

- MENZEL, C. A. Die Gründungsarten der Gebäude und die Behandlung des Baugrundes. Herausg. u. verb. von C. SCHWATLO. Halle 1866.
- KNAPP's großes Vorlagewerk aus dem Gesamtgebiete der Bau-, Ingenieur-Wissenschaft und Gewerbskunde. Heft. I: Gründungen. Halle 1871.
- MENZEL, C. A. u. J. PROMNITZ. Die Gründung der Gebäude. Halle 1873.
- MORANDIÈRE. *Traité de la construction des ponts et viaducs en pierre, en charpente et en métal. 1er fasc.* Paris 1874. S. 57.
- FRAUENHOLZ, W. Bau-Constructions-Lehre für Ingenieure. 3. Band. Eisen- und Fundations-Constructions. München 1877. S. 275.
- KLASEN, L. Handbuch der Fundirungs-Methoden im Hochbau, Brückenbau und Wafferbau. Leipzig 1879.
- FELDEGG, E. v. Allgemeine Constructionslehre des Ingenieurs. Nach Vorträgen von R. BAUMEISTER. Carlsruhe 1879. II. Theil: Fundirungen.
- POWELL, G. T. *Foundations and foundation walls for all classes of buildings.* New-York 1879.
- Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Herausg. von E. HEUSINGER v. WALDEGG, L. FRANZIUS u. E. SONNE. 1. Band. Leipzig 1880. S. 695: Grundbau. (2. Aufl. 1884. S. 281.)
- DOBSON, E. *Foundations and concrete works.* London 1850. (5. Aufl. 1881.)
- DEBAUVE, A. *Procédés et matériaux de construction. Tome II: Fondations.* Paris 1865.

I. Kapitel.

B a u g r u n d.

a) Beschaffenheit des Baugrundes.

321.
Technische
Anforderungen.

Die Beschaffenheit oder Qualität des Baugrundes ist in erster Reihe vom technischen Standpunkte aus zu beurtheilen. Bei solchen Bauwerken, welche zum Aufenthalt von Menschen und Thieren dienen sollen, treten zu den rein technischen auch noch gesundheitliche Anforderungen hinzu.

Die technische Beurtheilung eines Baugrundes bezieht sich hauptsächlich auf sein Verhalten gegen den vom Fundamente ausgeübten Druck. Die verschiedenen Bodenarten zeigen in dieser Beziehung eine nicht geringe Mannigfaltigkeit, und es sind für die hierdurch bedingte Beschaffenheit des Baugrundes insbesondere die nachstehenden Factoren maßgebend.

322.
Festigkeit.

1) Die Beschaffenheit des Baugrundes hängt in erster Reihe von seiner Festigkeit ab, d. i. von seiner Widerstandsfähigkeit gegen den vom Bauwerk ausgeübten Normaldruck. In Bezug auf diese Eigenschaft der verschiedenen Bodenarten unterscheidet man pressbaren und unpressbaren Baugrund. Zu letzterem gehören alle Bodenarten, welche dieselbe oder eine größere Druckfestigkeit, wie das Fundament-Mauerwerk besitzen; alle übrigen Bodenarten werden als pressbare bezeichnet.

Zum unpressbaren Baugrund gehören die massigen Felsarten (Bafalt, Granit, Syenit, Porphy, harter Kalk- und Sandstein etc.), ferner geschichtete Felsarten, in denen sich keine Rutschflächen bilden können, und ganz feste Geschiebeablagerungen (von mindestens 4 bis 6^m Mächtigkeit), welche auf anderen guten Bodenschichten aufruhend. Bei den pressbaren Bodenarten ist das gegenseitige Verhältniß zwischen dem vom Bauwerk ausgeübten Normaldruck und dem Maß der Pressbarkeit entscheidend für die Beschaffenheit des Baugrundes. Ueber die Grenzen, welche in dieser Richtung noch zulässig sind, bzw. welche einen Baugrund als überhaupt noch brauchbar erscheinen lassen, wird später die Rede sein.

323.
Mächtigkeit
der
Schichten.

2) Die Beschaffenheit des Baugrundes ist nicht allein durch seine Druckfestigkeit, sondern auch durch die Mächtigkeit der betreffenden Bodenschicht bedingt. Ein sonst guter Baugrund, der in geringer Mächtigkeit auf einer lockeren Bodenschicht lagert, ist in Folge dessen auch schlecht; eben so wird eine weniger gute Bodenart dadurch, daß sie in dünner Lage auf einer ganz festen Schicht aufruhet, etwas besser.

Hat die tragfähige Schicht eine genügende Mächtigkeit, ruht sie aber auf einer weicheren Schicht auf, so muß man bei Ausführung des Fundamentes die erstere möglichst wenig schwächen, d. h. man muß das Fundament thunlichst wenig in die tragfähige Schicht verfenken. Hat man z. B. unter dem zu errichtenden Gebäude Kellerräume anzulegen, so ist man allerdings genöthigt, von der tragfähigen Schicht so viel abzugraben, als es die gewünschte Kellertiefe erfordert. Bei geringer Mächtigkeit dieser Schicht jedoch kann es unter Umständen geboten sein, die Keller so hoch als irgend thunlich zu legen, d. h. dieselben möglichst hoch aus der Erde herauszubauen.

3) Auf die Beschaffenheit des Baugrundes ist auch von Einfluß, welche Neigung die betreffenden Bodenschichten haben. Je mehr durch die vorliegenden Neigungsverhältnisse ein Abgleiten einzelner Schichten begünstigt werden kann, desto mehr verliert der fragliche Baugrund an Güte.

324.
Neigung
der
Schichten.

4) Durch das Wasser, welches bald als Grundwasser, bald als offenes stehendes, als fließendes oder als wellenschlagendes Wasser auftritt, ist die Beschaffenheit des Baugrundes gleichfalls in erheblicher Weise bedingt. Vom Einflusse des Wassers, der in einem Erweichen des Bodenmaterials, in einem Auswaschen desselben etc. bestehen kann, wird noch eingehend gesprochen werden. An dieser Stelle soll nur hervor gehoben werden, daß Bodenarten, die sonst einen ganz geeigneten Baugrund abgeben würden, durch die Gegenwart von Wasser unbrauchbar werden können.

325.
Wasser.

5) Für die Beschaffenheit des Baugrundes ist endlich noch von Wichtigkeit, ob nachtheilige Veränderungen desselben zu erwarten stehen oder ob auf solche Rücksicht genommen werden muß. Indem auch betreff dieses Gegenstandes auf spätere Betrachtungen verwiesen wird, sei hier nur bemerkt, daß mit derartigen Veränderungen in den betreffenden Bodenschichten auch eine Aenderung in deren Beschaffenheit als Baugrund eintritt.

326.
Ver-
änderungen.

Aus dem Gefagten geht hervor, daß die Beschaffenheit eines Baugrundes, in so weit sie vom technischen Standpunkte aus zu beurtheilen ist, durch eine nicht geringe Zahl von Factoren beeinflusst wird, und daß es sorgfältiger Vorerhebungen und Bodenuntersuchungen bedarf, bevor man die Beschaffenheit des Baugrundes in genügender Weise beurtheilen kann. Obwohl sich solche Untersuchungen mit großer Genauigkeit durchführen lassen, fehlt es doch häufig an einem sicheren Maßstabe zur genauen Schätzung der Tragfähigkeit des Baugrundes. Man ist deshalb veranlaßt, die verschiedenen Bodenarten zu classificiren und sich dadurch allgemeine Anhaltspunkte für die sog. Güte des Baugrundes zu verschaffen.

