



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Lehrbuch des Hochbaues

Grundbau, Steinkonstruktionen, Holzkonstruktionen, Eisenkonstruktionen ,
Eisenbetonkonstruktionen

Esselborn, Karl

Leipzig, 1908

§ 3. Bodenuntersuchungen

[urn:nbn:de:hbz:466:1-50294](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-50294)

ein Zusammenpressen ihn nicht seitlich ausweichen, sondern die Sandkörner sich fester aneinander lagern läßt und weil seine Tragfähigkeit mit der Tiefe beträchtlich zunimmt. Bei zu befürchtendem Wasserangriff ist jedoch eine sichere, jede Unterspülung verhindernde Umschließung der Fundamente erforderlich. Auch Trieb- und Flugsand erfordern wegen ihrer leichten Beweglichkeit stets besondere Vorsichtsmaßregeln und mindestens eine künstliche Befestigung.

δ) Ton, Lehm und Mergel geben bei einer Mächtigkeit von 3 m und in trockenem Zustand einen ziemlich guten Baugrund ab, der um so besser erscheint, je größer die Beimengung von Sand ist.

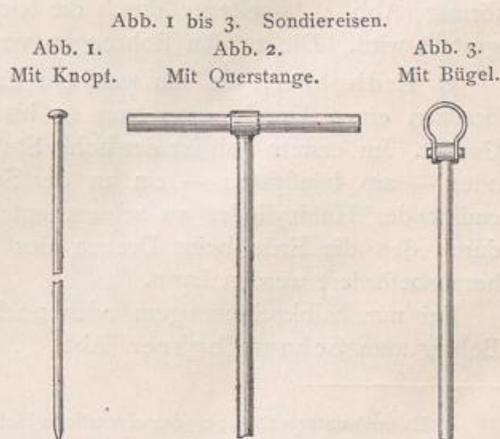
ε) Trümmer von Gebirgen, deren Zwischenräume mit ton- und lehmartigen Erdarten ausgefüllt sind, können bei wagerechter, fester Lagerung und wenn Wasserzutritt nicht möglich ist, ebenfalls genügende Tragfähigkeit zeigen und durch eine aufgebrachte Betonschicht zusammengehalten werden.

ζ) Humus, Torf, Moor und aufgeschütteter Boden sind als Baugrund nicht verwendbar und müssen abgehoben, bzw. durchteuft oder durch künstliche Befestigung verbessert und dadurch zur Aufnahme der Last eines Bauwerks befähigt werden.

Nur wenn die oberste Erdschicht aus frost- und witterungsbeständigem Felsen besteht, bildet sie einen brauchbaren, unmittelbar zu verwendenden Baugrund. Gewöhnlich sind aber lockere oder verwitterte Bodenschichten vorhanden, die bei nicht zu großer Tiefe bis auf die darunter liegende tragfähige Schicht abgegraben werden. Andernfalls muß durch eine den Verhältnissen entsprechend gewählte Konstruktion und Ausführung des Fundaments dem Bauwerk die nötige Standsicherheit gegeben werden. Während der gute Baugrund die meisten vorkommenden Bauwerke zu tragen vermag, können auf mittelgutem Baugrund — ohne dessen künstliche Befestigung — nur solche Gebäude errichtet werden, die bloß einen verhältnismäßig kleinen Druck ausüben und für die ein geringes Setzen unschädlich ist.

§ 3. Bodenuntersuchungen. Wenn nicht schon genügende Erfahrungen über den betreffenden Baugrund vorliegen, sind vor Ausführung eines Bauwerks stets Bodenuntersuchungen anzustellen, die ermitteln sollen; ob der Untergrund genügend tragfähig ist, wie tief mit den Fundamenten zur Erreichung des festen Bodens hinabgegangen werden muß, ob Grundwasser oder wasserführende Schichten bestehen und ob beim Vorhandensein geneigter Schichten ein Abgleiten des darüber gelagerten Bodens unter der Belastung oder durch Anschneiden zu befürchten ist.

