

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 — Senkbrunnen<sup>154)</sup>.

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-Pfahlrost<sup>155)</sup>.

### 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.

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

1881, S. 359.

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

Damit eine feitliche Verfchiebung des Fundamentes nicht eintrete, find folgende Regeln zu beobachten:

1) Man lege die Fundament-Basis normal zur herrschenden Druckrichtung. Von diefer Lage der Fundament-Basis, die man auch die theoretifche nennen kann, wurde schon in Art. 355 (S. 245) gefprochen.

Wenn ein Bauwerk oder ein bestimmter Constructionstheil deffelben nur lothrechte Lasten zu tragen hat, fo ift auch auf den Baugrund nur ein lothrechter Druck zu übertragen, und die Fundament-Basis wird vortheilhafter Weife wagrecht gelegt. Treten jedoch noch feitliche Schübe, wie Erddruck, Gewölbfchub, Winddruck etc. hinzu, fo nimmt die Refultante aus fämmtlichen auf die Fundament-Basis wirkenden Kräften eine von der lothrechten abweichende Richtung an. Sind nun lothrechte und wagrechte Kräfte unveränderlich, fo ift auch die Refultante unveränderlich, und man kann dem feitlichen Verfchieben des Fundamentes dadurch vorbeugen, dafs man die Basis winkelrecht zur Richtung der Refultanten anordnet oder doch nur wenig (vergl. Art. 355, S. 245) von diefer Lage abweicht.

Dies fetzt voraus, dafs man es bei Construction und Ausführung des Fundamentes in der Hand hat, unter Aufwendung verhältnifsmäfsig geringer Kosten der Basis eine beliebige Lage zu geben.

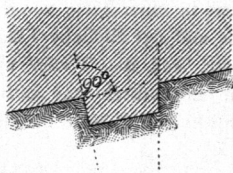
Bisweilen find die Kräfte, namentlich die wagrechten Kräfte, die ein Bauwerk, bezw. einen Constructionstheil beanfpruchen, veränderlich (Winddruck, feitliche Schübe, die von zufälligen Lasten herrühren etc.); alsdann hat auch die auf die Fundament-Basis wirksame Refultante eine variable Richtung. Erreichen die Differenzen die Gröfse des Reibungswinkels nicht, fo wird man eine zweckentsprechende Anordnung erhalten, wenn man die Basis winkelrecht zur mittleren Druckrichtung legt. Sind die Schwankungen gröfsere, fo wird man zwar der Fundament-Basis eine ähnliche Lage geben, wird aber dem feitlichen Verfchieben durch andere Vorkehrungen vorbeugen.

2) Ift es aus irgend welchen Gründen nicht zuläffig oder nicht wünschenswerth, von einer bestimmten, den herrschenden Druckverhältniffen nicht entfprechenden Lage der Fundament-Basis abzuweichen, fo mufs man durch anderweitige Vorkehrungen ein Abgleiten des Fundamentes verhüten.

Derlei Vorkehrungen find:

α) Man vermehrt das Gewicht des zu fundirenden Bauwerkes. Hierdurch wird die Refultante in günftigem Sinne abgelenkt, die zur Fundament-Basis winkelrechte Componente wird gröfser, fonach die Reibung vermehrt.

Fig. 632.



β) Man vermehrt in anderer Weife die Reibung des Fundamentes auf dem Baugrund. Es kann dies durch hervortretende Schwellen und Pfähle gefchehen oder dadurch, dafs man das Fundament-Mauerwerk zahnförmig (Fig. 632) in den Baugrund eingreifen läßt.

Solche Fundament-Zähne follten nicht unter 30 cm, better nicht unter 50 cm Tiefe und nicht unter 60 cm, better nicht unter 1 m Länge haben.

γ) Man vergrößert die Fundirungs-Tiefe. Hierdurch wird einerfeits gleichfalls in dem schon unter α gedachten Sinne das Gewicht des Bauwerkes vermehrt; andererseits wirkt der Erdkörper, welcher vor der herrschenden

Druckrichtung gelegen ift, durch den fog. paffiven Erddruck gegen das Abgleiten des Fundamentkörpers<sup>156)</sup>.

δ) Man bringt an der am tiefsten gelegenen Stelle des Bauwerkes einen fo grofsen Mauerkörper an, dafs diefer durch feine Maffe allein das Abgleiten des Fundamentes zu verhüten im Stande ift.

ε) Wenn ein lang geftrecktes Fundament im Wefentlichen nur lothrechte Drücke zu übertragen hat und wenn daffelbe auf einem zwar widerstandsfähigen, jedoch ftark geneigten Baugrund *MN* (Fig. 633) herzustellen ift, fo würde ein unmittelbares Auffetzen des Fundament-Mauerwerkes auf die ftark abfallende Boden-

<sup>156)</sup> Nach *Ott's* Baumechanik (I. Theil, 2. Aufl. Prag 1877) läßt fich die in diefem Falle erforderliche Fundirungstiefe *t* berechnen aus der Gleichung