327.
Eintheilung
und
Verschieden-
heit.

Mit Rücksicht auf die letztere Bezeichnung kann man den unpreßbaren Baugrund auch als sehr guten Baugrund bezeichnen und den preßbaren Baugrund in nachstehender Weise untertheilen:

1) Guter Baugrund, der sich nur in geringem Maße zusammenpressen läßt, wie grober und fest gelagerter Kies (von mindestens 2 bis 3^m Mächtigkeit), Gerölle (von gleicher Mächtigkeit), fester Mergel, zerklüfteter Felsen etc., ferner, wenn kein Erweichen durch das Wasser stattfinden kann, fester Lehm und Thon, so wie alle Mischungen von Sand und Thon (in Schichten von mindestens 2 bis 3^m Mächtigkeit).

2) Ziemlich guter Baugrund, der zwar preßbarer als der gute Baugrund ist, dessen Nachgiebigkeit jedoch für den Bestand des Bauwerkes meist unschädlich ist, wie fester Lehm und grober Sand, ersterer jedoch nur, wenn er vom Wasser nicht erweicht werden kann, letzterer nur, wenn er fest gelagert ist, keine thonigen und humosen Theile enthält und wenn er nicht künstlich (durch Wasserschöpfen) oder natürlich (durch Aufheben des Gleichgewichtes im Wasser) in Triebfand verwandelt werden kann ¹³⁴⁾.

¹³⁴⁾ Aller Sand kann Triebfand werden, der feine am leichtesten.

3) Schlechter Baugrund, d. i. solcher Boden, der zwar nicht knetbar ist, aber jedem etwas stärkeren Drucke nachgiebt, dabei zum Theile feilich ausweicht, wie feiner Sand, nasser Lehm und Thon, Damm- und andere vegetabilische Erde, aufgefüllter Boden etc.

Vegetabilische Erden und aufgefüllter Boden bilden nicht nur ihrer großen Preisbarkeit halber einen schlechten Baugrund, sondern auch wegen ihres bedeutenden Gehaltes an mineralischen und organischen Substanzen, welche das Mauerwerk in schädlicher Weise beeinflussen. Zu den ersteren gehören insbesondere die Chloralze, zu letzteren stickstoffhaltige Beimengungen, welche durch die Bodenfeuchtigkeit in Verwesung gerathen und die Bildung des sog. Mauerfraßes veranlassen. Insbesondere ist der Grund und Boden unferer Städte häufig durch eingefickerte Fäcal-Flüssigkeit ganz verdorben.

4) Sehr schlechter Baugrund oder ganz weicher, meist knetbarer Boden, der feilich ausweicht, sobald er belastet wird, wie Torf, Moorboden, Humus, Flugland, Triebland etc.

328.
Allgemeine
Verhältnisse.

Nur in sehr seltenen Fällen bildet die oberste Erdschicht einen brauchbaren Baugrund; nur vollständig frost- und witterungsbeständiger Felsen gehört hierzu. Sonst hat man es entweder mit einer so lockeren Bodenart zu thun, daß ein Bauwerk überhaupt nicht darauf gesetzt werden kann; oder es liegt eine festere Schicht zu Tage, die jedoch durch Frost und andere atmosphärische Einflüsse gelockert wird und deshalb auch nicht als Baugrund verwendet werden kann.

Auf dem flachen Lande ist es häufig die sog. Mutter- und Ackererde, welche die oberste Erdschicht bildet und die unter allen Umständen als Baugrund ungeeignet ist, nicht nur weil sie zu weich ist, sondern auch aus dem Grunde, weil sie in Folge ihres starken Humus-Gehaltes leicht Anlaß zur Schwammzucht giebt. In Städten findet man häufig aufgefüllten Schutt, auf den ein Bauwerk gleichfalls nicht gesetzt werden kann.

Findet man an der Baustelle schlechte oder sehr schlechte Bodenarten, so verfährt man, sobald dies möglich ist, am besten in der Weise, daß man die lockeren Bodenschichten abgräbt, bis man auf eine tragfähige Schicht gelangt; in der so gebildeten Baugrube kann alsdann das Fundament unmittelbar ausgeführt werden. Ist dieses Verfahren nicht zulässig, so muß durch entsprechende Construction und Ausführung des Fundamentes selbst dem Bauwerk die erforderliche Standfestigkeit verliehen werden; bisweilen kann schlechter Baugrund auch verbessert werden, wovon noch unter c die Rede sein wird.

Auf ziemlich guten Baugrund können Gebäude ohne Weiteres gesetzt werden, wenn sie einen verhältnißmäßig nur kleinen Druck ausüben und wenn ein geringes Setzen des Gebäudes für dessen Bestand unschädlich ist. Sonst muß man den Baugrund künstlich zu befestigen suchen.

Der gute Baugrund ist im Stande, die meisten vorkommenden Bauwerke mit Sicherheit zu tragen; bei sehr gutem Baugrund ist die Grenze der Tragfähigkeit noch niemals erreicht worden.

329.
Gesundheitliche
Anforderungen.

Zu den technischen Bedingungen, welche ein guter Baugrund zu erfüllen hat, treten bei zum Bewohnen bestimmten Gebäuden noch die Anforderungen der Hygiene hinzu. Diese beziehen sich im Wesentlichen darauf, daß die von Menschen und Thieren zu benutzenden Räume durch den Baugrund nicht »feucht« gemacht werden sollen und daß der Baugrund an diese Räume auch keine gesundheitschädlichen, von der Verwesung organischer Stoffe hauptsächlich herrührenden Gase abgeben darf¹³⁵⁾.

¹³⁵⁾ Die Gasmenge, welche die obere Bodenschicht enthält, oder was das Gleiche ist, die Gase, welche die Poren dieser Schicht durchsetzen, heißen Grundluft oder Bodenluft; dieselbe befindet sich fast unausgesetzt in einem Zustande langamer Bewegung, hervorgerufen durch die Temperaturschwankungen im Erdboden, durch den einsickernden Regen, durch Luftdruckänderungen etc. Die Grundluft ist weder in ihrer Menge, noch in ihrer Zusammensetzung unveränderlich; die erstere ist hauptsächlich vom Feuchtigkeitsgehalt des Bodens abhängig, letztere insbesondere von der ursprünglichen Beschaffenheit des letzteren und von der Beschaffenheit jener Stoffe, welche ihm durch Luftwechsel, atmosphärische Niederschläge oder aus besonderen Quellen der Verunreinigung (Abortgruben, Unrathscanäle, Kehr- und Düngergruben etc.) zugeführt werden. (Siehe: PETTENKOFER, M. v. Der Boden und sein Zusammenhang mit der Gesundheit des Menschen. Berlin 1882.)

In unferen Städten ift es hauptfächlich das Grundwaffer, welches Kellerwohnungen und andere unterirdifche Räume feucht macht, und im Wefentlichen ift es der Inhalt von Abortgruben, Unrathscanälen, Stall- und Kehrrihtgruben, welcher bei fehlechter Confttruction diefer Anlagen in den umgebenden Boden fickert und denfelben dadurch verpeftet. Auf dem flachen Lande treten diefe Uebelstände in Folge der dafelbft herrfchenden Bauweife weniger ftark auf; dort ift namentlich der fumpfige Boden, welchem die bekannten fchädlichen Sumpfgafe ihre Entftehung verdanken, nachtheilig. (Siehe auch Theil III, Band 4 u. 5 diefes »Handbuches«, S. I u. ff.)

Ohne den Werth und die Bedeutung diefer gefundheitlichen Anforderungen zu verkennen, haben diefelben für den Architekten, fobald er die Befchaffenheit eines Baugrundes als gut oder fchlecht zu bezeichnen hat, doch im Allgemeinen nur einen akademifchen Charakter. In unferen Städten und auch an anderen Orten ift die Baufteile in der Regel fo fcharf oder doch innerhalb fo enger Grenzen gegeben, dafs das Gebäude, unbekümmert ob der Baugrund in gefundheitlicher Beziehung entfpricht oder nicht, dafelbft ausgeführt werden muß. Die Hauptaufgabe des Architekten befteht alsdann nur darin, durch zweckmäßige Confttruction der Fundamente des Gebäudes und feiner fonftigen Theile den gefundheitsfchädlichen Einfluß des Baugrundes möglichft unwirksam zu machen¹³⁶⁾.