Dabei müssen diese Bodenuntersuchungen auf größern Baustellen an verschiedenen Punkten, besonders an solchen vorgenommen werden, wo — wie z. B. an Gebäudeecken, sowie unter Säulen und Pfeilern — später die größte Belastung stattfindet. Die für Hochbauten anzustellenden Bodenuntersuchungen erstrecken sich nur selten bis auf 10 m Tiefe und bestehen in dem Sondieren mittels des Sondiereisens, in Bohrungen, in dem Aufgraben des Bodens, im Einschlagen von Probepfählen und Aufbringen von Probebelastungen, sowie neuerdings in der Verwendung des MAYERSchen Fundamentprüfers.



a) **Das Sondieren**, das bei einfachen geologischen Verhältnissen häufig angewendet wird, erfolgt mittels des Sondier- oder Visitier eisens, d. h. einer 2 bis 4 cm starken und 2 bis 3,5 m langen eisernen Stange, die durch Stoßen oder Drehen in den Boden eingetrieben wird, um aus dem dabei sich ergebenden Widerstand die Tiefenlage des festen Baugrunds zu ermitteln. Auch geben die an der Eisenstange hängen bleibenden Erdteilchen einigen Aufschluß über die durchstoßenen Bodenschichten. Zur Handhabung des Sondier eisens dient entweder ein oben befindlicher Knopf (Abb. 1), eine Querstange (Abb. 2) oder ein Bügel (Abb. 3).

b) **Bohrungen**, die bei größerer Untersuchungstiefe und, je nach der Bodenart, mit Erd-, Sand- und Steinbohrern vorgenommen werden, geben durch die mittels der Bohrer aus den 7 bis 15 cm weiten Bohrlöchern heraufgebrachten Erdproben in Verbindung mit den betreffenden Bohrlochtiefen Aufschlüsse über die Beschaffenheit und Mächtigkeit der durchbohrten Schichten.

In leicht beweglichem Boden wie Sand, Kies und Schlamm, sowie beim Vorhandensein mehrerer wasserführenden Schichten sind jedoch die Untersuchungsergebnisse unsicher, weil sich die Bohrlöcher in ihrem untern Teil leicht mit der aus den obern Schichten herabfallenden Erdart, bzw. beim Anbohren der ersten wasserführenden Schicht mit Wasser füllen. Auch müssen Bohrungen unter Wasser und in halbflüssigem Boden in, durch aufgebraute Belastung oder Einrammen immer tiefer abzusenkenden Futterrohren³⁾ vorgenommen werden, die gewöhnlich aus Eisenblech zusammengenietet sind und deren Durchmesser um etwa 4 cm größer als derjenige der Bohrer ist.

Die Bohrer, die aus dem eigentlichen, den Boden unmittelbar angreifenden Teil und der bis über das Gelände reichenden Bohrstange oder dem, zuweilen durch ein Seil ersetzten Bohrgestänge bestehen, werden in den Erdboden entweder eingedreht oder eingestoßen. Das zum Drehen oben mit einem Drehhebel versehene Ge-

stänge wird aus 3 bis 5 m langen schmiedeeisernen Stangen von quadratischem, 2,5 bis 3,0 qcm großem Querschnitt gebildet, deren Kuppelung am besten schwalbenschwanzförmig (Abb. 4),⁴⁾ seltener durch die leichter sich lösende Verschraubung (Abb. 5) hergestellt wird. Die zu den Bohrungen verwendeten Bohrer sind:

a) Erdbohrer, die für weichere Erdarten und geringere Tiefen benutzt werden, besitzen einen Durchmesser von 10 bis 15 cm und eine zylindrische oder löffelartige Gestalt. Im erstern Fall ist der hohle Stutzen entweder ein vollständiger Zylinder (Abb. 6) oder — am häufigsten — ein an der Seite aufgeschlitzter (Abb. 7); in beiden Fällen endigt der Hohlzylinder an seinem untern Ende in einen Teil eines Schraubengangs, durch den die Erde beim Drehen des Bohrers in diesen gepreßt wird und mit ihm herausbefördert werden kann.

