



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Konstruktions-Elemente in Stein, Holz und Eisen, Fundamente

Marx, Erwin

Stuttgart, 1901

1. Kap. Baugrund

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

- Allgemeine Uebersicht der Fundirungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendung des Eisens. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1862, S. 172.
- SCHWARZ, F. Der Grundbau. Berlin 1865.
- CHLÖLICH-LÖWENSBERG, H. v. Anleitung zum Wasserbau. Abth. 3: Entwässerungen und Bewässerungen, Kanal- und Kammerfleufenbau, Fundirungen, Seebau. Stuttgart 1865. S. 100.
- FOY, J. *Étude générale sur les fondations. Nouv. annales de la const.* 1865, S. 168, 174; 1866, S. 4.
- DEBAUVE, A. *Procédés et matériaux de construction. Tome II: Fondations.* Paris 1865.
- MENZEL, C. A. Die Gründungsarten der Gebäude und die Behandlung des Baugrundes. Herausg. u. verb. von C. SCHWATLO. Halle 1866.
- KNAPP's großes Vorlagwerk aus dem Gesamtgebiete der Bau-, Ingenieur-Wissenschaft und Gewerbskunde. Heft I: Gründungen. Halle 1871.
- MENZEL, C. A. & 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. Band 3: Eisen- und Fundations-Constructions. München 1877. S. 275.
- KLASEN, L. Handbuch der Fundirungs-Methoden im Hochbau, Brückenbau und Wasserbau. Leipzig 1879. — 2. Aufl. 1894.
- FELDEGG, E. v. Allgemeine Constructionslehre des Ingenieurs. Nach Vorträgen von R. BAUMEISTER. Carlsruhe 1879. Theil II: Fundirungen.
- POWELL, G. T. *Foundations and foundation walls for all classes of buildings.* New-York 1879. — Neue Ausg. 1885.
- Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Band I. Leipzig 1880. S. 695: Grundbau. — 3. Aufl. Band I, Abth. 3, S. 1: Der Grundbau. Von L. v. WILLMANN. Leipzig 1900.
- BROWN, C. *Healthy foundations for houses.* New-York 1885.
- LYMAN, J. F. *Building foundations.* Building, Bd. 4, S. 45, 87, 140, 183, 283.
- KIDDER, F. E. *Building construction and superintendence. Foundations. Architecture and building.* Bd. 18, S. 208, 231, 255.
- Handbuch der Baukunde. Abth. III, Heft 1: Der Grundbau. Von L. BRENNER. Berlin 1887. — Ergänzungen zum Grundbau. Berlin 1895.
- STRUCKEL, M. Der Grundbau etc. Helsingfors 1895.

I. Kapitel.

B a u g r u n d.

a) Beschaffenheit des Baugrundes.

336.
Technische
Anforderungen.

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

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

337.
Festigkeit.

1) Die Beschaffenheit des Baugrundes hängt in erster Reihe von seiner Festigkeit ab, d. h. von seiner Widerstandsfähigkeit gegen den vom Bauwerk ausgeübten Normaldruck. Bezüglich dieser Eigenschaft der verschiedenen Bodenarten unterscheidet man preßbaren und unpreßbaren Baugrund. Zu letzterem gehören

alle Bodenarten, welche dieselbe oder eine grössere Druckfestigkeit wie das Fundamentmauerwerk besitzen; alle übrigen Bodenarten werden als preßbare bezeichnet.

Zum unpreßbaren Baugrund gehören die massigen Felsarten (Basalt, 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 aufruhren. Bei den preßbaren Bodenarten ist das gegenseitige Verhältnis zwischen dem vom Bauwerk ausgeübten Normaldruck und dem Mafß der Preßbarkeit für die Beschaffenheit des Baugrundes entscheidend. Ueber die Grenzen, welche in dieser Richtung noch zulässig sind, bezw. welche einen Baugrund als überhaupt noch brauchbar erscheinen lassen, wird später die Rede sein.

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 infolge dessen auch schlecht; ebenso wird eine weniger gute Bodenart dadurch, daß sie in dünner Lage auf einer ganz festen Schicht aufruhrt, etwas besser.

Hat die tragfähige Schicht eine genügende Mächtigkeit, ruht sie aber auf einer weicheren Schicht auf, so muß man bei Ausführung des Fundaments die erstere möglichst wenig schwächen, d. h. man muß das Fundament thunlichst wenig in die tragfähige Schicht versenken. Hat man z. B. unter dem zu errichtenden Gebäude Kellerräume anzulegen, so ist man allerdings genötigt, von der tragfähigen Schicht so viel abzugraben, als die gewünschte Kellertiefe es erfordert. Bei geringerer 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 das Abgleiten einzelner Schichten begünstigt werden kann, desto mehr verliert der fragliche Baugrund an Güte.

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

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

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

338.
Mächtigkeit
der
Schichten.

339.
Neigung
der
Schichten.

340.
Wasser.

341.
Ver-
änderungen.

342.
Einteilung
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 unterteilen:

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, sowie 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 Teile enthält und wenn er nicht künstlich (durch Wasserschöpfen) oder natürlich (durch Aufheben des Gleichgewichtes im Wasser) in Triebfand verwandelt werden kann¹⁵⁵⁾.

3) Schlechter Baugrund, d. i. solcher Boden, der zwar nicht knetbar ist, aber jedem etwas stärkeren Drucke nachgiebt, dabei zum Teile seitlich 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 Preßbarkeit halber einen schlechten Baugrund, sondern auch wegen ihres bedeutenden Gehaltes an mineralischen und organischen Stoffen, welche das Mauerwerk in schädlicher Weise beeinflussen. Zu den ersteren gehören insbesondere die Chloralze, zu letzteren stickstoffhaltige Beimengungen, welche durch die Bodenfeuchtigkeit in Verwesung geraten und die Bildung des sog. Mauerfraßes veranlassen. Insbesondere ist der Grund und Boden unserer Städte häufig durch eingefickerte Fäkalflüssigkeit ganz verdorben.

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

343.
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 deshalb, weil sie infolge ihres starken Humusgehaltes leicht Anlaß zur Schwammbildung 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 Konstruktion und Ausführung des Fundaments selbst dem Bauwerk die erforderliche Standfestigkeit

¹⁵⁵⁾ Aller Sand kann Triebfand werden, der feine am leichtesten.