Gegen das Eindringen der Grundluft in die Kellerräume fichert eine unter dem ganzen Gebäude durchgeführte Beton-Schicht; eine Lage von fettem Thon ift nicht fo wirksam. Soll auch die das Gebäude umgebende Bodenschicht keine Grundluft an daffelbe abgeben, fo muß man die Kellermauern nach außen frei legen, was durch Anordnung eines ringsum laufenden Luft- oder Ifolirgrabens¹³⁷⁾ erreicht wird.

Durchgehende Beton-Schicht fowohl, als auch Luftgräben dienen gleichfalls dazu, um die Bodenfeuchtigkeit vom Gebäude abzuhalten. Von anderen Mitteln, das Eindringen von Grundwaffer in die Kellerräume und das Feuchtwerden des Mauerwerkes etc. zu verhüten, wird noch fpäter die Rede fein.

b) Unterfuchung des Baugrundes.

Da von der Befchaffenheit des Baugrundes zum grofsen Theile die Confttruction und Ausführung der Fundamente abhängt, da ferner der Befand eines Bauwerkes wefentlich durch die richtige Gründung deffelben bedingt ift, erfcheint es von grofsen Wichtigkeit, von vornherein die Bodenbefchaffenheit der in Ausficht genommenen Baufteile genau zu kennen. In manchen Fällen liegen in diefer Beziehung bereits die nöthigen Erfahrungen vor, indem z. B. in der unmittelbaren Nähe der Baufteile bereits Gründungen ausgeführt worden find, oder es find die geologifchen Verhältnisse fo einfach und untrüglich, dafs fie einen zuverlässigen Anhaltspunkt gewähren; alsdann find befondere Vorarbeiten, welche eine eingehende Ermittlung der Bodenbefchaffenheit bezwecken, nicht erforderlich.

Sobald jedoch folche Anhaltspunkte nicht vorliegen, find befondere Bodenunterfuchungen vorzunehmen; diefelben follten in folchen Fällen niemals unterlaffen und ftets auf das Sorgfältigfte vorgenommen werden. Nur auf Grundlage der genaueften Unterfuchungen diefer Art läßt fich die richtige Fundirungs-Methode wählen, und nur in folcher Weife laffen fich fpätere Reconstructions-Arbeiten, welche ftets fehr zeitraubend und koftfpielig find, vermeiden; unter Umftänden kann blofs auf diefem Wege dem baldigen Verfall eines Bauwerkes vorgebeugt werden.

Die Unterfuchung des Baugrundes hat die Bodenforten feft zu ftellen, welche auf der Baufteile vorhanden find; hierbei genügt es nicht, blofs die Aufeinanderfolge

Die Grundluft fließt durch den Boden der Kellerräume in das Innere der Gebäude ein; das Emporsteigen derfelben wird fchon durch die Gleichgewichtsförderung befördert, denen die Innenluft durch das Oeffnen von Thüren und Fenftern, durch die Verchiedenheit in der Temperatur der einzelnen Innenräume etc. unterworfen ift, am meiften aber durch die Einrichtungen für Heizung und Lüftung des Gebäudes, fo wie durch die fonft vorhandenen Feuerstellen, Schornfteine etc.

¹³⁶⁾ Vergl. HASELBERG, E. v. Ueber den Baugrund der Wohnhäufer. Deutsche Viert. f. öff. Gefundheitspf. 1870, S. 35.

¹³⁷⁾ Siehe auch Theil III, Band 2 (Abth. III, Abfchn. 1, A. Kap. über »Schutz gegen Feuchtigkeit und Witterungseinflüsse«), fo wie Theil III, Band 5 diefes »Handbuches« (Art. 149).

der verschiedenen Bodenschichten zu ermitteln; ferner es muß auch deren Mächtigkeit und Neigung fest gestellt werden. Es genügt ferner auf einer ausgedehnteren Baustelle nicht, nur zu untersuchen, wie die Bodenschichten über einander wechseln; vielmehr muß auch ermittelt werden, ob nicht neben einander gelegene Theile des Baugrundes gleichfalls von wechselnder Beschaffenheit sind. Es kommt auf größeren Bauplätzen nicht selten vor, daß einzelne Stellen ganz festen, die zunächst liegenden aber schlechten Boden zeigen. Man hat deshalb auf etwas ausgedehnteren Baustellen die Bodenuntersuchung an mehreren Punkten vorzunehmen; man hat dieselbe insbesondere an solchen Punkten auszuführen, wo später die größte Belastung stattfinden wird, also z. B. an den Gebäudeecken, an Stellen, wo stark belastete Freistützen, schwere Maschinen etc. zu stehen kommen.

Bisweilen müssen die Bodenuntersuchungen auch auf die Umgebung der Baustelle ausgedehnt werden; es wird dies insbesondere dann erforderlich, wenn nachtheilige Veränderungen des Baugrundes durch Wasser, Rutschungen etc. nicht ausgeschlossen sind.

Zu den Bodenuntersuchungen gehört in gewissem Sinne auch die Ermittlung der Grundwasserverhältnisse; die Kenntniß des höchsten Grundwasserspiegels ist hauptsächlich für die Ausführung, die Kenntniß des niedrigsten Grundwasserspiegels häufig für die Construction des Fundamentes maßgebend. In gleicher Weise ist bei Bauwerken an den Ufern der Flüsse, Seen etc., eben so bei Bauwerken, welche in solchen Gewässern zu errichten sind, die Kenntniß der höchsten, mittleren und niedrigsten Wasserstände von Wichtigkeit.

Die Tiefe, auf welche im Hochbauwesen Bodenuntersuchungen vorgenommen werden, ist in der Regel keine bedeutende; man wird in dieser Beziehung nur selten bis 10 m gehen und nur ausnahmsweise die Untersuchungen auf noch größere Tiefen ausdehnen; doch dürfte man auch dann nicht leicht über 20 m gehen.

Man kennt fünf Methoden der Bodenuntersuchung, nämlich: das Aufgraben des Bodens, die Untersuchung mit dem Sondireifen, das Einschlagen von Probepfählen, die Anlage von Bohrlöchern und die Probebelastungen.

1) Aufgraben des Bodens. Dieses ist die sicherste und beste Methode der Bodenuntersuchung. Indem man auf der Baustelle an verschiedenen, passend gewählten Punkten Vertiefungen ausgräbt, hat man die Lage und Beschaffenheit der Bodenschichten, so wie deren Mächtigkeit deutlich vor Augen. Die Anwendung dieses Verfahrens ist einerseits durch die hohen Kosten, andererseits durch das etwaige Vorhandensein von Wasser beschränkt. Durch das in letzterem Falle nothwendige Wasserschöpfen werden nicht nur die Kosten erhöht; es wird bei manchen Bodenarten (Kies, Sand etc.) dadurch auch die Beschaffenheit derselben geändert.

Bei geringerer Tiefe werden einzelne Gruben mit möglichst steilen Wandungen ausgehoben; bei größerer Tiefe ist man genöthigt, in bergmännischer Weise sog. Probe- oder Versuchschächte abzuteufen, nöthigenfalls auszubauen. Die Gruben müssen eine solche Sohle erhalten, daß ein bis zwei Arbeiter sich darin bewegen können; die Schächte erfordern in der Regel eine größere Grundfläche, weil in denselben auch noch Vorrichtungen zur Emporföhrung des ausgegrabenen Bodenmaterials angebracht werden müssen.

2) Sondiren¹³⁸⁾. Das Sondir- oder Visitireifen, auch Sondirnadel genannt, ist eine Eisenstange von 2,0 bis 3,5 m Länge und 25 bis 45 mm Dicke, welche unten mit einer langen Spitze versehen ist und in den Boden eingestossen, eingedreht oder eingerammt wird. Unten, nahe an der Spitze, ist eine Vertiefung angebracht, die mit Talg ausgefüllt wird; am oberen Ende ist das Eisen behufs Handhabung mit einem Knopf (Fig. 603), einem Bügel (Fig. 605) oder einem Drehhebel (Fig. 604) versehen. Bei größerer Tiefe setzt man das Sondireifen aus zwei oder drei Stücken zusammen, die mit einander verschraubt werden (Fig. 605).

