

und  $h^1$  (Fig. 14), welche abwechselnd nach Bedarf immer tiefer am Gestänge  $g$  (Fig. 14) anzusetzen sind, bis der Bohrer zutage gefördert ist. Bei größeren Tiefen kommen eigene Hebevorrichtungen zur Anwendung.

Die Leistungsfähigkeit des Bohrers soll bei gleichmäßigem Lehm- oder Tonmaterial und bei 10 *cm* Bohrlochweite 5 *m* Tiefe in einer Stunde und 10 *m* Tiefe in 3 Stunden betragen. In tieferen Lagen nimmt die Leistungsfähigkeit natürlich immer mehr ab. Trifft man auf Steine, so werden diese mit dem Steinmeißel (Fig. 15) entweder durchgeschlagen oder seitwärts geschoben, was die Leistungsfähigkeit ebenfalls vermindert.

Durch Anwendung einer praktischen Vorrichtung soll der Bohrer auch in Kies, Sand, Triebssand u. dgl. gut verwendbar sein, bei fließendem, nassem Boden natürlich nur mit Anwendung von Futterrohren. Das Gestänge kann bei geringeren Tiefen rasch und ohne zeitraubendes Schrauben verlängert oder verkürzt werden.

Der zweiseidige Zylinder-Bohrer (Fig. 16) eignet sich vorwiegend zum Bohren in Mutterboden, Sand, Kies usw. und kommt hauptsächlich da zur Verwendung, wo es sich um größere Löcher bis zu 60 *cm* Durchmesser handelt.

Der Universalbohrer (Fig. 17 *a* und *b*) ist zylinderförmig konstruiert, mit seitlich zuschiebbarem Schitz und mit einer an- und abschraubbaren Ventilklappe versehen. Dieser Bohrer gestattet im trockenen Gelände, in Ton, Lehm, Kies, Sand, Braunkohle usw. ohne verschlossenen Schlitz und Ventilklappe zu bohren, in schwimmendem Gelände dagegen den Schlitz mittels Schieber zu schließen und die Ventilklappe anzuschrauben. In letzterem Zustande füllt sich der Zylinder durch einfaches Drehen bis zum oberen Rande; beim Hochziehen fällt die Klappe zu und das erbohrte Gut wird an die Oberfläche befördert. Infolge der eigenen Schneidestellung dreht er sich nicht wie manche Bohrer fest, sondern schneidet sich frei und ist infolgedessen leicht hochzuheben. Dieser Universalbohrer kann je nach der Größe Steinstücke bis 20 *cm* Durchmesser aufnehmen, er kann auch bei Brunnengrabungen an Stelle des Sackbohrers vorteilhafte Verwendung finden.

Ad 4. Probepfähle sind zugespitzte Pfähle, welche in den Boden eingerammt werden. Nach dem Widerstand, den die Pfähle beim Eintreiben finden, kann man die Tragfähigkeit des Bodens beurteilen. Diese Art der Untersuchung ist jedoch ungenau und geben solche Probepfähle noch keinen Aufschluß über Schichtung und Art des Baugrundes.

Stößt man auf Stein, so muß einerseits die Ausdehnung desselben, andererseits bei konstatiertem Felsen auch dessen Mächtigkeit untersucht werden, indem man auf geringe Entfernungen voneinander mehrere Pfähle einrammt, bzw. mehrere Bohrlöcher in dem Felsen ausführt.

## D. Tragfähigkeit des Baugrundes.

Über die Tragfähigkeit der Bodenarten lassen sich keine allgemein gültigen Angaben machen.

Nach den Bestimmungen des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines (1890) sind für die verschiedenen Bodenarten folgende Belastungen zulässig:

Für sehr weichen Boden höchstens . . . . .	1.0 <i>kg</i> pro <i>cm</i> <sup>2</sup> ;
für Lehm und Tegel, sehr feucht, dann Sand von mindestens 1 <i>m</i> Mächtigkeit, jedoch gegen Ausweichen geschützt, bis . . . .	1.5 „ „ „
für sandigen Schotter, fest, von geringer Mächtigkeit oder wech- selnd geneigter Lagerung, dann Lehm und Tegel, trocken, stehend oder teilweise stehend und gegen Ausweichen geschützt, bis . . . . .	2.5 „ „ „

für festgelagerten grobkörnigen Schotter, dann sogenannten Plattelschotter in größerer Mächtigkeit, ferner liegenden Lehm und Tegel, trocken, bis . . . . .	5.5 kg pro $cm^2$ ;
für lockeren, wasserhaltigen Boden, Fundierung mit Anwendung einer Pilotage, bis . . . . .	2.0 „ „ „
für lockeren, wasserhaltigen Boden, Fundierung mit Anwendung einer Pilotage und 60 cm Betonlage, bis . . . . .	3.0 „ „ „
für groben Schotter, ferner für festen, trockenen Tegel in horizontaler Lagerung und in großer Mächtigkeit, bis . . . . .	6.0 „ „ „
für festen, nicht verwitterten Felsboden . . . . .	10.0 „ „ „

Bei Projektverfassungen sollen diese Angaben nie überschritten werden.