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 gefetzt werden, wenn sie einen verhältnismäßig nur kleinen Druck ausüben und wenn ein geringes Setzen des Gebäudes für seinen 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.

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 Tieren 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 darf¹⁵⁶⁾. In unseren Städten ist es hauptsächlich das Grundwasser, welches Kellerwohnungen und andere unterirdische Räume feucht macht, und im wesentlichen ist es der Inhalt von Abortgruben, Unratskanälen, Stall- und Kehrriechgruben, welcher bei schlechter Konstruktion dieser Anlagen in den umgebenden Boden sickert und denselben dadurch verpestet. Auf dem flachen Lande treten diese Uebelstände infolge der daselbst herrschenden Bauweise weniger stark auf; dort ist namentlich der sumpfige Boden, welchem die bekannten schädlichen Sumpfgase ihre Entstehung verdanken, nachteilig. (Siehe auch Teil III, Band 4 u. 5 dieses »Handbuches«, S. 1 u. ff.¹⁵⁷⁾.

344-
Gesundheits-
liche
Anforderungen.

Ohne den Wert und die Bedeutung dieser gesundheitlichen Anforderungen zu verkennen, haben dieselben für den Architekten, sobald er die Beschaffenheit eines Baugrundes als gut oder schlecht zu bezeichnen hat, doch im allgemeinen nur einen akademischen Charakter. In unseren Städten und auch an anderen Orten ist die Baustelle in der Regel so scharf oder doch innerhalb so enger Grenzen gegeben, daß das Gebäude, unbekümmert ob der Baugrund in gesundheitlicher Beziehung entspricht oder nicht, daselbst ausgeführt werden muß. Die Hauptaufgabe des Architekten besteht alsdann nur darin, durch zweckmäßige Konstruktion der Fundamente des Gebäudes und seiner sonstigen Teile den gesundheitschädlichen Einfluß des Baugrundes möglichst unwirksam zu machen¹⁵⁸⁾.

Gegen das Eindringen der Grundluft in die Kellerräume sichert eine unter dem ganzen Gebäude durchgehende Betonschicht; eine Lage von fettem Thon ist nicht so wirksam. Soll auch die das Gebäude umgebende Bodenschicht keine Grundluft an daselbe abgeben, so muß man die Kellermauern nach außen freilegen, was durch Anordnung eines ringsum laufenden Luft- oder Isoliergrabens¹⁵⁹⁾ erreicht wird.

¹⁵⁶⁾ 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 langsamer 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, Unratskanäle, Kehrriech- und Düngergruben etc.) zugeführt werden. (Siehe: PETTENKOPFER, M. v. Der Boden und sein Zusammenhang mit der Gesundheit des Menschen. Berlin 1882.)

Die Grundluft strömt durch die Sohle der Kellerräume in das Innere der Gebäude ein; das Emporsteigen derselben wird schon durch die Gleichgewichtsstörungen befördert, denen die Innenluft durch das Öffnen von Thüren und Fenstern, durch die Verschiedenheit in der Temperatur der einzelnen Innenräume etc. unterworfen ist, am meisten aber durch die Einrichtungen für Heizung und Lüftung des Gebäudes, sowie durch die sonst vorhandenen Feuerstellen, Schornsteine etc.

¹⁵⁷⁾ Siehe auch: Die Hausfundierung in gesundheitlicher Beziehung. Deutsches Bauwksbl. 1892, S. 498, 512 — ferner: PROSKAUER, B. Ueber die hygienische und bautechnische Untersuchung des Bodens auf dem Grundstücke der Charité und des sog. »Alten Charité-Kirchhofes«. Zeitschr. f. Hygiene, Bd. 11, S. 3.

¹⁵⁸⁾ Vergl. HASSELBERG, E. v. Ueber den Baugrund der Wohnhäuser. Deutsche Viert. f. öff. Gesundheitspf. 1870, S. 35.

¹⁵⁹⁾ Siehe auch Teil III, Bd. 2, Heft 1 (Abt. III, Abschn. 1, A, Kap. 12: »Schutz der Wände gegen Feuchtigkeit«).

Durchgehende Betonschicht sowohl, als auch Luftgräben dienen gleichfalls dazu, um die Bodenfeuchtigkeit vom Gebäude abzuhalten. Von anderen Mitteln, das Eindringen von Grundwasser in die Kellerräume und das Feuchtwerden des Mauerwerkes etc. zu verhüten, wird noch später die Rede sein.

b) Untersuchung des Baugrundes.

345-
Allgemeines.

Da von der Beschaffenheit des Baugrundes zum großen Teile die Konstruktion und Ausführung der Fundamente abhängt, da ferner der Bestand eines Bauwerkes wesentlich durch die richtige Gründung desselben bedingt ist, erscheint es von großer Wichtigkeit, von vornherein die Bodenbeschaffenheit der in Aussicht genommenen Baustelle genau zu kennen. In manchen Fällen liegen in dieser Beziehung bereits die nötigen Erfahrungen vor, indem z. B. in der unmittelbaren Nähe der Baustelle bereits Gründungen ausgeführt worden sind, oder die geologischen Verhältnisse sind so einfach und untrüglich, daß sie einen zuverlässigen Anhaltspunkt gewähren; alsdann sind besondere Vorarbeiten, welche die eingehende Ermittlung der Bodenbeschaffenheit bezwecken, nicht erforderlich.

Sobald jedoch solche Anhaltspunkte nicht vorliegen, sind besondere Bodenuntersuchungen vorzunehmen; dieselben sollten in solchen Fällen niemals unterlassen und stets auf das sorgfältigste vorgenommen werden. Nur auf Grundlage der genauesten Untersuchungen dieser Art läßt sich das richtige Gründungsverfahren wählen, und nur in solcher Weise lassen sich spätere Rekonstruktionsarbeiten, welche stets sehr zeitraubend und kostspielig sind, vermeiden; unter Umständen kann bloß auf diesem Wege dem baldigen Verfall eines Bauwerkes vorgebeugt werden.