¹³⁸⁾ Unter Sondirungen versteht man häufig nicht nur Bodenuntersuchungen mit dem Sondir- oder Visitireifen, sondern jede Art von Bodenuntersuchung.

Aus dem geringeren oder größeren Widerstand beim Eindringen des Sondireifens in den Boden, ferner aus dem Gefühle beim Hineinstoßen desselben, endlich aus den Bodentheilen, die nach dem Herausziehen des Eisens daran hängen, kann man, bei einiger Erfahrung und Uebung, auf die Beschaffenheit der durchstossenen Bodenschichten schließen.

Stößt man das Eisen in den Boden und fährt es dabei tief hinein, so ist der Baugrund sehr weich; wenn es jedoch nur wenig eindringt, so ist er fest. Knirscht das Eisen beim Eindringen, so hat es sandigen Boden erreicht. Dreht man das Eisen und stößt man mit dem Kopfe desselben gegen das Erdreich, so giebt auch der hierbei erzeugte Ton einigen Aufschluss; ein heller Ton deutet auf feste Bodenschichten; ein dumpfer Ton läßt darauf schließen, daß das Eisen entweder schon auf weiche Schichten gestoßen oder doch die nächst tiefere Schicht weich ist.

Die Bodenuntersuchung mit dem Sondireifen wird in vielen Fällen als einziges Untersuchungsverfahren benutzt; sie kann aber auch mit großem Vortheil Verwendung finden, wenn man bereits durch Aufgraben eine feste Bodenschicht gefunden hat und sich von der Mächtigkeit derselben, bezw. von der Beschaffenheit der tiefer liegenden Schichten überzeugen will. Das Sondiren kann auch dann ausgeführt werden, wenn der zu untersuchende Baugrund unter Wasser steht. Man benutzt für diesen Fall wohl auch Sondirnadeln, die in verschiedenen Höhen mit sog. Taschen versehen sind, d. i. mit Oeffnungen, welche durch die ganze Dicke des Eisens hindurchgehen und die sich mit den Erdtheilchen der durchstossenen Schichten anfüllen.

3) Einschlagen von Probepfählen. Diese Methode ist nur eine etwas abgeänderte Anwendung des Sondireifens. Aus dem langsamen oder schnellen Eindringen des Pfahles bei einer gewissen Anzahl von Rammschlägen, bei einem bestimmten Gewicht und einer bestimmten Fallhöhe des Rammjärens, urtheilt man über die Festigkeit des Baugrundes. Man wendet dieses Verfahren namentlich dann an, wenn man glaubt annehmen zu dürfen, daß eine Pfahlgründung nothwendig werden wird; man erfährt alsdann, wie lang die anzuwendenden Pfähle sein müssen, welches Gewicht der Rammjäre, wie groß seine Fallhöhe etc. sein muß.

4) Erdbohrungen. Bodenuntersuchungen, welche durch Anlage von Bohrlöchern vorgenommen werden, gestatten die größte Tiefe. Sie kommen deshalb namentlich dann zur Anwendung, wenn es auf eine genaue Kenntniß der Beschaffenheit der einzelnen Schichten ankommt, und wenn die Untersuchung auf eine größere Tiefe ausgedehnt werden soll.

Die Bohrlöcher, die mittels der sog. Erdbohrer ausgeführt werden, erhalten 7 bis 15 cm Weite und übersteigen, wie schon angedeutet wurde, für die vorliegenden Zwecke selten 20 m Tiefe¹³⁹⁾.

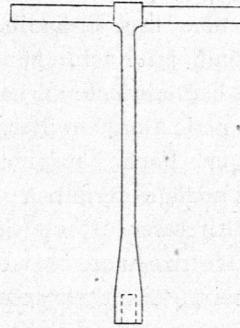
Mit Hilfe des Bohrers oder mittels anderer Hebevorrichtungen holt man aus dem Bohrloch das gelöste Bodenmaterial hervor und lernt hierdurch, so wie durch die erreichte Bohrlochtiefe die Bodenbeschaffenheit kennen.

Bei der Ausführung der Bohrarbeit ist entweder eine drehende oder eine stoßende,

Fig. 603.

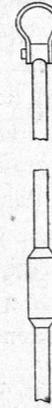


Fig. 604.



Sondireifen.

Fig. 605.



333-
Einschlagen
von
Probepfählen.

334-
Erd-
bohrungen.

¹³⁹⁾ Für andere Zwecke, wie z. B. für artesische Brunnen, bergmännische Zwecke etc., werden viel weitere (50 cm und darüber) Bohrlöcher angewendet und sehr bedeutende Tiefen (1200 m und mehr) erreicht.

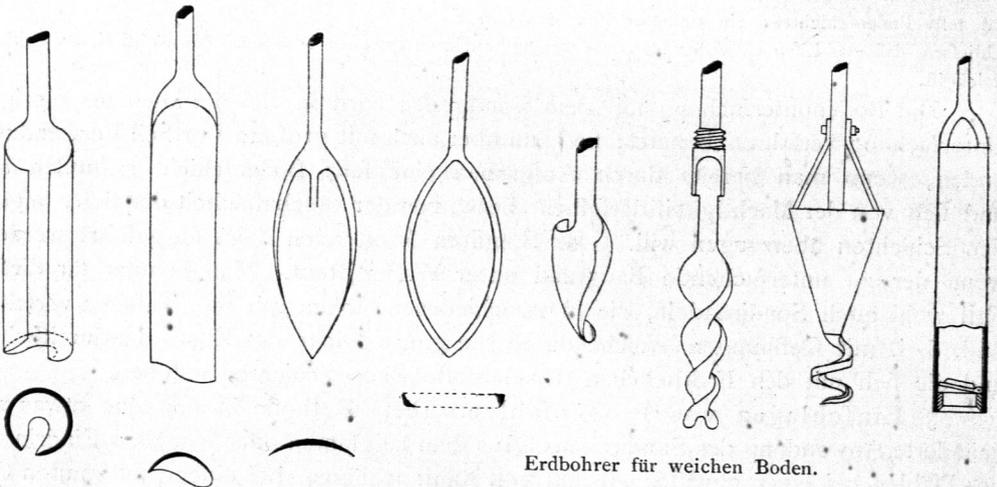
bezw. frei fallende Bewegung des Bohrers erforderlich. Die drehende Bewegung erfordert immer ein steifes und starkes Gestänge; für die stoßende und frei fallende Bewegung genügt ein schwächeres Gestänge, welches auch durch ein Seil ersetzt werden kann. Das Freifallbohren kommt nur bei größeren Bohrloch-tiefen in Frage, wird deshalb im Nachstehenden nicht weiter berücksichtigt werden.

Die Erdbohrtechnik hat sich in so mannigfaltiger Gestalt entwickelt und eine so große Bedeutung im Bergbau und im Bauwesen erreicht, daß sie sich zu einem selbständigen Fache ausgebildet hat. Im vorliegenden »Handbuch« können nur einige Grundzüge derselben wiedergegeben werden; im Uebrigen muß auf die einschlägige Literatur¹⁴⁰⁾ verwiesen werden.

α) Drehbohren in weichem Boden. Für weichere und lockere Bodenarten werden meist Bohrer verwendet, welche eine cylindrische, schaufelförmige oder löffel-

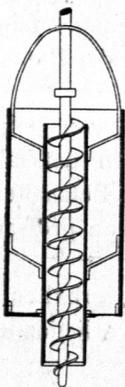
335-
Drehbohren
in weichem
Boden.

Fig. 606. Fig. 607. Fig. 608. Fig. 609. Fig. 610. Fig. 611. Fig. 612. Fig. 613.