Für die Fundierung wichtiger Bauten empfiehlt es sich, direkte Belastungsproben zur Ermittlung der Tragfähigkeit des Baugrundes vorzunehmen.

Die hierfür zur Verwendung gelangenden Vorrichtungen und Apparate beruhen auf dem Prinzip, daß eine bekannte Last mittels eines Stempels von bestimmter Fläche auf den Baugrund übertragen und aus der Größe der Einsenkung des Stempels die Tragfähigkeit des Bodens berechnet wird. Je größer die Grundfläche des Stempels, desto größer ist die Genauigkeit der Probe.

Da erfahrungsgemäß ein gleichmäßiges Setzen eines Gebäudes bis zu 20 mm für dessen Bestand ohne Gefahr ist, so kann man jene Last, unter welcher der Stempel bis 20 mm in den Baugrund einsinkt und bei ein- bis zweitägiger Belassung dieser Last auf dem Stempel keine weitere Einsenkung desselben hervorruft, als die Tragfähigkeit des Bodens in bezug auf eine Fläche gleich der Grundfläche des Stempels bezeichnen. Die Tragfähigkeit pro Flächeneinheit kann dann leicht berechnet werden. Aus dem arithmetischen Mittel mehrerer solcher Proben an verschiedenen Stellen des Bauplatzes erhält man die Tragfähigkeit des Baugrundes im allgemeinen, von welcher zur Sicherheit aber nur 70 bis 75% als zulässige Belastung gerechnet werden dürfen.

Eine einfache, leicht herstellbare Vorrichtung zur Vornahme einer Probebelastung ist in Fig. 18, T. 19, dargestellt. In der zu untersuchenden Bodenschicht wird eine 20 cm tiefe, 60 cm im Quadrat messende Grube ausgehoben und deren Sohle vollkommen horizontal ausgeglichen; auf die Sohle wird eine hölzerne Unterlage (Spiegel) aus 5 cm dicken, gefugten Pfosten genau horizontal verlegt. Auf diese Unterlage wird ein kubischer Mauerkörper von 60 cm Seitenlänge, aus Ziegeln in Zementmörtel, Beton oder aus einem Quader bestehend, hergestellt, in dessen oberen Teil in der Mitte eine Hülse aus schwachen Brettern eingesetzt wird, die zur Aufnahme der Meßlatte dient. Auf den Mauerkörper wird ein quadratischer Rost aus 18/21 cm Kanthölzern, von 1 m Seitenlänge aufgelegt und auf diesen ein gleich großer Bretterboden aus 5 cm dicken Pfosten aufgenagelt.

Bei Verwendung eines Quaders kann die Belastungsprobe sogleich, bei Mauerwerk jedoch erst 5 bis 6 Tage nach Herstellung des Mauerkörpers vorgenommen werden. Vor Beginn wird eine Meßlatte in die Hülse des Mauerkörpers eingesteckt. Im oberen Teile erhält die Meßlatte eine Führung zwischen 2 Kanthölzern, die quer über die Sondengrube gelegt werden. Nun wird auf den Rost die Belastung aufgebracht, wozu sich am besten Ziegel eignen, die schichtenweise auf den Bretterboden des Rostes aufgelegt werden. Das durchschnittliche Gewicht eines Ziegels muß durch Abwägen mehrerer Ziegel ermittelt werden. Auf den Quadratmeter Bretterboden lassen sich 25 Ziegel in einer Lage aufbringen. Nach Auflegen mehrerer Lagen, z. B. von 5, wird die Einsenkung des Mauerkörpers an der Meßlatte abgelesen und notiert; sodann wird mit dem Auflegen der Ziegel so lange fortgesetzt und die Einsenkung notiert, bis dieselbe zirka 20 mm erreicht oder keine weitere Einsenkung mehr stattfindet. Die Gesamtlast wird sodann 1 bis 2 Tage auf dem Roste liegen gelassen, um zu erheben, ob nach dieser Zeit keine weitere Einsenkung des Mauerkörpers stattgefunden habe. Das Ablesen der Einsenkungen

an der Meßplatte erfolgt entweder an der Oberfläche der als Führung dienenden Kanthölzer oder besser mit dem Nivellierinstrument.