Die Untersuchung des Baugrundes hat die Bodenforten festzustellen, welche auf der Baustelle vorhanden sind. Hierbei genügt es nicht, bloß die Aufeinanderfolge der verschiedenen Bodenschichten zu ermitteln; sondern es müssen auch ihre Mächtigkeit und Neigung festgestellt werden. Auf einer ausgedehnteren Baustelle genügt es ferner nicht, nur zu untersuchen, wie die Bodenschichten übereinander wechseln; vielmehr muß auch ermittelt werden, ob nicht nebeneinander gelegene Teile 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; dies wird insbesondere dann erforderlich, wenn nachteilige Veränderungen des Baugrundes durch Wasser, Rutschungen etc. nicht ausgeschlossen sind.

Zu den Bodenuntersuchungen gehört in gewissem Sinne auch die Ermittlung der Grundwasserhältnisse; die Kenntnis des höchsten Grundwasserspiegels ist hauptsächlich für die Ausführung, die Kenntnis des niedrigsten Grundwasserspiegels häufig für die Konstruktion des Fundaments maßgebend. In gleicher Weise ist bei Bauwerken an den Ufern von Flüssen, Seen etc., ebenso bei Bauwerken, welche in solchen Gewässern zu errichten sind, die Kenntnis 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 im wesentlichen sechs Verfahren der Bodenuntersuchung, nämlich: das Aufgraben des Bodens, die Untersuchung mit dem Sondiereisen, das Einschlagen von Probepfählen, die Anlage von Bohrlöchern, die Probelastungen und die Anwendung von *Mayer's* Fundamentprüfer.

1) Aufgraben des Bodens. Dies ist das sicherste und beste Verfahren der Bodenuntersuchung. Indem man auf der Baustelle an verschiedenen, passend gewählten Punkten Vertiefungen ausgräbt, hat man die Lage und Beschaffenheit der Bodenschichten, sowie ihre 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 notwendige Wasserschöpfen werden nicht nur die Kosten erhöht; bei manchen Bodenarten (Kies, Sand etc.) wird dadurch auch die Beschaffenheit derselben geändert.

Bei geringerer Tiefe werden einzelne Gruben mit möglichst steilen Wandungen ausgehoben; bei größerer Tiefe ist man genötigt, in bergmännischer Weise sog. Probe- oder Versuchsschächte abzuteufen, nötigenfalls auszubauen. Die Gruben müssen eine so große Sohle erhalten, daß ein bis zwei Arbeiter sich darauf bewegen können; die Schächte erfordern in der Regel eine größere Grundfläche, weil darin auch noch Vorrichtungen zum Emporfchaffen der ausgegrabenen Bodenmassen angebracht werden müssen.

2) Sondieren¹⁶⁰⁾. Das Sondier- oder Visitiereisen, auch Sondiernadel genannt, ist eine Eisenstange von 2,00 bis 3,50 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. 643), einem Bügel (Fig. 645) oder einem Drehhebel (Fig. 644) versehen. Bei größerer Tiefe setzt man das Sondiereisen aus zwei oder drei Stücken zusammen, die miteinander verschraubt werden (Fig. 645).

Fig. 643.

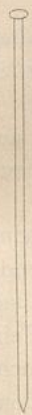
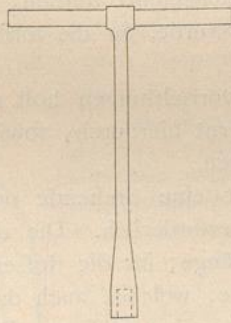
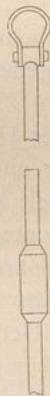


Fig. 644.



Sondiereisen.

Fig. 645.



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. 643), einem Bügel (Fig. 645) oder einem Drehhebel (Fig. 644) versehen. Bei größerer Tiefe setzt man das Sondiereisen aus zwei oder drei Stücken zusammen, die miteinander verschraubt werden (Fig. 645).

Aus dem geringeren oder größeren Widerstand beim Eindringen des Sondiereisens in den Boden, ferner aus dem Gefühle beim Hineinstossen desselben, endlich aus den Bodenteilchen, 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 Sondiereisen wird in vielen Fällen als einziges Untersuchungsverfahren benutzt; sie kann aber auch mit großem Vorteil Verwen-

¹⁶⁰⁾ Unter Sondierungen versteht man häufig nicht nur Bodenuntersuchungen mit dem Sondier- oder Visitiereisen, sondern jede Art von Bodenuntersuchung.

dung finden, wenn man bereits durch Ausgraben eine feste Bodenschicht gefunden hat und sich von der Mächtigkeit derselben, bezw. von der Beschaffenheit der tiefer liegenden Schichten überzeugen will. Das Sondieren kann auch dann ausgeführt werden, wenn der zu untersuchende Baugrund unter Wasser steht. Man benutzt für diesen Fall wohl auch Sondiernadeln, die in verschiedenen Höhen mit fog. Taschen versehen sind, d. h. mit Oeffnungen, welche durch die ganze Dicke des Eisens hindurchgehen und sich mit den Erdteilchen der durchstoßenen Schichten anfüllen.

348.
Einschlagen
von
Probepfählen.

3) Einschlagen von Probepfählen. Dieses Verfahren ist nur eine etwas abgeänderte Anwendung des Sondiereisens; man erhält durch dieselbe nur über die Widerstandsfähigkeit, nicht aber über die Schichtung des Baugrundes Aufschluss. Aus dem langsamen oder schnellen Eindringen des Pfahles bei einer gewissen Anzahl von Rammschlägen, bei einem bestimmten Gewicht und einer bestimmten Fallhöhe des Rammbaren, urteilt man über die Festigkeit des Baugrundes. Man wendet dieses Verfahren namentlich dann an, wenn man glaubt annehmen zu dürfen, daß eine Pfahlgründung notwendig werden wird; man erfährt alsdann, wie lang die anzuwendenden Pfähle sein müssen, welches Gewicht der Rammbar haben, wie groß seine Fallhöhe etc. sein muß.

349.
Erd-
bohrungen.

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 Kenntnis der Beschaffenheit der einzelnen Schichten ankommt, und wenn die Untersuchung auf eine größere Tiefe ausgedehnt werden soll.

Die Bohrlöcher, die mittels der fog. Erdbohrer ausgeführt werden, erhalten 7 bis 15^m Weite und übersteigen, wie schon angedeutet wurde, für die vorliegenden Zwecke selten 20^m Tiefe¹⁶¹⁾.