Erdbohrer für weichen Boden.

Fig. 614.



artige Gestalt haben; seltener kommen becherförmige, pumpenartige und anders gestaltete Bohrer zur Benutzung. Ihr Durchmesser beträgt 10 bis 15 cm.

Der Schaufelbohrer (Fig. 606 u. 607) besteht aus einem hohlen, seitlich aufgeschlitzten Cylinder, der, je nach dem Zusammenhange der zu erbohrenden Bodenart, mehr oder weniger geschlossen ist und dessen Boden, bezw. dessen Unterkante schraubenartig gestaltet ist. Der Bohrlöffel (Fig. 608 u. 609) hat eine löffelförmige Gestalt und wird in fettem Boden verwendet, aus welchem er beim Drehen dünne Schalen abschneidet. Aehnlich, jedoch vortheilhafter wirkt der Schneckenbohrer (Fig. 610), ist aber schwerer herzustellen. Der mit steileren oder flacheren Schraubenwindungen versehene Schlangenbohrer (Fig. 611) wird nach dem Eindrehen lothrecht empor gehoben, wobei er etwas Bodenmaterial mitnimmt. Ist in nassem Sande zu bohren, so verwendet man entweder den nach Fig. 613 gestalteten Sandlöffel oder aber Sandpumpen, welche eben so wie die gewöhnlichen Kolbenpumpen eingerichtet sind; seltener kommt der Sandbecher (Fig. 612), in welchen der erbohrte, nasse Sand von oben hineinfällt, und die Sandschraube (Fig. 614) zur Anwendung.

¹⁴⁰⁾ FROMMAN, C. W. Die Bohrmethode der Chinesen oder das Seilbohren. Coblenz 1835.

KIND, C. G. Anleitung zum Abteufen der Bohrlöcher. Luxemburg 1842.

ROST, G. H. A. Deutsche Bergbohrer-Schule. Thorn 1843.

BEER, A. H. Erdbohrkunde. Prag 1858.

DEGOUSSE, M. ET CH. LAURENT. Guide du fondeur ou traité théorique et pratique des sondages. 2e édit. Paris 1861.

Das Gestänge besteht meist aus im Querschnitt quadratischen Stangen von geschmiedetem Eisen, die nur selten über 6^m Länge erhalten; die einzelnen Stangen werden durch Verschraubung oder mittels Schwalbenschwänze mit einander verbunden. Man hat aber auch hölzerne Gestänge und solche aus gezogenen Eisenrohren angewendet.

Das Drehen des Gestänges geschieht in der Regel durch einen hölzernen oder eisernen Drehhebel, der am obersten Stück des Gestänges mittels Schrauben oder Keile befestigt wird.

In lockerem Boden müssen die Bohrlochwandungen durch Ausfütterung gegen das Zusammenstürzen gesichert werden. In demselben Masse, als das Bohrloch vorwärts schreitet, treibt man fog. Futterrohre (durch Einrammen oder durch todtten Druck) ein. Dies sind bisweilen hölzerne gebohrte Rohre oder hölzerne Kastenrohre; häufiger sind es gusseiserne, meistens aber aus Eisenblech zusammengenietete Rohre.

β) Drehbohren in steinigem Boden. Für steinigen Baugrund kommen Röhrenbohrer zur Anwendung, deren Krone entweder mit 8 bis 10 stählernen Meisselzähnen oder mit 8 bis 12 schwarzen Diamanten besetzt ist (Fig. 615).

Bohrer und Gestänge sind röhrenförmig; durch den Hohlraum wird Druckwasser bis auf die Sohle des Bohrloches eingeführt; dasselbe steigt zwischen Röhre und Bohrlochwand in die Höhe und fördert dabei das Bohrmehl empor.

Die erste Anwendung von Diamanten zum Gesteinsbohren scheint *Lefschot* gemacht zu haben; in Amerika und durch den englischen Capitän *Beaumont* wurde diese Methode, welche auch englische Bohrmethode heisst, wesentlich vervollkommenet.

Das Gestänge wird am besten aus Stahlrohren von 5 bis 6cm Durchmesser und ca. 2,5^m Länge gebildet; die Verbindung der einzelnen Stücke mit einander geschieht durch Muffen von gleichem oder von größerem Durchmesser.

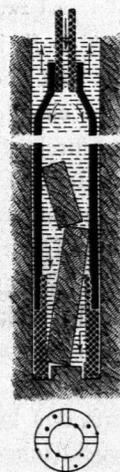
Durch besondere maschinelle Einrichtungen wird das Gestänge in schnelle Drehung (100 bis 200 Umdrehungen in der Minute) versetzt und hierbei ein ringförmiges Bohrloch gebildet. Im Hohlraum des Bohrers bleibt ein Gesteinskern stehen; sobald dieser eine größere Länge erreicht hat, lässt man das Gestänge leer laufen, wobei der Kern vom letzteren, in Folge der Centrifugalkraft, abgebrochen wird. Alsdann kann man denselben hervorholen.

Ein großer Vorzug dieser Bohrmethode ist in der Gewinnung fortlaufender Gesteinskern zu suchen, aus denen man nicht nur ganz genau die Gebirgsart, sondern auch das Einfallen der Schichten erkennen kann. Diefem Vortheil stehen die hohen Kosten des Bohrbetriebes gegenüber.

γ) Stofsbohren. In felsigem und anderem steinigem Boden können Bohrlöcher auch in der Weise hergestellt werden, dass man meisselartig gestaltete Bohrer stofsweise auf das Gestein einwirken lässt; die losgelösten Stein splitter, der fog. Bohrschmand, wird mittels besonderer Vorrichtungen (Bohrlöffel) hervorgeholt.

336.
Drehbohren
in steinigem
Boden.

Fig. 615.



Diamantbohrer.

337.
Stofsbohren.

GÄTZSCHMANN. Die Auffuchung und Unterfuchung von Lagerstätten nutzbarer Materialien. 2. Aufl. Leipzig 1866.

SERLO, A. Bergbaukunde. 2. Aufl. 1. Band. Berlin 1873. S. 50.

STOZ, W. Bohraparat für jedes Gebirge, jede Tiefe und Weite der Bohrverfuche bei Gewinnung von fortlaufenden Gebirgskernen. Stuttgart 1876.

FAUCK, A. Anleitung zum Gebrauche des Erdbohrers. Leipzig 1877.

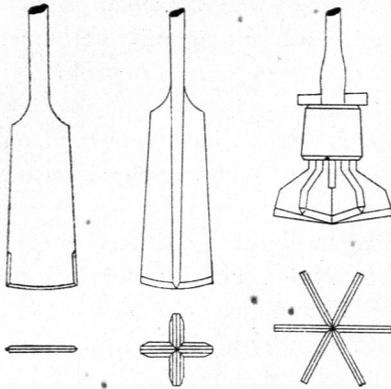
STRIPPELMANN, L. Die Tiefbohrtechnik im Dienste des Bergbaus und der Eisenbahntechnik. Halle 1877.

GEISENDORFER. Appareils de sondage. Paris 1881.

ROMAIN, A. Nouveau manuel du fondeur etc. Paris 1881.

FAUCK, A. Fortschritte in der Erdbohrtechnik. Leipzig 1885.

Fig. 616. Fig. 617. Fig. 618.



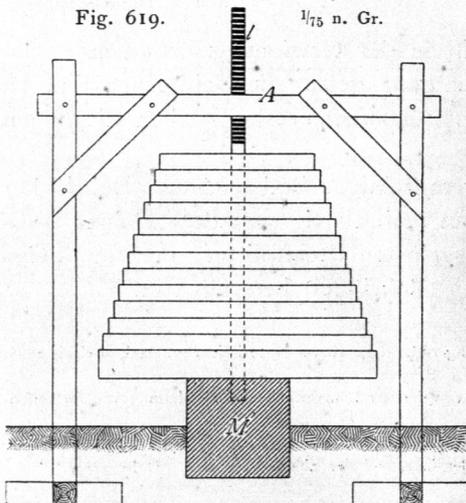
Stofsbohrer.

flattet; letzteres kann durch Menschenhand oder durch Maschinen gehen.