Bei nur halbkreisförmigem oder noch kleinerm Umfang wird der zylinderförmige Bohrer zum Schaufelbohrer (Abb. 8), der bei zäheren Erdarten wie Ton und Lehm,

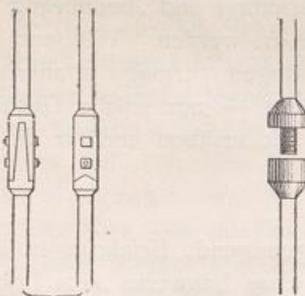
³⁾ Es mag unter »Röhre« der eigentliche Hohlraum, unter »Rohr« dagegen der zu dessen Umschließung dienende Körper verstanden werden.

⁴⁾ Die Abb. 4 bis 18, 42 u. 47 bis 52 sind dem »Handb. d. Ing.-Wissensch.«, 4. Aufl. 1906, I. Teil, 3. Bd., Kap. I: »Der Grundbau«, bearbeitet von Prof. L. VON WILLMANN, entnommen.

Abb. 4 u. 5. Kuppelung von Bohrgestängen.

Abb. 4. Schwalbenschwanzförmige.

Abb. 5. Durch Verschraubung.



aber auch oft nur zum Vorbohren Verwendung findet, so daß das Bohrloch durch einen zweiten, spitz zulaufenden Löffelbohrer (Abb. 9) erweitert wird, der, wenn er nach Abb. 10 ohne Rücken gebildet ist, den Tonboden nicht nur schneidet, sondern ihn auch beim Herausziehen festhält.

Abb. 6 bis 12. Erdbohrer.

Abb. 6 u. 7. Zylinderförmiger.

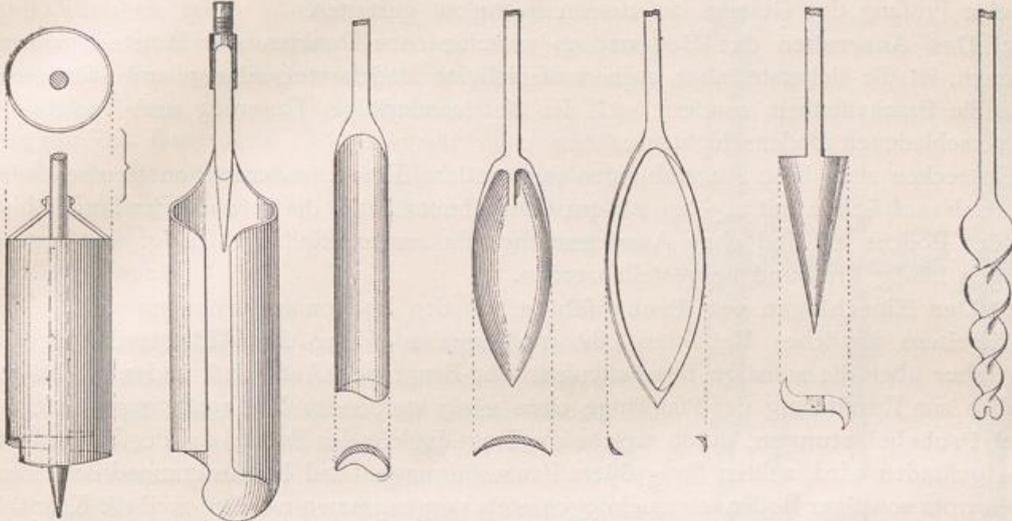
Abb. 8. Schaufelbohrer.

Abb. 9. Löffelbohrer.

Abb. 10. Reifartiger.

Abb. 11. Trepanierbohrer.