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

Bei der Ausführung der Bohrarbeit ist entweder eine drehende oder eine stoßende, 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 übrigen muß auf die einschlägige Literatur¹⁶²⁾ verwiesen werden.

¹⁶¹⁾ Für andere Zwecke, wie z. B. für artesische Brunnen, bergmännische Zwecke etc., werden viel weitere (50^m und darüber) Bohrlöcher angewendet und sehr bedeutende Tiefen (1200^m und mehr) erreicht.

¹⁶²⁾ 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.

DEGOUSSÉE, M. & CH. LAURENT. *Guide du fondeur ou traité théorique et pratique des fondages*. 2. Aufl. Paris 1861.

GÄTZSCHMANN. Die Aufführung und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Materialien. 2. Aufl. Leipzig 1866.

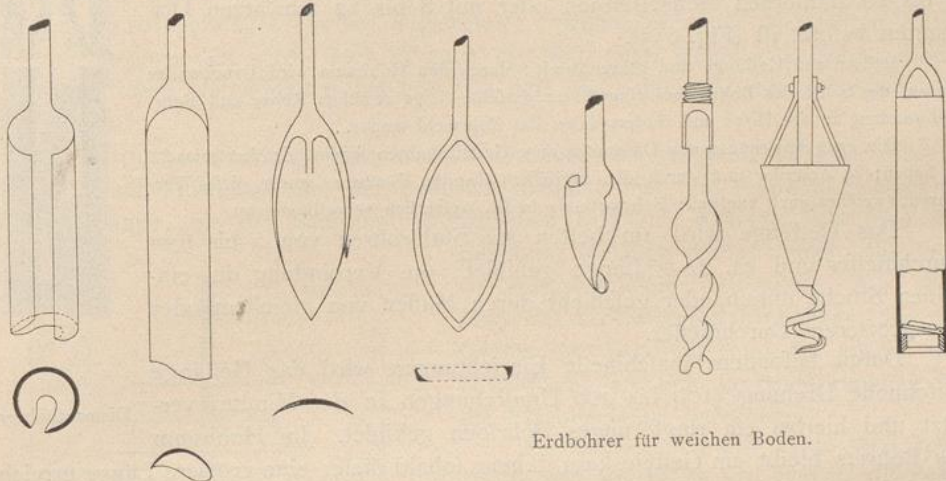
SERLO, A. Bergbaukunde. 2. Aufl. Bd. 1, Berlin 1873. S. 50.

α) Drehbohren in weichem Boden. Für weichere und lockere Bodenarten werden meist Bohrer verwendet, welche eine cylindrische, schaufelförmige oder löffelartige Gestalt haben; feltener kommen becherförmige, pumpenartige und anders gestaltete Bohrer in Benutzung. Ihr Durchmesser beträgt 10 bis 15 cm.

350.
Drehbohren
in weichem
Boden.

Das Gestänge besteht meist aus im Querschnitt quadratischen Stangen von geschmiedetem Eisen, die nur selten über 6 m Länge erhalten; die einzelnen Stangen

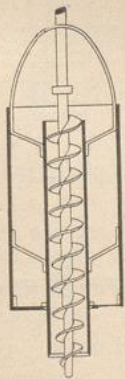
Fig. 646. Fig. 647. Fig. 648. Fig. 649. Fig. 650. Fig. 651. Fig. 652. Fig. 653.



Erdbohrer für weichen Boden.

werden durch Verschraubung oder mittels Schwalbenschwanz miteinander verbunden. Man hat aber auch hölzerne Gestänge und solche aus gezogenen Eisenrohren angewendet.

Fig. 654.



Der Schaufelbohrer (Fig. 646 u. 647) 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. 648 u. 649) hat eine löffelartige Gestalt und wird in fettem Boden verwendet, aus welchem er beim Drehen dünne Schalen abschneidet. Aehnlich, jedoch vorteilhafter wirkt der Schneckenbohrer (Fig. 650), ist aber schwerer herzustellen. Der mit steileren oder flacheren Schraubenwindungen versehene Schlangenbohrer (Fig. 651) wird nach dem Eindrehen lotrecht emporgehoben, wobei er etwas Bodenmaterial mitnimmt. Ist in nassem Sande zu bohren, so verwendet man entweder den nach Fig. 653 gestalteten Sandlöffel oder aber Sandpumpen, welche ebenso wie die gewöhnlichen Kolbenpumpen eingerichtet sind; feltener kommen der Sandbecher (Fig. 652), in welchen der erbohrte, nasse Sand von oben hineinfällt, und die Sandschraube (Fig. 654) zur Anwendung.

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.

- STOZ, W. Bohrapparat für jedes Gebirge, jede Tiefe und Weite der Bohrversuche 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 sondeur etc.* Paris 1881.
 FAUCK, A. Fortschritte in der Erdbohrtechnik. Leipzig 1885.
 TECKLEBURG, TH. Handbuch der Tiefbohrkunde. Leipzig. 1886 ff.

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 toten Druck) ein. Dies sind bisweilen hölzerne gebohrte Rohre oder hölzerne Kastenrohre; häufiger sind es gußeiserne, meistens aber aus Eisenblech zusammengeietete Rohre.

351.
Drehbohren
in feinigem
Boden.

β) Drehbohren in feinigem Boden. Für feinigem Baugrund kommen Röhrenbohrer zur Anwendung, deren Krone entweder mit 8 bis 10 stählernen Meißelzähnen oder mit 8 bis 12 schwarzen Diamanten besetzt ist (Fig. 655).

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

Die erste Anwendung von Diamanten zum Gesteinsbohren scheint *Leschot* gemacht zu haben; in Amerika und durch den englischen Kapitän *Beaumont* wurde dieses Verfahren, welches auch englische Bohrmethode heißt, wesentlich vervollkommenet.

Das Gestänge wird am besten aus Stahlrohren von 5 bis 6 cm Durchmesser und ca. 2,5 m Länge gebildet; die Verbindung der einzelnen Stücke miteinander 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, infolge der Zentrifugalkraft, abgebrochen wird. Alsdann kann man denselben hervorholen.

Ein großer Vorzug dieses Bohrverfahrens 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 Vorteile stehen die hohen Kosten des Bohrbetriebes gegenüber.

