten.

Im Allgemeinen ist zu beobachten, daß der vom Bauwerk auf den Baugrund ausgeübte Normaldruck nicht über ein Zehntel der Druckfestigkeit der Baugrundmasse betragen soll.

Bei ganz widerstandsfähigem Felsen kann man diesen Normaldruck auf den Baugrund eben so groß als die zulässige Pressung im Fundament-Mauerwerk selbst (7 bis 10 kg für 1 qcm) annehmen; sonst setzt man bei Felsen den größten zulässigen Normaldruck im Mittel zu 5 bis 6 kg für 1 qcm an. Ferner ist bei Gründungen auf Gerölle, so wie auf compactem Thon- und Lehmboden, grobem und fest gelagertem Kies 3,5 bis 4,5 kg, bei Gründungen auf feinkörnigem Kies und festem Sand 3 bis 4 kg für 1 qcm Nutzfläche zu rechnen.

Durch die Berliner Bauordnung vom Jahre 1853 ist die größte zulässige Belastung des dortigen Baugrundes auf 2,5 kg für 1 qcm fest gesetzt; indess ist die Tragfähigkeit desselben eine größere und läßt sich mit Sicherheit auf 3,5 kg bemessen; man ist in Berlin bei Kastengründungen auf scharfem Sande bis zu 5,12 kg für 1 qcm gegangen.

Bei Interimsbauten können die angegebenen größten Pressungen um 40 bis 50 Procent höher angenommen werden; eben so kann man eine Vermehrung um etwa 25 Procent eintreten lassen; wenn die größte Belastung des Baugrundes nur von Zeit zu Zeit, und nicht stofsweise oder mit Erschütterungen verbunden, wirksam ist.

Wenn bei einem projectirten Fundamente die Rechnung, bezw. die statische Untersuchung ergibt, daß die zulässige Belastung des Baugrundes für die Flächeneinheit überschritten ist, oder wenn man, um ein möglichst geringes Einsinken des Fundamentes zu erzielen, die Pressung des Baugrundes auf ein geringeres, als das größte zulässige Maß herabmindern will, so muß man entweder durch Abändern der Gesamtanordnung des betreffenden Gebäudes oder durch entsprechende Vorkehrungen bei Construction und Ausführung des Fundamentes Abhilfe schaffen.

Die hauptsächlichsten Mittel, die Belastung des Baugrundes für die Flächeneinheit zu verringern, sind folgende:

α) Man vertheilt, wenn dies angeht, den vom Bauwerk ausgeübten Druck auf mehrere Punkte und concentrirt ihn nicht an einer einzigen oder an nur wenigen Stellen. So kann man z. B. die Zahl der Stützen, auf denen das Bauwerk ruht, vermehren etc.

β) Man vergrößert die Fundament-Basis. Von dem Einfluss, den die Größe der Fundament-Basis auf die Construction des Fundamentes ausüben kann, war zum Theile schon in Art. 357 (S. 247) die Rede.

Betrachtet man zunächst die bei Hochbauten am häufigsten vorkommenden Fundamente, nämlich die aus Mauerwerk hergestellten, so erhält die Fundament-Basis fast stets einen größeren Flächeninhalt, als der zur Basis parallele Querschnitt des aufgehenden Mauerwerkes hat. Es geschieht dies einerseits deshalb, um dem Mauerkörper durch eine größere Basis auch eine größere Standfestigkeit zu verleihen; andererseits darf die Druckbeanspruchung des Baugrundes in der Regel die größte Pressung im Mauerwerk nicht erreichen, und es muß aus diesem Grunde der Druck auf eine größere Fläche vertheilt werden, mit anderen Worten eine Fundament-Verbreiterung eintreten. Derlei Fundament-Verbreiterungen werden nur selten stetig, meistens abtastweise ausgeführt, wodurch man zur Anordnung der sog. Fundament-Abfätze, Grundbänke oder Bankete (Fig. 626) gelangt.

Durch Anbringung eines, event. auch mehrerer Fundament-Abfätze kann man die Basis in solcher Größe erhalten, daß der dafelbst vorkommende größte Normaldruck die zulässige Pressung des Baugrundes nicht überschreitet. Man kann indess, wenn man das Einsinken des Fundamentes noch weiter verringern will, eine noch beträchtlichere Verbreiterung des Fundamentes, d. i. eine Vermehrung der Zahl der Fundament-Abfätze vornehmen.

In Betreff der Breiten- und Höhenabmessungen der Fundament-Abfätze wird in der Praxis vielfach gefehlt. Die Vertheilung des Normaldruckes von einem kleineren Querschnitt auf einen tiefer gelegenen, größeren Querschnitt findet nämlich nur innerhalb gewisser Grenzen statt, und eine Verbreiterung des Fundamentkörpers ist nur dann von Werth, wenn diese Grenzen eingehalten werden; geht man über dieselben hinaus, so ist die betreffende Mauermaße nicht nur zwecklos, sondern unter Umständen sogar nachtheilig für den Bestand des Fundamentes.