Abb. 12. Amerik. Zunge



Demselben Zweck dienen in weichem Gestein der mit S-förmigem Querschnitt und zwei Schneiden versehene Trepanierbohrer (Abb. 11), sowie die amerikanische Zunge (Abb. 12), deren mehrfache Schraubenwindungen beim Emporheben des Bohrers etwas Erde mit herausbringen.

β) Sandbohrer, die halbflüssigen Boden, Sand und feinen Kies gleichsam schöpfen, werden gedreht oder gestoßen und seltener als Sandkelle (Abb. 13), häufiger als Ventilbohrer (Abb. 14 u. 15), verwendet. Die erstere besteht aus einem oben offenen, unten mit einer Schraube versehenen Kegel, letzterer aus einem hohlen Zylinder, dessen unten angebrachtes Klappen- (Abb. 14) oder Kugelventil (Abb. 15) sich beim Auf- und Niederbewegen des Bohrers abwechselnd öffnet und schließt und hierdurch den Sand in den Blechzylinder eintreten läßt, bzw. darin festhält.

Abb. 13 bis 15. Sandbohrer.

Abb. 16 bis 18. Steinbohrer.

Abb. 13. Sandkelle.

Abb. 14 u. 15. Ventilbohrer.

Abb. 16. Meißelbohrer.

Abb. 17. Kreuzbohrer.

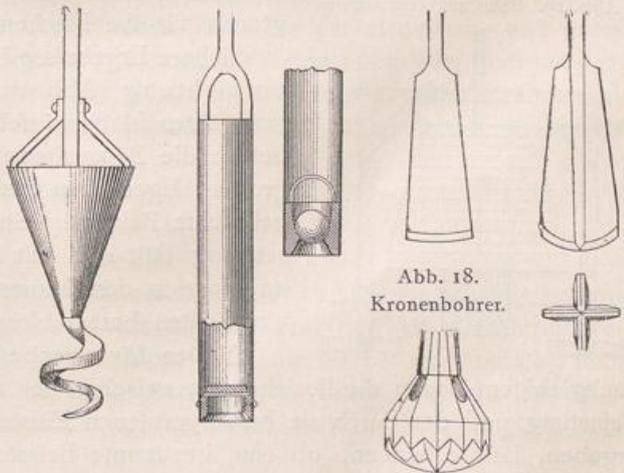


Abb. 18. Kronenbohrer.

γ) Steinbohrer. Zur Herstellung eines Bohrlochs in steinigem Baugrund wird der mit einer Schneide versehene Meißelbohrer (Abb. 16) am meisten, daneben aber auch der, zwei Schneiden besitzende Kreuzbohrer (Abb. 17), sowie der mit mehreren sich

kreuzenden Meißelschneiden ausgestattete Kronenbohrer (Abb. 18) verwendet. Diese Bohrer zertrümmern nach jedesmaligem Heben durch ihr Niederfallen das Gestein; doch müssen die beiden erstgenannten, um stets neue Stellen zu treffen, nach jedem Schlag etwas gedreht werden. Auch muß zur Förderung der Arbeit Wasser in das Bohrloch geschüttet und aus diesem von Zeit zu Zeit der Bohrschlamm entfernt werden.

Durch die im Bergbau vielfach, für Baugrunduntersuchungen aber wohl nur selten angewandten Diamantringbohrer⁵⁾ erhält man feste Kerne der durchbohrten Schichten, die eine Prüfung des Gesteins auf dessen Festigkeit gestatten.

c) **Das Ausgraben des Bodens**, an verschiedenen Punkten der Baustelle vorgenommen, ist die sicherste, aber auch kostspieligste Bodenuntersuchung und läßt nicht allein die Beschaffenheit, sondern auch die Aufeinanderfolge, Lagerung und Mächtigkeit der verschiedenen Bodenschichten erkennen.