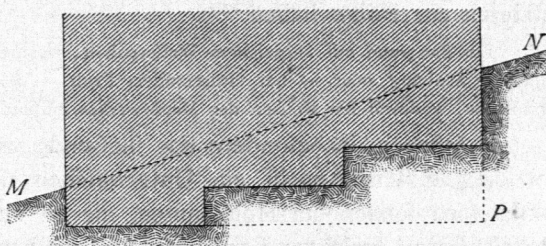
$$t = \frac{1,414}{f + \sqrt{1 + f^2}} \sqrt{\frac{2H - (G + 2V)f}{\gamma}}$$

worin *G* das Eigengewicht des Fundament- und des darüber aufgeführten aufgehenden Mauerwerkes, *V* die Refultante der fonft wirksamen lothrechten Kräfte, *H* die Refultante aus den das Bauwerk angreifenden Horizontalkräften,  $\gamma$  das Gewicht der Volumeinheit Bodenmaterial und *f* den Reibungs-Coefficienten des letzteren bezeichnet. Bei naftem Erdreich ift der kleinfte Werth von *f* = 0,3 einzuführen; der gröfste Werth ift zu 0,65 anzunehmen.

fläche ein Abgleiten desselben zur Folge haben. Wollte man andererseits eine stetig fortlaufende Basis  $MP$ , welche den theoretischen Anforderungen entspricht, zur Ausführung bringen, so wird das Volum des Fundamentkörpers wesentlich vermehrt, der letztere also vertheuert, und auch die Aushebung der Fundament-Grube wird kostspieliger, letzteres namentlich dann, wenn der Baugrund felsig ist.

In einem solchen Falle treppe man das Terrain ab, und zwar derart, daß die Begrenzungen der einzelnen Stufen normal, bezw. parallel zur herrschenden Druckrichtung gelegen sind. Haben die einzelnen Stufen eine grössere Länge und ist das zu fundirende Bauwerk stark belastet, so ist über jeder Stufe stehende Mauerkörper unabhängig von den benachbarten auszuführen. Würde die Mauerung im Verbinde geschehen, so würde das den verschiedenen Höhen entsprechende, ungleichmäßige Setzen Trennungen im Mauerwerk hervorrufen. (Vergl. auch Art. 364, S. 243.)

Fig. 633.



#### d) Sicherheit gegen äußere Einflüsse.

Äußere Einflüsse, welche den Bestand der Fundamente gefährden können und die in Folge dessen für deren Construction und Ausführung maßgebend sind, rühren zumeist vom Wasser, von Gleichgewichtstörungen in den oberen Bodenschichten und von Gleichgewichtstörungen, welche in den tieferen Bodenschichten durch unterirdische Baue hervorgerufen werden, her.

1) Einfluss des Waffers. Derselbe macht sich in mehrfacher Weise geltend:

α) Die natürliche Bodenfeuchtigkeit wird im Winter dadurch schädlich, daß der Frost den Baugrund auflockert und denselben nachgiebiger macht. Nur wenige, vollkommen frostbeständige Felsarten widerstehen diesem Einfluss.

β) Das Grundwasser steigt im Fundament-Mauerwerk, event. auch im aufgehenden Mauerwerk empor, veranlaßt den feuchten Zustand der Wände und der von denselben umschlossenen Räume. Constructions-Materialien, welche der Feuchtigkeit nicht genügend widerstehen können, werden angegriffen, wodurch der Bestand des Bauwerkes gefährdet werden kann. Kohlensäurehaltiges Wasser, eben so feuchter Boden, der organische, in Verwesung begriffene Stoffe enthält, wirken besonders zerstörend auf das Mauerwerk ein. Unter Umständen tritt das Grundwasser auch in die unterirdischen Räume der Gebäude — seitlich oder durch die Kellerfohle — ein. (Siehe auch Art. 329, S. 234.)

γ) Quellen und sonstige Wasseradern, welche den Baugrund durchsetzen, führen eine Erweichung desselben mit sich; in Folge dessen tritt eine Senkung des Fundamentes ein.

In geschichteten, sonst widerstandsfähigen Felsarten können Wasseradern auch dann einen schädlichen Einfluss ausüben, wenn sie von geneigten Thon- oder Lehmschichten durchsetzt sind. Die letzteren werden durch das Wasser schlüpfrig, und es kann im Laufe der Zeit ein Abrutschen des Fundamentes eintreten<sup>157)</sup>.

Quellen und anderes den Boden durchfließendes Wasser<sup>158)</sup> können auch ein

366.  
Einfluss  
des  
Waffers.

<sup>157)</sup> Bei den Berggrutschungen zu Caub (1876), wo die Gebirgs-Formation aus Thonschiefer mit eingelagerten Dachschieferflötzen besteht, war die auf der nordwestlichen Seite zu Tage tretende Lettenschicht durch die vorhergehenden anhaltenden Regengüsse wie mit Seife geschmiert und hatte den Fels- und Schuttmassen als Rutschfläche gedient. (Vergl. Deutsche Bauz. 1876, S. 291.)

<sup>158)</sup> Hierzu gehört auch das Wasser, welches aus Flufs- und Strombetten in die Uferwandungen sickert, was namentlich bei Hochwasser eintritt und auf den Bestand von auf den Ufern errichteten Bauwerken zerstörend wirken kann.

Mehrere der alt-ägyptischen Denkmalbauten, wie z. B. der Palaß von Karnak, die meisten Monumente Thebens etc.