Theoretische Untersuchungen zeigen, daß die Vertheilung des vom Bauwerk ausgeübten Druckes in Form einer nach unten sich erweiternden Pyramide vor sich geht, deren Verjüngungsverhältniß innerhalb der Grenzen 1 : 2 und 1 : 1 gelegen ist. Erfahrungsgemäß soll man das Verhältniß 1 : 1 nur in besonders günstigen Fällen erreichen, während das Verhältniß 1 : 2 unter allen Umständen genügt. Bringt man sonach eine stetige Fundament-Verbreiterung an, so sind die Begrenzungslinien auf Grundlage der eben angeführten Ziffern zu wählen. Werden Fundament-Abfätze angeordnet, so soll die Breite l die Höhe h derselben wenn möglich nicht erreichen; es braucht aber auch die Breite nicht kleiner als die halbe Höhe zu sein (Fig. 626). Fundament-Verbreiterungen, die nach einem größeren als dem angegebenen Verhältniß angeordnet werden, bedingen einerseits eine Mauerwerksverschwendung; andererseits können sie auch schädlich wirken, da sie unter Umständen Trennungen im Fundamentkörper herbeiführen (Fig. 627 u. 628).

Hat man demnach ein Bauwerk (Fig. 629 u. 630), das eine untere Breite b_0 hat und den Normaldruck D auf den Baugrund ausübt, zu fundiren und ist die größte zulässige Pressung des Baugrundes für die Flächeneinheit K , so ist — eine centrische Lage der Druckrichtung D vorausgesetzt — die Breite der Fundament-Basis für die Länge = 1

$$b = \frac{D}{K}.$$

Sobald K kleiner ist, als die zulässige Druckbeanspruchung im Mauerwerk, so ist $b > b_0$. Um die erforderliche Fundament-Breite zu erhalten, fängt man mit der Anordnung der Fundament-Abfätze möglichst hoch oben (bei Bauwerken ohne unterirdische Räume nahe an der Erdoberfläche, sonst etwa in der Höhe der Kellerfohle) an. Ist die in Aussicht genommene Fundirungs-Tiefe t nicht zu klein und der

Fig. 626.

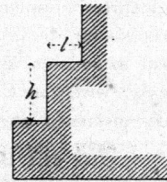


Fig. 627.

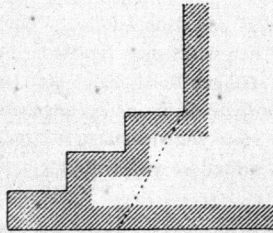


Fig. 628.

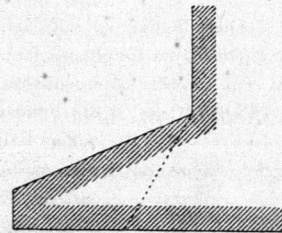


Fig. 629.

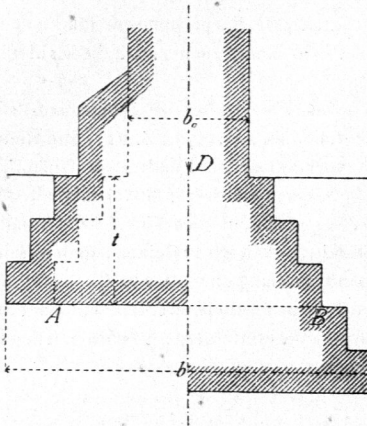
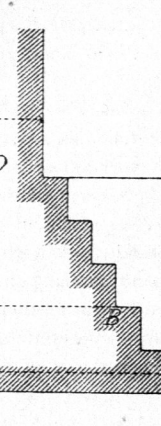


Fig. 630.



Druck D nicht besonders groß, so wird man den beabsichtigten Zweck ohne Weiteres erreichen. Bei größerer Belastung jedoch oder, wenn die tragfähige Schicht schon in geringer Tiefe zu finden ist, kann man auf diesem Wege allerdings zu einer zu geringen Basis-Breite $AB (< b)$ gelangen. Ist nun ein Ueberfahren einer gewissen Fundirungs-Tiefe t nicht zulässig oder nicht wünschenswerth, so kann man zwar die Fundament-Breite in derselben Tiefe auf das erforderliche Maß vergrößern, muß aber alsdann auch eine entsprechende Verbreiterung des aufgehenden Mauerwerkes vornehmen (Fig. 629). Ist es dagegen vorzuziehen, die Fundirungs-Tiefe zu vergrößern, so legt man die Fundament-Basis in solche Tiefe, daß man bei zweckmäßiger Gestaltung der Fundament-Abätze die erforderliche Breite b erzielt (Fig. 630).