Bei der sog. dänischen Bohrmethode wird mit hohlem Gestänge unter Wasserzufluss von oben gebohrt, und zwar mit kleinen Meißelbohrern von 5 bis 7 cm Durchmesser.

δ) Seilbohren. Das Bohren mit steifem Gestänge hat den großen Nachtheil, daß bei jedesmaligem Hervorholen und Hinablassen des Bohrers das Gestänge in seine einzelnen Theile zerlegt, bezw. aus denselben zusammengesetzt werden muß; hierdurch ist ein großer Zeitverlust bedingt. In Folge dessen hat man mehrfach statt des steifen Gestänges ein Seil angewendet, welches auf einer wagrechten Welle auf- und abgewunden wird; doch ist auch die Seil- oder Jenessische Bohrmethode mit wesentlichen Uebelfänden behaftet, so daß sie keine allgemeine Verbreitung gefunden hat.

5) Probelastungen dienen zur Ermittlung der Tragfähigkeit einer Bodenschicht. Nach Ausschachtung der Baugrube belastet man die Sohle in geeigneter Weise so lange, bis der Baugrund nachzugeben anfängt. Alsdann läßt man die Belastung so lange darauf ruhen, bis kein weiteres Einsinken stattfindet. Aus dem Maß des beobachteten Einsinkens, aus der Größe der Belastung und der Größe der Druckfläche läßt sich die Beanspruchung für die Flächeneinheit berechnen.

Fig. 619. $\frac{1}{75}$ n. Gr.

Probeklastung.

Am häufigsten wird der einfache Meißelbohrer (Fig. 616) angewendet; doch wird auch der Kolbenbohrer mit mehreren sich kreuzenden Schneiden (Fig. 617 u. 618) und der Kronenbohrer nicht selten benutzt, namentlich wenn einzelne festere und größere Steine zertrümmert werden sollen.

Das Gestänge ist ähnlich, wie das unter α beschriebene, eingerichtet; nur kann es hier etwas schwächer gehalten werden. Die Schläge werden in der Weise ausgeführt, daß man über Tag das Gestänge um ein bestimmtes Stück hebt und alsdann fallen läßt. Nach jedem Schläge wird der Bohrer etwas gedreht (gesetzt), damit er stets neue Stellen des Gesteines trifft.

Zu diesem Ende muß über Tag ein besonderes Bohrergerüst errichtet werden, welches das Hervorholen und Hinablassen des Gestänges, so wie das Ausführen der Schläge ge-

führt, daß man Bohlen oder größere, regelmäßig bearbeitete Steine auf die Sohle der Baugrube legt und darauf schwere Gegenstände, wie Baumaterial, Eisenschienen, Bleibarren etc., auf bringt. *Lehmann* empfiehlt¹⁴¹⁾, um sicherere Ergebnisse zu erzielen, nachstehendes Verfahren. Man schachte auf der den Baugrund voraussichtlich bildenden Bodenschicht eine quadratische Grube von etwa 1 m Seitenlänge und 40 bis 50 cm Tiefe aus, ebne die Grube sorgfältig ein und stelle darin einen Mauerklotz *M* (Fig. 619) von Klinkern oder lagerhaften, möglichst großen Bruchsteinen in Cementmörtel her mit thunlichst ebenen Flächen und so hoch, daß derselbe etwa 40 bis 50 cm aus der mit fest zu stampfendem Boden wieder gefüllten Grube hervorragt. In der obersten Schicht mauere man eine im oberen Theile mit einer Scala verfehene Latte *L* ein und errichte über dem Mauerkörper ein Gerüst nach Fig. 619, an dessen wagrechten

¹⁴¹⁾ In: Deutsche Bauz. 1887, S. 403.

Querstück *A* man das Mafs des Einfinkens beobachten kann. Ueber den Mauerkörper strecke man Bahnschienen oder starke Bauhölzer, auf welche die Belastung vorsichtig aufgebracht wird. Durch das Hinabgehen der Latten-Scala wird das Einfinken in den Boden deutlich ersichtlich.

Eine Probelastung kann auch zu dem Zwecke vorgenommen werden, um zu ermitteln, ob ein bestimmter Baugrund eine gewisse Last mit Sicherheit zu tragen im Stande ist. Man bringt das Anderthalbfache bis Zweifache der künftigen Last auf, läßt die Probelast möglichst lange ruhen, etwa einen Winter, und beobachtet während dieser Zeit genau die eintretenden Senkungen. Aus dem Mafs der letzteren, aus ihrer allmählichen Abnahme etc. gewinnt man Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Tragfähigkeit des fraglichen Baugrundes.

Indefs sind solche Untersuchungen niemals ganz zuverlässig, am allerwenigsten bei elastischem Boden. Nimmt man noch hinzu, dafs ein derartiges Verfahren auch zeitraubend und kostspielig ist, so ist Grund genug vorhanden, diese Methode nur wenig in Anwendung zu bringen.

c) Verbefferung schlechten Baugrundes.

Ein schlechter Baugrund, der in Folge zu grofser Prefsbarkeit oder in Folge starken seitlichen Ausweichens nicht geeignet ist, dem Druck eines darauf zu errichtenden Gebäudes zu widerstehen, kann unter Umständen und innerhalb gewisser Grenzen verbeffert¹⁴²⁾, d. h. wenig nachgiebig gemacht werden.

Will man die zu grofse Prefsbarkeit einer Bodenart herabmindern, so wird in der Regel eine künstliche Dichtung derselben vorgenommen; nur selten kommen andere Mittel zur Anwendung. Die wichtigsten hierher gehörigen Methoden sind die folgenden.

1) Man bringt eine gröfsere todte Last auf die Baugrubenfohle. Die letztere wird zunächst mit einer Bohlenlage bedeckt, und auf diese werden grofse Steine, alte Eisenbahnschienen oder andere schwere Gegenstände in thunlichst gleichmäfsiger Weise ausgebreitet. Wenn auch auf diese Weise ein geringes Zusammenpressen des Baugrundes erzielt werden kann, so ist der Erfolg im Allgemeinen doch ein wenig nennenswerther. (Vergl. auch das im vorhergehenden Artikel über Probelastungen Gefagte.)

339-
Todte Last.

2) Etwas besser wirkt bei gewissen Bodenarten das Abrammen der Sohle der Baugrube. Dazu dient die gewöhnliche Handramme, die je nach dem Gewichte von 2 bis 4 Mann gehandhabt wird. Wirkfamer, wenn auch theurer, würde ein Abwalzen der Baugrubenfohle sein, welches mit Hilfe von schweren Steinwalzen oder von mit Sand, event. mit Wasser gefüllten Eisenwalzen (ähnlich wie im Strafsenbau) vorgenommen werden könnte. Allein auch der Erfolg des Rammens, bezw. Walzens ist ein verhältnismäfsig geringer, da die Dichtung des Bodens nur auf eine sehr geringe Tiefe hervorgebracht wird; in der Tiefe des Grundwasserspiegels ist die Wirkung ganz abgeschwächt. Durchweichter Lehm- und Thonboden, lockerer Sandboden etc. können auf diese Weise niemals gedichtet werden.

340-
Rammen.

3) Lose aufgeschüttete Schichten von groberem Sand oder feinerem Kies können dadurch widerstandsfähiger gemacht werden, dafs man denselben in vorsichtiger und

341-
Begiefsen
mit
Wasser.