352.
Stofsbohren.

γ) Stofsbohren. In felsigem und anderem feinigem Boden können Bohrlöcher auch in der Weise hergestellt werden, daß man meißelartig gestaltete Bohrer stofsweise auf das Gestein einwirken läßt; die losgelösten Steinsplitter, der fog. Bohrschmand, wird mittels besonderer Vorrichtungen (Bohrlöffel) hervorgeholt.

Am häufigsten wird der einfache Meißelbohrer (Fig. 656) angewendet; doch werden auch der Kreuzbohrer und der Kolbenbohrer mit mehreren sich kreuzenden Schneiden (Fig. 657 u. 658) 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.

Fig. 655.



Diamantbohrer.

Fig. 656.



Fig. 657.



Fig. 658.



Stofsbohrer.

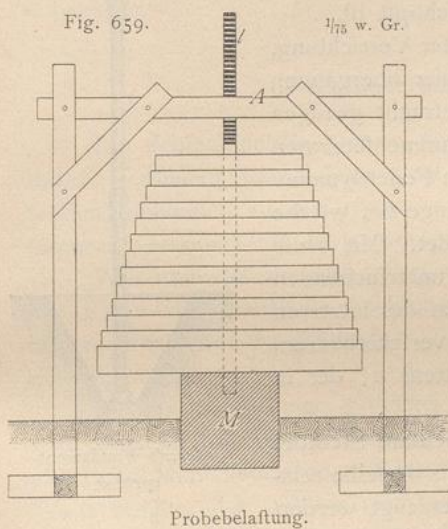
Zu diesem Ende muß über Tag ein besonderes Bohrgertüß errichtet werden, welches das Hervorholen und Hinablassen des Gestänges, sowie das Ausführen der Schläge gestattet; letzteres kann durch Menschenhand oder durch Maschinen geschehen.

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 Nachteil, daß bei jedesmaligem Hervorholen und Hinablassen des Bohrers das Gestänge in seine einzelnen Teile zerlegt, bezw. aus denselben zusammengesetzt werden muß; hierdurch ist ein großer Zeitverlust bedingt. Infolgedessen 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 jenenfische Bohrmethode mit wesentlichen Uebelständen 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

353-
Probe-
belastungen.



Belastung so lange darauf ruhen, bis kein weiteres Einfinden stattfindet. Aus dem Maß des beobachteten Einfindens, aus der Größe der Belastung und der Größe der Druckfläche läßt sich die Beanspruchung für die Flächeneinheit berechnen.

Die Belastung wird meist in der Weise durchgeführt, daß man Bohlen oder größere, regelmäßig bearbeitete Steine auf die Sohle der Baugrube legt und darauf schwere Gegenstände, wie Baumaterial, Eisonschienen, Bleibarren etc., aufbringt. *Lehmann* empfiehlt¹⁶³⁾, um sichere 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. 659) von Klinkern oder lagerhaften, möglichst großen Bruchsteinen in Zementmörtel 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 hervorragte. In der obersten Schicht mauere man eine im oberen Teile mit einer Skala versehene Latte *l* ein und errichte über dem Mauerkörper ein Gerüst nach Fig. 659, an dessen wagrechtem Querstück *A* man das Maß des Einfindens beobachten kann. Ueber den Mauerkörper strecke man Bahnschienen oder starke Bauhölzer, auf welche die Belastung vorsichtig aufgebracht wird. Durch das Hinabgehen der Lattenkala wird das Einfinden 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 imstande 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 Maß der letzteren, aus ihrer allmählichen Abnahme etc. gewinnt man Anhaltspunkte zur Beurteilung der Tragfähigkeit des fraglichen Baugrundes.

Indes sind solche Untersuchungen niemals ganz zuverlässig, am allerwenigsten

163) In: Deutsche Bauz. 1881, S. 403.

bei elastischem Boden. Nimmt man noch hinzu, daß ein derartiges Verfahren auch zeitraubend und kostspielig ist, so ist Grund genug vorhanden, diese Untersuchungsweise nur wenig in Anwendung zu bringen¹⁶⁴⁾.

6) *Mayer's* Fundamentprüfer gestattet die Untersuchung von aus plastischen oder sandigen Stoffen bestehendem Baugrund nach einem Verfahren, welches mit dem eben beschriebenen in gewissem Sinne verwandt ist.

Die gedachten Bodenarten haben die durch zahlreiche Versuche festgestellte Eigenschaft, sich bei einer allmählich und gleichmäßig gesteigerten Belastung innerhalb gewisser Grenzen ähnlich zu verhalten, wie feste elastische Stoffe. Ein gleichmäßig gesteigerter Druck auf einen Pressstempel führt zunächst der Belastung proportionale Einenkungen der letzteren herbei. Uebersteigt jedoch diese Belastung eine gewisse, jeder Bodenart eigentümliche Grenze, so sinkt der überlastete Stempel ununterbrochen so rasch in den Boden ein, daß sich die Einenkungen einer weiteren Beobachtung entziehen. Naturgemäß ist dies ein Zeichen, daß die Tragfähigkeit des betreffenden Baugrundes erschöpft ist.

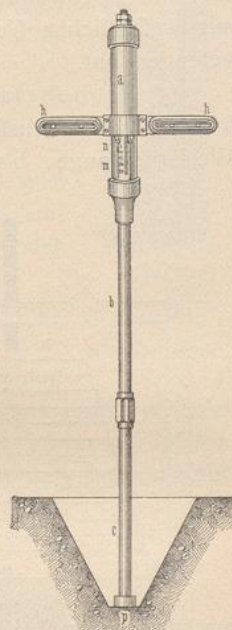
Wenn die ursprüngliche Konstruktion dieser Vorrichtung, die sich als nicht zweckmäßig erwiesen hat, hier übergangen und nur die neuere Anordnung derselben in Betracht gezogen wird, so besteht sie nach Fig. 660 aus 3 zusammensetzbaren Hauptteilen: aus dem Pressstempel *p*, aus einem Federdynamometer *a* von 25 kg Tragkraft und aus einer Stange *bc*, welche die beiden Teile *p* und *a* miteinander verbindet. Mit Hilfe des Federdynamometers wird gegen den zu untersuchenden Baugrund der Druck ausgeübt, und das Ablefen des letzteren (in Kilogr.) findet an der Skala *m* mittels des verschiebbaren, bloß durch Reibung festgehaltenen Indexschlittens *n*, der in jeder Lage stehen bleibt, statt.