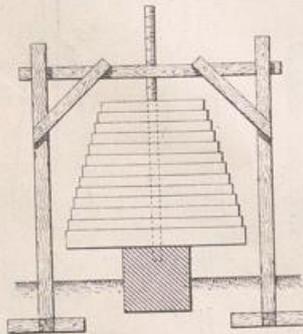
Erstrecken sich diese Ausgrabungen auf größere Tiefen, so entstehen Probe- oder Versuchsschächte mit 1,5 bis 2,0 qm Querschnittsfläche, die je nach der Standfähigkeit des Bodens mit und ohne Auszimmerung, im erstern Fall rechteckig, im letztern dagegen häufig kreisrund hergestellt werden.

d) **Das Einschlagen von Probepfählen**, ein den Bodenuntersuchungen mittels des Sondierens ähnliches Verfahren gibt wie jenes nur über die Widerstandsfähigkeit, nicht aber über die sonstige Beschaffenheit des Baugrunds Aufschluß und wird hauptsächlich zur Ermittlung der Pfahlänge eines nötig werdenden Pfahlrosts angewendet.

e) **Probebelastungen**, durch welche die Tragfähigkeit des Bodens auf der Baugrubensohle gefunden wird, sollten für größere Bauausführungen und bei zusammendrückbarem Boden trotz sonstiger Bodenuntersuchungen stets vorgenommen werden, weil die Kenntnis der Beschaffenheit des Untergrunds allein keine untrüglichen Schlüsse auf dessen Tragfähigkeit gestattet.

Bei derartigen Belastungsversuchen werden, auf der Sohle der Baugrube verlegt, meistens Bohlen oder eine widerstandsfähige, nicht zu kleine Platte von bestimmter Größe langsam und stetig, unter Vermeidung von Erschütterungen, mit schweren Gegenständen, wie z. B. Eisenbahnschienen, so lange belastet, bis sich eine geringe Einsenkung zeigt.

Abb. 19. Belastungsvorrichtung.



Alsdann kann aus der Größe der Belastung und derjenigen der Druckfläche die Tragfähigkeit und aus dieser die zulässige Belastung des Baugrunds für die Flächeneinheit berechnet werden (vgl. § 4).

Sichere Ergebnisse lassen sich durch eine Belastungsvorrichtung (Abb. 19)⁶⁾ erzielen, die darin besteht, daß man einen Mauerwürfel von 1 m Seitenlänge, etwa 0,5 m tief in die Baugrubensohle eingreifend, aus Klinkern oder großen, lagerhaften Steinen herstellt und auf ihm die aufgebraute Belastung einige Tage beläßt. Eine etwaige Einsenkung läßt sich mit Hilfe des wagerechten Gerüstholzes an einer in den Mauerklotz eingemauerten, in Zentimeter eingeteilten Latte ablesen.

f) **Der Mayersche Fundamentprüfer**, durch den bei nachgiebigem Boden die Beziehungen zwischen der auf die Flächeneinheit stattfindenden Belastung und der durch sie hervorgerufenen Einsenkung des Bodens zahlenmäßig sich ergeben, läßt erkennen, ob eine bestimmte Belastung den Baugrund nicht übermäßig belastet.

⁵⁾ A. DIECK, »Über die Anwendung des Diamant-Gesteinsbohrers« in der Deutschen Bauz. 1876, S. 405 ff.

⁶⁾ O. LEHMANN, »Untersuchungen der Tragfähigkeit des Baugrundes für Hochbauten« in der Deutschen Bauz. 1881, S. 403.