Die Vergrößerung der Fundament-Basis wird nicht immer durch unmittelbare Verbreiterung des Fundament-Mauerwerkes vorgenommen; dazu dienen auch Sand- und Steinschüttungen, Beton-Schichten und Schwellroste.

γ) Man wendet fog. Erdbogen (siehe Abchn. 2, Kap. 2, b, 1) und umgekehrte Gewölbe (siehe ebendaf., Kap. 2, a) an.

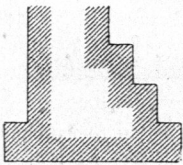
δ) Man vergrößert die Fundirungs-Tiefe. Es wurde früher (unter β) gezeigt, wie durch eine vermehrte Gründungstiefe eine Vergrößerung der Fundament-Basis und dadurch eine Verringerung des Druckes für die Flächeneinheit erreicht werden kann. Indes ist eine Vermehrung der Fundirungs-Tiefe noch in anderer Weise wirksam, da hierdurch der vom Erdreich auf den Fundamentkörper ausgeübte Druck größer wird; in Folge dessen ist auch der Reibungswiderstand ein größerer, und der Normaldruck, den das Fundament auf den Baugrund zu übertragen hat, wird geringer.

Um ein möglichst gleichmäßiges Einsinken des Fundamentes zu erzielen, beobachte man folgende Regeln:

1) Ist der Baugrund gleichartig und die Belastung eine überall gleiche, so gebe man der Fundament-Basis eine solche Gestalt, daß sich der Normaldruck gleichmäßig über dieselbe vertheilt. Es wurde bereits in Art. 356. (S. 246) gezeigt, daß die Basis alsdann so geformt werden muß, daß die Resultante aus sämtlichen dafelbst wirkenden Kräften durch den Basis-Schwerpunkt hindurchgeht.

Diese Bedingung läßt sich indes nur dann erfüllen, wenn die Druckrichtung eine unveränderliche ist. Wenn jedoch die Resultante sämtlicher wirkenden Kräfte in Folge von Wind- und Schneedruck, in Folge wechselnder zufälligen Belastungen etc. eine veränderliche Richtung hat, so läßt sich die Fundament-Basis nicht in der angegebenen Weise anordnen, und es wird in gewissen Fällen eine ungleichmäßige Druckvertheilung eintreten. Dieser Uebelstand wird dann am wenigsten nachtheilig sein, wenn man die Fundament-Basis so gestaltet, daß ihr Schwerpunkt von jener Resultanten getroffen wird, die den größten Normaldruck ergiebt.

Fig. 631.



Das Bestreben, den Druck thunlichst gleichmäßig auf die Fundament-Basis zu vertheilen, kann auch zu unsymmetrischer Anordnung von Fundament-Abätzen (Fig. 631) führen, indem man an jener Seite eine größere Zahl derselben anbringt, an der die ursprünglich excentrische Druckrichtung dies erfordert.

2) Ist der Baugrund zwar gleichartig, die Belastung dagegen an verschiedenen Stellen des Bauwerkes eine verschiedene, so muß man durch ungleichartige Anordnung und Construction der einzelnen Fundamenttheile eine thunlichst gleichmäßige Beanspruchung des Baugrundes zu erzielen trachten. Wo die Belastung eine größere ist, verbreitert man die Fundament-Basis oder vergrößert die Gründungstiefe¹⁵³⁾;

¹⁵³⁾ Für die Gründung des Reichstagshauses in Berlin war, nach Maßgabe der im Herbst 1883 vorgenommenen Bohrungen, bestimmt, daß die Sohlen der minder belasteten Theile auf +31,2 bis +31,8^m über Normal-Null, diejenige der 4 Eckthürme und der Kuppel auf +30,0^m über Normal-Null anzulegen seien.

oder aber man concentrirt in den weniger belasteten Theilen des Bauwerkes den Normaldruck an einzelnen Stellen, ordne Erdbogen an etc.

Man kann auch durch die Gesamtanlage eines Gebäudes das ungleichmäßige Setzen desselben vermeiden, wenn man beachtet, wie sich die Lasten auf ihre Unterstützungen vertheilen. So z. B. haben Mittelwände und einzelne Freistützen im Inneren der Gebäude häufig einen wesentlich größeren Druck aufzunehmen und auf den Baugrund zu übertragen, als die Außenwände. Man kann unter Umständen durch eine anderweitige Grundrissanordnung eine gleichmäßigeren Vertheilung der Lasten erzielen.