Zu jeder Vorrichtung gehören 8 auswechselbare Stempel von 1, 2, 3, 4, 5, 10 und 15 qcm Fläche, so daß derselbe relative Druck mit verschiedenen großen Stempeln erzeugt werden kann; man ist hierdurch in der Lage, die Ergebnisse der angestellten Versuche miteinander zu vergleichen.

Die Handhabung dieser Vorrichtung erfolgt in der Weise, daß der am Fuße derselben angebrachte Pressstempel *p* mittels der beiden Handhaben *h, h*, durch Vermittelung des Federdynamometers *a* und der Stange *bc*, lotrecht gegen den zu untersuchenden Baugrund gedrückt wird, bis ein merkbarer, die ganze Fläche des Pressstempels umfassender Eindruck erfolgt. Alsdann wird der Stempel bis zur ersten, dann bis zur zweiten, weiter bis zur dritten u. s. w. bis zur fünften Marke eingedrückt und werden die zugehörigen Belastungen an der Skala abgelesen.

In gleicher Weise wird mit anderen Pressstempeln verfahren, und aus dem Vergleiche der Größe des ausgeübten Druckes mit der bekannten Querschnittsfläche des Pressstempels ergibt sich alsdann unmittelbar die zulässige Belastung des Baugrundes für die Flächeneinheit. Um die Sicherheit des Prüfungsverfahrens zu er-

Fig. 660.

Mayer's Fundament-
prüfer.

¹⁶⁴⁾ Ueber eine interessante Probebelastung, welche in Amerika für ein Bibliothekgebäude vorgenommen wurde, siehe: *American architect*, Bd. 23, S. 59, 71.

höhen, wird man eine gröfsere Reihe von Versuchen anstellen, und aus den Beobachtungsergebnissen, aus denen man auffallend abweichende auszufcheiden hat, den Mittelwert nehmen.

Aus den zusammengehörigen fünf Ablefungen wird sich in der Regel ergeben, dafs meist schon von der ersten Marke an (bei einer Einfenkung von 1 mm Tiefe) die Abweichungen zwischen den einzelnen Ablefungen immer kleiner werden; unter Umständen können sie ganz verschwinden, ein Zeichen, dafs bei diesem Druck die Tragfähigkeit des unterfuchten Baugrundes erschöpft ist.

Die Versuche sind, wenn die Ergebnisse Anspruch auf Zuverlässigkeit machen sollen, nur an frisch ausgegrabenen Baugruben, deren Sohle an den Messungstellen möglichst abzuebnen ist, vorzunehmen. Die Stempel sind dabei thunlichst lotrecht zu stellen.

Da die Pressstempel eine verhältnismäfsig kleine Aufstanzfläche besitzen, ist unter Umständen das seitliche Ausweichen des Baugrundes und dadurch die Beeinträchtigung der Messungsergebnisse zu befürchten. Es ist auch nicht ganz leicht, von Menschenhand aus den Druck stets genau gleichmäfsig und stetig zunehmend, ferner denselben völlig lotrecht auszuüben. Aus diesen Gründen hat der Gebrauch des Fundamentprüfers in seiner gegenwärtigen Gestalt in durchaus vorsichtiger Weise von fachkundiger Hand zu geschehen¹⁶⁵⁾.

c) Verbesserung schlechten Baugrundes.

Ein schlechter Baugrund, der infolge zu grofser Pressbarkeit oder infolge starken seitlichen Ausweichens nicht geeignet ist, dem Druck eines darauf zu errichtenden Gebäudes zu widerstehen, kann unter Umständen und innerhalb gewisser Grenzen verbessert¹⁶⁶⁾, d. h. weniger nachgiebig gemacht werden.

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

1) Man bringt eine gröfsere tote Last auf die Baugrubensohle. 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 nennenswerter. (Vergl. auch das in Art. 353 über Probelastungen Gefagte.)

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 teurer, würde das Abwalzen der Baugrubensohle sein, welches mit Hilfe von schweren Steinwalzen oder von mit Sand, unter Umständen mit Wasser gefüllten Eisenwalzen (ähnlich wie im Strafsenbau)

354.
Tote Last.

355.
Rammen.

¹⁶⁵⁾ Ueber den fraglichen Fundamentprüfer siehe auch: Deutsches Bauwksbl. 1896, S. 487. — Wiener Bauind.-Ztg., Jahrg. 14, S. 41. — Deutsche Bauz. 1897, S. 291. — Centralbl. d. Bauverw. 1897, S. 427, 439, 452. — Oest. Monatschr. f. d. öff. Baudienst 1897, S. 126. — Bauwks.-Ztg. 1897, S. 583. — Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1900, S. 673.

¹⁶⁶⁾ Unter »Verbesserung schlechten Baugrundes« sollen im vorliegenden nicht etwa dieselben Einrichtungen und Verordnungen verstanden werden, die man in einigen Teilen 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 Fundamentkonstruktionen, wie Schwellroste, Pfahlroste etc. Letztere sollten indes niemals als Mittel zur Befestigung des Baugrundes angesehen werden; vielmehr sind dies entweder die Fundamente selbst oder doch der wesentlichste Teil derselben. — Vergl. die Begriffsbestimmung des »Fundaments« in Art. 335 (S. 283).

vorgenommen werden könnte. Allein auch der Erfolg des Rammens, bezw. Walzens ist ein verhältnismäßig 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.

356.
Begießen
mit
Wasser.

3) Lofe aufgeschüttete Schichten von groberem Sand oder feinerem Kies können dadurch widerstandsfähiger gemacht werden, daß man denselben in vorfichtiger und ausgiebiger Weise Wasser zuführt. Hierdurch werden die einzelnen Körner näher aneinander geschoben und die Zwischenräume kleiner.

357.
Einrammen
von
Schutt etc.

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

Zunächst wird 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, erforderlichenfalls noch eine dritte, ebenso dicke Schicht aufgebracht und gleichfalls festgerammt. Man hat für eine auf diese Weise gebildete Schicht wohl auch die wenig glückliche Bezeichnung »Rambbeton« gewählt.