Dieser Fundamentprüfer besteht aus drei zusammengeschraubten Teilen *A*, *B* und *C* (Abb. 20 u. 21),⁷⁾ von denen der obere *A* einen Federkraftmesser von 30 kg Tragkraft enthält, an den mit Hilfe der Stange *B* die auswechselbaren Preßstempel *C*, die eine Fläche von 5, 10, 15 und 20 qcm haben, befestigt sind. Mittels der beiden aufklappbaren Handgriffe *H* wird der Stempel so lange senkrecht gegen den zu untersuchenden Boden gedrückt, bis sich in diesem ein merkbarer Eindruck zeigt. Der hierbei ausgeübte, durch den Zeiger *J* an der Teilung des Kraftmessers angegebene Druck, dividiert durch die Querschnittsfläche des Stempels, ergibt den Druck auf die Flächeneinheit, d. h. die Tragfähigkeit des Baugrunds. Dabei ist aus einer größern Anzahl von Versuchen, die nur an frisch ausgegrabenen, an den Prüfungsstellen sorgfältig geebneten Baugruben vorzunehmen sind, der Mittelwert der Berechnung zugrunde zu legen.

§ 4. Tragfähigkeit und zulässige Belastung des Baugrunds. Die Tragfähigkeit eines Baugrunds ist die auf die Flächeneinheit bezogene Grenzbelastung *k*, die den Boden so zusammenpreßt, daß sie bei nur geringer Vermehrung einzusinken beginnen würde. Diese volle Tragkraft des Bodens darf jedoch — von festem Felsuntergrund abgesehen — nie ganz ausgenutzt, sondern nur ein Teil davon als zulässig angenommen werden.

Die zulässige Belastung für die Flächeneinheit des Baugrunds ist demnach ein Bruchteil — gewöhnlich $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ — der Tragfähigkeit des Baugrunds, so daß in bezug auf diesen mit einer 8- bis 10fachen Sicherheit gerechnet wird. Auch bei festem Felsboden kann dessen volle Tragfähigkeit nie ausgenutzt werden, weil seine größte Inanspruchnahme die für das Fundamentmauerwerk zulässige nicht überschreiten darf, die für Backstein- und gutes Bruchsteinmauerwerk zu höchstens 8 kg für das qcm, für Beton etwa 5 kg/qcm beträgt.

Soll der Boden mit *n*facher Sicherheit eine Gebäudelast *L* tragen, so ist die erforderliche Grundfläche *F* des Fundaments in qcm, wenn *k* die Tragfähigkeit des Baugrunds in kg/qcm bedeutet,

$$F = \frac{L}{\frac{1}{n} \cdot k} \quad (1)$$

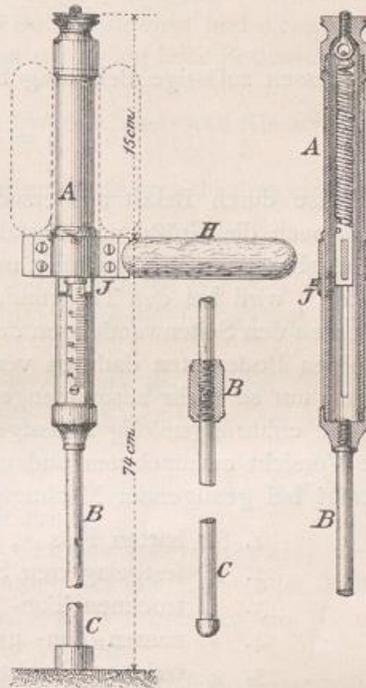
Jede auf einer sichern Unterlage ohne Gleitschichten oder Hohlräume ruhende Bodenschicht von genügender Mächtigkeit besitzt eine gewisse Tragfähigkeit, die durch Belastungsversuche (vgl. § 3, e) ermittelt werden kann. Hat die hierbei verwendete Platte eine Grundfläche von *F* qcm und sei die aufgebrachte, der vollen Tragkraft des Baugrunds gleichkommende Belastung gleich *L* kg, so findet sich die Tragfähigkeit *k* in kg/qcm zu

$$k = \frac{L}{F} \quad (2)$$

Abb. 20 u. 21. Fundamentprüfer.

Abb. 20.
Ansicht.

Abb. 21.
Querschnitt.



⁷⁾ P. ROLOFF, »Vorrichtungen zur Untersuchung der Festigkeit des Baugrundes« im Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 427 f.