3) Ist der Baugrund nicht gleichartig, so muß man gleichfalls durch verschiedene Anordnung und Construction der einzelnen Fundamenttheile die sonst unausbleiblichen schädlichen Einsenkungen desselben verhüten.

Ein ungleichartiger Baugrund bringt am leichtesten ungleichmäßige Senkungen im Fundamentkörper hervor. Diefelben bewirken, daß die an der Basis gelegenen Fundamenttheile auf Biegung beansprucht werden; gewöhnliches Fundament-Mauerwerk widersteht biegenden Kräften nur wenig; selbst größere Fundament-Quader brechen erfahrungsgemäß unter dem Einfluß solcher Kräfte. Ein Zerreißen und Zerbrechen des Fundamentes ist sonach häufig die Folge ungleichmäßiger Setzungen.

Um die letzteren zu vermeiden, können je nach örtlichen Verhältnissen hauptsächlich dreierlei Mittel in Anwendung kommen:

α) An jenen Stellen, wo der Baugrund nachgiebiger ist, trachtet man durch Fundament-Verbreiterung oder durch Vergrößerung der Fundirungs-Tiefe den Druck für die Flächeneinheit um so viel zu reduciren, daß die Preßung des ungleichartigen Baugrundes an allen Punkten nahezu dieselbe ist.

β) Man wählt eine Fundament-Construction, welche biegenden Kräften besser zu widerstehen geeignet ist, als Mauerwerk, wie: Sandschüttungen, Betonlagen und Schwellroste.

γ) Bei größeren Gebäuden wendet man in den einzelnen Theilen, der verschiedenen Beschaffenheit des Baugrundes entsprechend, auch verschiedene Gründungs-Constructionen an. Die verschieden fundirten Gebäudetheile werden alsdann am besten stumpf an einander gestossen, damit die vorkommenden ungleichmäßigen Senkungen in den einzelnen Theilen unabhängig von einander eintreten können und keine schädlichen Trennungen im Mauerwerk hervorbringen. Erst wenn das Setzen stattgefunden hat, findet ein entsprechender Höhenausgleich und eine Vereinigung der einzelnen Theile statt.

Beispiele. α) Für die Fundirung der Universitäts-Institute an der Dorotheen-Straße in Berlin ergaben sorgfältige Bodenuntersuchungen, daß einst ein Wasserlauf der Spree das Grundstück von Südost nach Nordwest durchzogen haben mußte. Der tragfähige Baugrund fällt von 2,5 m unter Terrain in der neuen Wilhelm-Straße Anfangs allmählich, dann aber sehr rasch bis zu einer Tiefe von 20 m; in gleicher Weise senkt sich der tragfähige Sand von der Dorotheen-Straße nach dem Ufer der Spree hin.

Diesen Verschiedenheiten entsprechend wurden folgende Fundirungs Arten in Anwendung gebracht: mittlerer Theil des Mittelbaues vom physiologischen Institut — gemauertes Fundament in einer Tiefe von 1 m unter Grundwasser, ausgeführt bei Wassererschöpfen; übrige Theile des Mittelbaues und der südliche Flügel des physiologischen Institutes — Boden unter Wasser ausgebagert, dann betonirt und das Wasser ausgepumpt; nördlicher Theil des Ostflügels und die um das große Auditorium nordöstlich und östlich gruppirten Bautheile — hölzerne Senkröhren; übriger Theil der Baualanage — Pfahlrost (mit Pfählen bis 16 m Länge); Präcisions-Arbeitsitze — Senkbrunnen¹⁵⁴⁾.

β) Auch beim Bau des neuen Reichstagshauses in Berlin wurden in den einzelnen Theilen, der verschiedenartigen Beschaffenheit des Baugrundes und den verschiedenen Belastungen der einzelnen Gebäudetheile entsprechend, verschiedene Gründungs-methoden in Anwendung gebracht, und zwar: gewöhnliche gemauerte Fundamente, Fundament-Mauerwerk mit Gegenbogen, Beton-Gründung und Beton-Pfahlrost¹⁵⁵⁾.

c) Sicherheit gegen seitliches Verschieben.

Das seitliche Verschieben oder das Abgleiten des Fundamentes kann eintreten:

- 1) durch unzweckmäßige Lage der Fundament-Basis,
- 2) durch den Einfluß des Wassers, durch Gleichgewichtstörungen in den oberen Bodenschichten und durch anderweitige äußere Einflüsse.

An dieser Stelle wird nur von dem unter 1 angeführten Factor die Rede sein.

¹⁵⁴⁾ Näheres hierüber: KLEINWÄCHTER. Die Fundirung der Universitäts-Institute in Berlin. Centralbl. d. Bauverw.

1881, S. 359.

¹⁵⁵⁾ Näheres hierüber: Der Bau des Reichstagshauses in Berlin. Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 25.