¹⁴²⁾ Unter »Verbefferung schlechten Baugrundes« sollen im Vorliegenden nicht etwa dieselben Einrichtungen und Vorrichtungen verstanden werden, die man in einigen Theilen Deutschlands und in manchen Büchern und Zeitschriften unter dem Namen »künstliche Befestigung des Baugrundes« zusammenfaßt. Unter der letzteren, wenig zweckmäfsigen Bezeichnung werden nicht nur die Mittel verstanden, die dazu dienen, stark nachgiebigen Baugrund weniger nachgiebig zu machen, sondern auch Fundament-Constructions, wie Schwellroste, Pfahlroste etc. Letztere sollten indess niemals als Mittel zur Befestigung des Baugrundes angesehen werden; vielmehr sind dies entweder die Fundamente selbst oder doch der wesentlichste Theil derselben. Vergl. die Begriffsbestimmung des »Fundamentes« in Art. 320 (S. 231).

ausgiebiger Weise Wasser zuführt. Hierdurch werden die einzelnen Körner näher an einander geschoben und die Zwischräume kleiner.

342.
Einrammen
von
Schutt etc.

4) Bei den meisten weichen Bodenarten, selbst bei durchweichtem Lehm- und Thonboden und bei Triebfand, läßt sich ein nennenswerthes Ergebniss erzielen, wenn man in den Baugrund mehrere Lagen von Bauschutt oder Steinschlag einrammt. Es geschieht dies mit Hilfe schwerer Handrammen oder besser mit einfachen Zugrammen, deren Gerüst auf dem Terrain, zu beiden Seiten der Baugrube, aufgestellt wird und deren Rammklotz ein Gewicht von 100 bis 150 kg hat.

Es wird zunächst eine 25 bis 30 cm dicke Schicht von Bauschutt, Steinschlag, Wacken etc. auf der Sohle der Baugrube ausgebreitet und diese so lange gerammt, bis zwischen den Steinbrocken das lockere Bodenmaterial hervorquillt. Hierauf wird eine zweite, erforderlichen Falles noch eine dritte, eben so dicke Schicht aufgebracht und gleichfalls fest gerammt. Man hat für eine auf diese Weise gebildete Schicht wohl auch die wenig glückliche Bezeichnung »Ramm-Beton« gewählt.

Bei Gründungen am und im Wasser darf dieses Verfahren niemals angewendet werden, selbst dann nicht, wenn das Fundament von einer Spundwand umschlossen wird.

343.
Einrammen
von
Steinen.

5) Das eben beschriebene Verfahren führt zu einem noch günstigeren Ergebniss (namentlich bei durchweichtem Lehm- und Thonboden), wenn man statt kleinerer Steinbrocken grössere (mindestens faustgrosse) Steine in den Boden einrammt. Am besten ist es, die Steine hochkantig auf die Sohle der Baugrube zu stellen und dieses Rollschicht-Pflaster mit Hilfe einer Zugramme fest zu stampfen.

344.
Einrammen
von
Pfählen.

6) Die Dichtung des Baugrundes kann in noch höherem Masse erzielt werden, wenn man Pfähle von etwa 1 bis 2 m Länge in denselben einschlägt. Je näher die einzelnen Pfähle an einander gestellt werden, desto ausgiebiger wird die Dichtung des Bodenmaterials; man kann dieselbe so lange steigern, als nicht durch das Einrammen eines neuen Pfahles andere herausgetrieben werden. Es ist hierbei darauf zu achten, daß die Pfähle stets unter dem Grundwasserspiegel bleiben.

Dieses Verfahren ist zwar in seinem Erfolge günstig, verursacht jedoch grosse Kosten.

345.
Sandpfähle.

7) Die Kosten des eben beschriebenen Verfahrens lassen sich etwas herabmindern, wenn man den Pfahl, nachdem man ihn eingerammt hat, wieder herauszieht und den zurückgebliebenen Hohlraum mit reinem Sande ausfüllt. Obwohl durch derlei Füll- oder Sandpfähle gleichfalls eine nicht unbedeutende Dichtung des Baugrundes erlangt werden kann, so sind doch die Kosten dem unter 6 angeführten Verfahren gegenüber nicht wesentlich geringer, weil das Ausziehen der eingerammten Pfähle einen grossen Kraftaufwand erfordert.

Füll- oder Sandpfähle lassen sich auch als mit Sand gefüllte Bohrlöcher auffassen; sie unterscheiden sich jedoch von den gewöhnlichen Bohrlöchern dadurch, daß der Inhalt eines Loches nicht herausgefördert, sondern seitlich verdrängt und an dessen Stelle reiner Sand eingebracht wird. Man hat wohl auch statt der Holzpfähle eiserne Röhrenpfähle angewendet, wenn der Boden so locker ist, daß beim Herausziehen des Holzpfahles das Loch sich wieder schließt. Derlei Pfähle werden aus Blechrohren gebildet, die am unteren Ende einige Schraubengänge tragen. Mit Hilfe der letzteren wird der Pfahl in den losen Boden eingedreht. Nunmehr führt man in den Hohlraum des Pfahles Wasser ein, das durch eine unten angebrachte Klappe ausfließt. Beim Zurückdrehen des Pfahles füllt das Wasser das Bohrloch aus und verhütet den Rücktritt des verdrängten Bodens.

346.
Verfeinerung.

8) Um Triebfand tragfähig zu machen, ist auch schon der Gedanke angeregt worden, durch Zuführung geeigneter Flüssigkeiten den Sandboden auf chemischem Wege in eine steinartige Masse zu verwandeln.

Man könnte in den Triebfand durchlöchernde Eisenrohre einsenken und die betreffende Flüssigkeit

einpressen; man könnte in solcher Weise unbrauchbaren Baugrund mittels Einspritzen einer erhärtenden Flüssigkeit in Stein verwandeln ¹⁴³⁾.

9) Nasse Lehm- und Thonschichten lassen sich am besten durch eine vollständige und dauernde Entwässerung tragfähig machen. Meistens wird eine solche Entwässerung mittels der sog. Drainage vorgenommen.

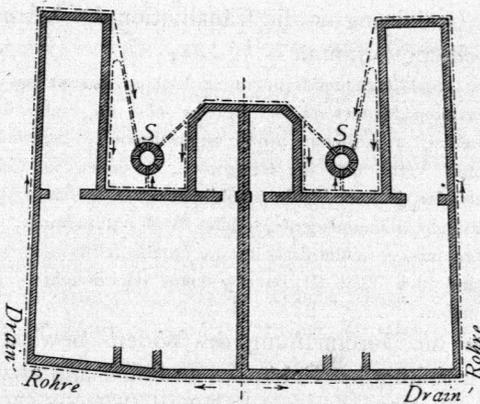
Letztere geschieht mit Hilfe von Sickergräben oder mittels der bekannten, zur Wiesen-Drainage verwendeten Drainrohre oder durch beide Mittel zugleich.

Die Sickergräben (auch Drains genannt) sind oben geschlossene Gräben, welche das Wasser aus dem Boden aufzufangen und abzuführen haben. Man füllt diese Gräben entweder mit rundlichen Steinen (von 5 bis 6 cm Durchmesser) aus, wodurch die sog. Steinfiler entstehen; oder man verwendet die bekannten Drainrohre (Thonrohre von etwa 25 cm Länge, die ohne weitere Verbindung stumpf an einander gelegt werden), wie sie zur Wiesenentwässerung benutzt werden. Die Steinfiler erhalten ein Sohlengefälle von mindestens 1 : 150; besser ist es bis 1 : 100 zu gehen; die Sohlenbreite, welche von der Menge des abzuführenden Wassers abhängt, beträgt 25 bis 30 cm. Die Drainrohre müssen ein um so stärkeres Gefälle erhalten, je enger sie sind; dasselbe ist mit 1 : 200 bis 1 : 50 zu wählen. Die Weite der Drainrohre, die sich gleichfalls nach der abzuführenden Wassermenge richtet, beträgt 2,5 bis 10 cm; doch genügt meist eine Weite von 5 cm. Drainrohre sind dort besonders zweckmäßig, wo der Boden durchlässig ist; bei weniger durchlässigem Boden faugt ein Steinfiler mehr Wasser auf. Wenn die wasserführende Schicht eine größere Mächtigkeit hat, so kann man auch Steinfiler und Drainrohre gleichzeitig in Anwendung bringen; das Steinfiler führt alsdann den Drainrohren das Wasser zu.