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

358.
Einrammen
von
Steinen.

5) Das eben beschriebene Verfahren führt zu einem noch günstigeren Ergebnis (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 Rollschichtpflaster mit Hilfe einer Zugramme festzustoßen.

359.
Anderweitiges
Ramm-
verfahren.

6) In Paris wird neuerdings ein Rammverfahren in Anwendung gebracht, welches mit der Herstellung einer »Rambbeton«-Schicht und den unter 4 und 5 beschriebenen Verfahren nahe verwandt ist.

Daselbe kam u. a. auch beim Bau des Verwaltungsgebäudes für die Weltausstellung daselbst 1900 zur Anwendung. Man ließ einen 1000 kg schweren Rammklotz von 70 cm Durchmesser aus einer Höhe von 10 cm unmittelbar auf den zu verbessernden Boden so lange herabfallen, bis die Rammtiefe (oder die Zusammendrückung des sehr weichen und stark pressbaren Bodens) das Maß von ca. 3 m erreicht hatte. In die so entstandene Vertiefung wurde eine Mischung von Kalkmilch und Eisenschlacke gebracht, die nun ebenfalls abgerammt wurde. Man setzte dieses Verfahren so lange fort, bis die Sohle der Baugrube wieder auf die frühere Tiefe gebracht war. Der so verbesserte Baugrund hatte eine solche Festigkeit erreicht, daß man das Bauwerk, welches einen Druck von 4 kg für 1 qm ausübte, darauf gründen konnte¹⁶⁷⁾.

360.
Einrammen
von
Pfählen.

7) Die Dichtung des Baugrundes kann in erheblichem Maße erzielt werden, wenn man Pfähle von etwa 1 bis 2 m Länge in denselben einschlägt. Je näher die einzelnen Pfähle aneinander 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. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Pfähle stets unter dem Grundwasserspiegel bleiben.

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

¹⁶⁷⁾ Siehe auch: Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1898, S. 85. — HAARMANN'S Zeitschr. f. Bauhdw. 1898, S. 31.

8) 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.

361.
Sandpfähle.

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 seine 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 verhindert den Rücktritt des verdrängten Bodens.

Ueber eine hier einschlägige Ausführung aus der letzten Zeit siehe in der unten genannten Quelle¹⁶⁸⁾.

Wasserhaltiger Sand und lockerer Kies oder Sand und Kies unter Wasser können durch Einführen eines staubförmigen Bindemittels verfeinert, d. i. in eine feste und vollkommen tragfähige Bodenschicht verwandelt werden.

362.
Verfeinerung.

Nach *Neukirch's* patentiertem Verfahren¹⁶⁹⁾ wird Zement in Staubform durch einen starken Luftstrom in den Sand hineingeblasen. Zum Einführen des Luftstromes in den Sandboden dient ein eisernes Rohr, welches so lang ist, daß damit die Sohle des beabzielten Fundaments erreicht wird. Durch das Einblasen des Zementes entsteht eine kochende Bewegung des Wassers und Sandes, wodurch eine innige Vermischung zwischen Zement und Sand stattfindet; das vollständige Erhärten des ersteren unter Wasser dauert, wie beim Beton, mehrere Wochen¹⁷⁰⁾.

Bei der Gründung einer steinernen Brücke bei Ethingen auf lockerem Kiesgrund wurde dünnflüssiger Zement durch 4 cm weite *Mannsmann-Rohre* eingepumpt. Durch allmähliches Hochziehen der Rohre wurde der Zement in verschiedenen Höhen eingeführt, so daß sich ein großer Betonklotz bildete¹⁷¹⁾.

Nach *Lauter's* Mitteilungen¹⁷²⁾ ist der Erfolg der Zementeinspritzung nicht immer ein guter. Bei einem besonders bezeichneten Veruche zeigte es sich, daß das Eindringen des flüssigen Zementmörtels in das umliegende Erdreich nur in ganz geringem Masse stattfand und daß sich sehr schnell über der Einspritzöffnung ein kurzer, kegelförmiger Zementkörper mit stumpfer Spitze bildete, der das weitere Eindringen der Einspritzungen verhinderte. *Lauter* ist der Ansicht, daß bei festgelagertem und insbesondere bei feinem sandigen Boden ein guter Erfolg nicht erwartet werden darf.

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

Man könnte in den Triebfand durchlöchernde Eisenrohre einfenken und die betreffende Flüssigkeit einpressen; man könnte in solcher Weise unbrauchbaren Baugrund mittels Einspritzens einer erhärtenden Flüssigkeit in Stein verwandeln¹⁷³⁾.

9) Nass 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.

363.
Entwässerung.

168) HOFFMANN, F. Dichtung und Tragbarmachung lockeren, aufgeschütteten Baugrundes. Centralbl. d. Bauverw. 1899, S. 485.

169) D. R.-P. Nr. 46842.

170) Näheres: Gesundh.-Ing. 1890, S. 609.

171) Siehe auch: BRAUN. Befestigung von sandigem und kiefigem Untergrund durch Einführen von flüssigem Cement. Zeitfchr. f. Arch. u. Ing., Wochausg., 1898, S. 445.

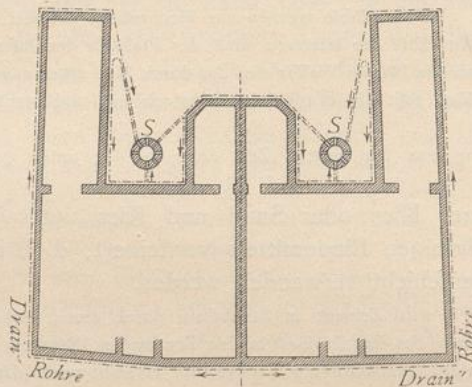
172) Zur Frage des Einspritzens von Cement in wasserhaltigem Boden. Centralbl. d. Bauverw. 1898, S. 599.

173) Siehe hierüber: Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 344.

Letztere geschieht mit Hilfe von Sickergräben oder mittels der bekannten, zur Wiefendrainage 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. Steinfilter entstehen; oder man verwendet die bekannten Drainrohre (Thonrohre von etwa 25 cm Länge, die ohne weitere Verbindung stumpf aneinander gelegt werden), wie sie zur Wiefendrainage benutzt werden. Die Steinfilter 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

Fig. 661.