Das Gewicht aller Belastungsziegel samt dem Eigengewicht von Spiegel, Mauerkörper und Rost gibt die Tragfähigkeit der Bodenschicht auf die Fläche von  $60 \times 60 = 3600 \text{ cm}^2$ , woraus die Tragfähigkeit pro  $\text{cm}^2$  ermittelt wird. (Ein Mauerkörper aus Ziegeln in Zementmörtel wiegt samt Spiegel, Rost und Bretterboden zirka  $500 \text{ kg}$ .)

Wird diese Belastungsprobe an 2 bis 3 Stellen des Bauplatzes vorgenommen, so erhält man aus dem arithmetischen Mittel ziemlich genau die mittlere Tragfähigkeit des Baugrundes; 75% dieser ermittelten Tragfähigkeit ergeben, wie bereits früher erwähnt, die zulässige Belastung des Bodens.

Ein anderer, recht praktischer Apparat ist der sogenannte *F u n d a m e n t p r ü f e r* des Wiener städtischen Ingenieurs *M a y e r* (Fig. 19, T. 19). Derselbe ist  $2 \text{ kg}$  schwer, kann in 3 Teile, *A*, *B* und *C*, durch Abschrauben zerlegt und in einem Futterale verpackt werden. Der Teil *A* enthält ein mit einer Skala versehenes Federdynamometer von  $25 \text{ kg}$  Tragkraft; *C* dient zur Befestigung der Preßstempel, welche eine Querschnittsfläche von 5, 10, 15 und  $20 \text{ cm}^2$  haben, während der mittlere Teil *B* bloß die Verbindung der Teile *A* und *C* bewirkt.

Die Handhabung des Instrumentes erfolgt in der Weise, daß dasselbe mittels der beiden umlegbaren Handhaben vertikal gegen den zu untersuchenden Grund gedrückt wird, bis ein deutlicher, aber nicht über  $10 \text{ mm}$  tiefer Eindruck erfolgt. Aus dem Vergleiche des ausgeübten Druckes, welcher an der Skala abzulesen ist, mit der Querschnittsfläche des Preßstempels ergibt sich sodann unmittelbar die zulässige Belastung des Baugrundes. Natürlich wird man die Versuche an mehreren Stellen vornehmen müssen, um dadurch ein verhältnismäßig sicheres Resultat zu erzielen.

Das Eigengewicht des oberen Teiles *A*, welches  $1 \text{ kg}$  beträgt und bei den Belastungsproben mitwirkt, wird der verschiebbare Schlitten *n* an der Skala genau anzeigen, allfällige Abweichungen können durch die am Kopfe angebrachte Schraubenmutter leicht behoben werden.

Sollte bei den Versuchen ein seitliches Ausweichen und Auftreiben des Baugrundes bemerkbar sein, was namentlich bei sandigem Grunde eintritt, so stellt man in dem zu untersuchenden Grunde eine trichterartige, oben 15 bis  $20 \text{ cm}$  weite und ebenso tiefe Grube her, deren Sohle etwas größer ist als der Durchmesser des zur Verwendung gelangenden Preßstempels; die Versuche werden dann in solchen Gruben vorgenommen. Die Einsenkung des Preßstempels soll  $10 \text{ mm}$  nicht übersteigen. Versuche, welche eine wesentlich tiefere Einsenkung ergeben, sind außer Betracht zu lassen.

Zur Prüfung von schotterigem Baugrund ist das Instrument nicht geeignet, doch wird eine Prüfung in solchen Fällen meistens überflüssig sein, weil die volle Tragfähigkeit eines derartigen Baugrundes selten ausgenützt wird.

Von demselben Ingenieur wurde auch der in Fig. 20, T. 19, dargestellte *P r ä z i s i o n s a p p a r a t* konstruiert. Bei diesem wird auf eine kleine Fläche des Baugrundes ein durch eine gleichmäßig wachsende Belastung zunehmender Druck ausgeübt und gleichzeitig an einer Skala beobachtet, welche Einsenkungen hierdurch jeweilig an der Druckstelle bewirkt werden. Bei der Benützung des Apparates wird vorausgesetzt, daß innerhalb der zulässigen Belastungen des Baugrundes die Einsenkung mit der Belastung proportioniert wächst. Nehmen die Einsenkungen plötzlich rascher zu, als der Proportion entsprechen würde, so ist die Grenze der Tragfähigkeit überschritten.