Ist der Boden nur wenig nass, so genügen einzelne Sickergräben, die in angemessener Entfernung von einander angeordnet und hauptsächlich längs der Außen- (Fundament-) Mauern des betreffenden Ge-

347.
Entwässerung.248.
Drainirung.

Fig. 620.

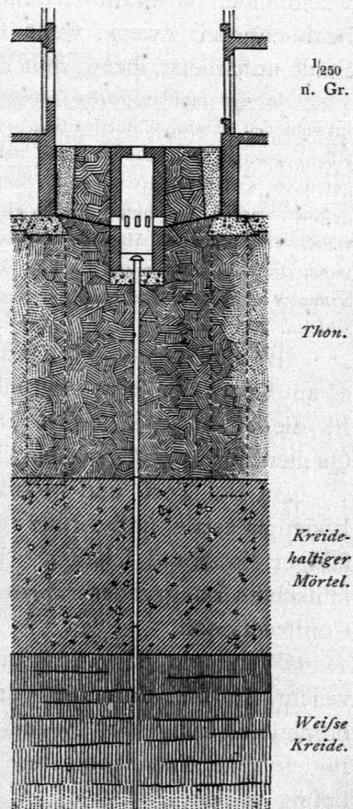
Grundplan. — $\frac{1}{500}$ n. Gr.Entwässerung des Baugrundes beim Bau zweier Häuser zu Paffy ¹⁴⁴⁾.

Arch.: Lethorel.

bäudes angelegt werden. Ist ein größeres Grundstück, dessen Boden stark durchnässt ist, zu entwässern, so ordnet man einen Hauptdrain an, von dem Seitendrainen ausgehen; von den letzteren können unter Umständen wiederum Saugdrains abzweigen. Der Hauptdrain folgt entweder der Richtung der stärksten Durchnässung oder der Richtung des stärksten Gefälles.

Das durch die Drainrohre gefammelte und nach einem passend gewählten, tief gelegenen Punkte geleitete Wasser wird,

Fig. 621.



Schnitt durch einen Entwässerungsschacht.

¹⁴³⁾ Siehe hierüber: Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 344.¹⁴⁴⁾ Nach: *Semaine des const.*, Jahrg. 9, S. 90, 91.

wenn ein geeigneter natürlicher Sammler vorhanden ist, nach diesem geführt; sonst muß man Brunnen anlegen, welche das gesammelte Wasser aufnehmen¹⁴⁵⁾.

349-
Beispiel.

Zur Erläuterung des Gefagten sei¹⁴⁴⁾ hier die von *Lethorel* bei der Gründung von zwei Häusern in Paffy angewendete, durch Fig. 620 u. 621 veranschaulichte Entwässerungs-Anlage vorgeführt.

Der tragfähige Baugrund besteht in diesem Falle aus, einer undurchlässigen Thonschicht; sobald dieselbe vom Wasser erweicht wird, wird sie vollständig nachgiebig. Es mußte deshalb das einsickernde Meteorwasser und das Wasser der Umgebung von der Thonschicht fern gehalten werden.

Zu diesem Ende ist für jedes der beiden auf Senkbrunnen fundirten Häuser je ein Entwässerungsschacht *S* angelegt worden, der in seinem oberem Theile wasserdicht gemauert ist; von der gleichfalls wasserdichten Sohle dieses gemauerten Vorfachtes sind eiserne Rohre von 20, 16 und 12 cm abgelenkt, und zwar bis in die Kreideschicht; die untersten Rohrstücke sind durchlöchert, und das Wasser verfließt im Boden. Das oberste Rohrstück ragt über der Vorfachtssohle hervor, so daß rings um dasselbe eine Art Schlammfang entsteht. Sämmtliche Außenmauern der beiden Häuser sind, so weit sie vom Erdreich begrenzt sind, durch einen wasserdichten Mörtelputz geschützt. An letzteren anschließend wurde ringsum ein 40 cm weiter Entwässerungsgraben angelegt, dessen Sohle von einer Hammer Schlag-Beton-Schicht gebildet wird; auf letztere kommen die das ganze Gebäude umziehenden Drainrohre zu liegen; schließlich ist der Graben mit trockenem Hammer Schlag zugefüllt. Die Drainrohre sind im Gefälle von 1 : 50 verlegt und nach den beiden Entwässerungsbrunnen geführt.

Das von der Straßen- und Hofoberfläche einsickernde, eben so das von den Hausgärten zufließende Wasser wird durch die beschriebene Anlage abgefangen, bevor es an die Kellermauern gelangt. Um auch ein Eindringen des Wassers durch die Kellerfohle zu verhüten, ist auf derselben zunächst ein 25 cm dickes Sandbett ausgebreitet und über diesem eine 40 cm dicke Beton-Schicht ausgeführt.

350.
Städtische
Canalisation.

Eine Drainirung des Baugrundes ist auch in größeren Städten das vortheilhafteste Mittel, wenn man einen zu hohen Grundwasserspiegel senken, bezw. einen wechselnden Grundwasserstand fixiren will. Am vollkommensten erreicht man den beabsichtigten Zweck, wenn man diese Drainirung an die Canalisation der betreffenden Stadt anschließt, bezw. mit Hilfe derselben vornimmt.

In den meisten Fällen genügt die Anlage eines fachgemäßen unterirdischen Canalnetzes mit entsprechenden Hausanschlüssen allein, um das Fundament-Mauerwerk der Häuser und die Kellerräume derselben trocken zu erhalten und dem die Verwesung organischer Stoffe begünstigenden Schwanken des gesenkten Grundwasserstandes ein Ende zu machen. Wenn man die Baugruben, in denen die Canäle ausgeführt werden, in einer gewissen Höhe mit Kies oder grobem Sande verfüllt, so entsteht längs der Canalwände ein zusammenhängendes Netz von durchlässigen Sickeranlagen, welche Wasser aufnehmen, dasselbe, indem sie dem Gefälle der Canäle folgen, abführen und es schließlich an die Canäle selbst oder an andere Sammler abgeben. Näheres über diesen Gegenstand ist in Theil III, Band 5 dieses »Handbuches« (Abth. IV, Abchn. 5, B, Kap. 7, a, Art. 136 u. 149) zu finden.

351.
Quellen.

Ist eine Quelle vorhanden, welche die Durchnässung des Bodens bewirkt, so ist es am besten, dieselbe oberhalb des zu errichtenden Gebäudes zu fassen und abzuleiten. Ist dies nicht möglich, so muß die Quelle auf der Baustelle selbst in einer sog. Quellenstube gefaßt werden, aus der das Wasser mittels eines Canals abgeleitet wird.

352.
Erfatz
durch besseren
Boden.

10) Bei Torf- und Moorboden läßt sich bisweilen durch Beseitigung des lockeren Bodenmaterials und Erfatz durch besseres Material, wie Kies, Sand etc. ein tragfähiger Baugrund schaffen. Indes ist dieses Mittel weniger unter die »Verbesserung schlechten Baugrundes« einzureihen, bildet vielmehr den Uebergang zu den Fundament-Constructionen.

353.
Mittel
gegen
Ausweichen.

Wenn ein Baugrund unter dem auf ihn ausgeübten Druck stark seitlich ausweicht, so läßt sich dies durch Umschließung mit Spund- und Pfahlwänden oder durch Belastung des Bodens um das Fundament herum verhüten. Bei breiigem Boden kann man indes bei Anwendung solcher Mittel keineswegs auf einen sicheren Erfolg zählen.

¹⁴⁵⁾ Vergl. auch : Die in Amerika gebräuchliche Praxis der Drainirung von Wohnhäusern. Wiener Bauind.-Ztg. 1885, S. 456.