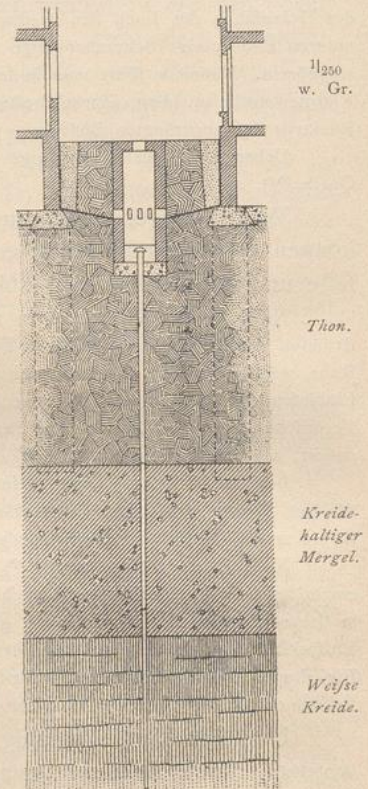


Grundplan. — $\frac{1}{500}$ w. Gr.

Entwässerung des Baugrundes beim Bau zweier Häuser zu Passy¹⁷⁴).

Arch.: Lethorel.

Fig. 662.



Schnitt durch einen Entwässerungschacht.

erhalten, je enger sie sind; daselbe 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 Steinfilter mehr Wasser auf. Wenn die wasserführende Schicht eine größere Mächtigkeit hat, so kann man auch Steinfilter und Drainrohre gleichzeitig in Anwendung bringen; das Steinfilter führt alsdann den Drainrohren das Wasser zu.

Ist der Boden nur wenig nass, so genügen einzelne Sickergräben, die in angemessener Entfernung voneinander angeordnet und hauptsächlich längs der Außen- (Fundament-) Mauern des betreffenden Gebäudes 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 Saugdrainen 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, tiefgelegenen Punkte geleitete Wasser wird, wenn ein geeigneter natürlicher Sammler vorhanden ist, nach diesem geführt; sonst muß man Brunnen anlegen, welche das gefammelte Wasser aufnehmen¹⁷⁵).

¹⁷⁴) Nach: *La semaine des const.*, Jahrg. 9, S. 90, 91.

¹⁷⁵) Vergl. auch: Die in Amerika gebräuchliche Praxis der Drainierung von Wohnhäusern. Wiener Bauind.-Ztg. 1885, S. 456. — Die Hausfundierung in gesundheitlicher Beziehung. Deutsches Bauwksbl. 1892, S. 498, 512.

Zur Erläuterung des Gefagten sei¹⁷⁴⁾ hier die von *Lethorel* bei der Gründung von zwei Häusern in Paffy angewendete, durch Fig. 661 u. 662 veranschaulichte Entwässerungsanlage vorgeführt.

365.
Beispiel.

Der tragfähige Baugrund besteht in diesem Falle aus einer undurchlässigen Thonschicht; sobald dieselbe vom Wasser erreicht wird, wird sie vollständig nachgiebig. Deshalb mußten das einsickernde Meteorwasser und das Wasser der Umgebung von der Thonschicht ferngehalten werden.

Zu diesem Ende ist für jedes der beiden auf Senkbrunnen gegründeten Häuser je ein Entwässerungsfachschacht *S* angelegt worden, der in seinem oberen Teile wasserdicht gemauert ist; von der gleichfalls wasserdichten Sohle dieses gemauerten Vorfachschachtes sind eiserne Röhre von 20, 16 und 12 cm abgelenkt, und zwar bis in die Kreideschicht; die untersten Rohrstücke sind durchlöchert, und das Wasser versickert im Boden. Das oberste Rohrstück ragt über der Vorfachschachtföhle hervor, so daß rings um dasselbe eine Art Schlammfang entsteht. Sämtliche Außenmauern der beiden Häuser sind, soweit 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 Hammerschlag-Betonschicht gebildet wird; auf letztere kommen die das ganze Gebäude umziehenden Drainrohre zu liegen; schließlich ist der Graben mit trockenem Hammerschlag zugefüllt. Die Drainrohre sind im Gefälle von 1:50 verlegt und nach den beiden Entwässerungsbrunnen geführt.

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

Die Drainierung des Baugrundes ist auch in größeren Städten das vorteilhafteste Mittel, wenn man einen zu hohen Grundwasserspiegel senken, bzw. einen wechselnden Grundwasserstand fixieren will. Am vollkommensten erreicht man den beabsichtigten Zweck, wenn man diese Drainierung an die Kanalisation der betreffenden Stadt anschließt, bzw. mit Hilfe derselben vornimmt.

366.
Städtische
Kanalisation.

In den meisten Fällen genügt die Anlage eines fachgemäßen unterirdischen Kanalnetzes mit entsprechenden Hausanschlüssen allein, um das Fundamentmauerwerk 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 Kanäle ausgeführt werden, in einer gewissen Höhe mit Kies oder grobem Sande verfüllt, so entsteht längs der Kanalwände ein zusammenhängendes Netz von durchlässigen Sickeranlagen, welche Wasser aufnehmen, dasselbe, indem sie dem Gefälle der Kanäle folgen, abführen und es schließlich an die Kanäle selbst oder an andere Sammler abgeben. Näheres über diesen Gegenstand ist in Teil III, Band 5 dieses »Handbuches« (Abt. IV, Abschn. 5, B, Kap. 7, unter a) zu finden.

Ist eine Quelle vorhanden, welche die Durchnässung des Bodens bewirkt, so ist es am besten, dieselbe oberhalb des zu errichtenden Gebäudes zu fassen und so abzuleiten, daß ihr Abfluß keine Störung erleidet. Ist dies nicht möglich, so muß die Quelle auf der Baustelle selbst in einer fog. Quellentube gefaßt werden, aus der das Wasser mittels eines Kanals abgeleitet wird.

367.
Quellen.

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

368.
Ersatz
durch besseren
Boden.

Wenn ein Baugrund unter dem auf ihn ausgeübten Druck stark feitlich 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 durch Anwendung solcher Mittel keineswegs auf einen ficheren Erfolg zählen.

369.
Mittel
gegen
Ausweichen.