In der Figur bezeichnet *a* den Preßstempel, welcher mittels des Schraubengewindes *b* in dem Führungsbolzen *c* befestigt ist, welcher letzterer sich in der Hülse *d* frei auf- und abwärts bewegen kann und an seinem oberen Ende die Unterlagsplatte *e* trägt; diese nimmt die nach und nach aufgelegten Belastungsproben *Q* in der Weise

auf, daß sie mit Hilfe eines genau in der Mitte angebrachten Loches auf die Führungstange  $f$  gesteckt werden. Die Belastung wird daher auf den Preßstempel vollkommen zentral übertragen. In der Hülse  $d$  ist seitlich ein Schlitz ausgespart, in welchem sich der in dem Führungsbolzen  $f$  befestigte Mitnehmerarm  $g$  frei auf- und abwärts bewegen kann.

Um das seitliche Ausweichen, bzw. Aufsteigen des Baugrundes während der Belastungsprobe zu verhindern, ist die Hülse  $d$  mit einem breiten, ringförmigen Untersatz  $h$  versehen; außerdem wird für jeden Preßstempel ein zu dem Kaliber desselben passender Einsatz  $i$  angebracht. Das Feststellen des Apparates wird durch 3 Arme  $k$  bewirkt, welche mit den an den äußeren Enden angebrachten Spitzen  $l$  in den Boden eindringen.

Die durch das Auflagern der Belastungsplatten bewirkte Einsenkung des Preßstempels überträgt sich mittels des Mitnehmerarmes  $g$  auf den Bolzen der Mikrometerschraube  $m$  und durch diesen auf den Kolben  $n$ , der mit einer Kautschukhülle überzogen ist, die einerseits infolge ihrer Elastizität den Kolben beständig nach aufwärts zu bewegen sucht und andererseits gegen das Gefäß  $o$  einen dichten Verschuß herstellt. (Bei einer neueren Ausführung wird statt der Kautschukhülle der Kolben dicht eingeschliffen und durch eine Spiralfeder nach aufwärts gedrückt.)

Das mit Quecksilber gefüllte Gefäß  $o$  kommuniziert mit einer dünnen Glasröhre  $p$ , längs welcher eine Millimeterskala angebracht ist, an welcher der Stand der Quecksilbersäule noch in Zehntelmillimetern abgelesen werden kann. Da der lichte Durchmesser der Glasröhren bloß  $\frac{1}{10}$  desjenigen des Gefäßes beträgt, daher der Querschnitt des letzteren hundertmal so groß ist als jener des Glasrohres, so wird jede Bewegung des Kolbens eine hundertfach größere Bewegung in dem Glasrohre hervorrufen. Mittels der Mikrometerschraube kann bei Beginn der Beobachtung die Quecksilbersäule auf 0 gestellt werden. Zur Korrektur der durch Temperaturschwankungen hervorgerufenen Änderung im Stande der Quecksilbersäule ist an der Rückseite des Skalabrettes ein kleines Thermometer angebracht.

Die Preßstempel haben einen Querschnitt von 5, 10, 15 und 20  $cm^2$  und die Belastungsplatten ein Gewicht von je 10  $kg$ , so daß aus der Anzahl der aufgelegten Platten die Belastung pro  $cm^2$  Baugrund sofort bestimmt werden kann.

Zur Durchführung der Belastungsversuche werden die Belastungsplatten nacheinander auf die Unterlagsplatte aufgelegt, bei jeder Platte wird die Veränderung der Quecksilbersäule unter Berücksichtigung etwa eingetretener Temperaturschwankungen beobachtet. Verzeichnet man die erzielten Beobachtungsergebnisse in ein Diagramm (Fig. 20 *a*, T. 19), so ergibt jene Stelle desselben, an der die Proportionalität in der Einsenkung verschwindet, wo also die Anstiegslinie von einer Geraden  $a b$  in eine Kurve  $b c$  übergeht (also hier der Punkt  $b$ ), die größte zulässige Belastung, welche im vorliegenden Falle 6.5  $kg$  pro  $cm^2$  beträgt. Die hierzu eintretende Setzung ist 2.3  $mm$ .

Von der ermittelten, größten zulässigen Belastung per 6.5  $kg$  pro  $cm^2$  dürfen aber nur 70 bis 75%, d. i. 4.55 bis 4.87  $kg$  wirklich in Rechnung gezogen werden.

Der Anwendung der angeführten Apparate muß immer die übliche Sondierung und Untersuchung des Baugrundes vorangehen; sie kann also diese Vorarbeiten nicht ersetzen, sondern sie soll dieselben nur ergänzen.

## **E. Fundierungsarbeiten.**

Die Art und Weise der Fundierung eines Bauobjektes kann je nach der Größe und dem Gewichte desselben sowie nach der Beschaffenheit des Baugrundes eine sehr verschiedene sein.

### **1. Fundierung auf gutem Baugrunde.**

Bei diesem kann das Fundamentmauerwerk ohne besondere Vorkehrungen direkt auf die Sohle des Fundamentgrabens aufgesetzt werden.