



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Die Drainage**

**Schewior, Georg**

**Leipzig, 1912**

b) Die mechanische Bodenuntersuchung

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-97301](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-97301)

vor Augen führen, wie die Fig. 70 zusammen mit Fig. 68 zeigt. In schwierigen Fällen kann die Grundwasseroberfläche der besseren Uebersicht wegen in Horizontal-  
linien dargestellt werden.

Die für die mechanische Untersuchung erforderlichen Bodenproben werden je nach Erfordernis allen vorkommenden Schichten entnommen. Da bei den Drainagearbeiten in erster Linie die physikalischen Eigenschaften des Untergrundes entscheidend sind, genügt unter Umständen die Probeentnahme aus den Untergrundschichten, bei gleichartigem Boden aus einer Tiefe von 0,7 bis 1,0 m.

Zweckmäßig ist es, jede Probe —  $\frac{1}{2}$  bis 1 kg Gewicht — für sich zu fassen und zu untersuchen. Die Herstellung von „Mittelproben“ ist nur bei gleichartigen Verhältnissen zuzulassen.

Zur Charakterisierung des Humusgehaltes (s. S. 63) ist auch von der Ackerkrume eine Probe aus einer Tiefe von 10 bis 20 cm zu entnehmen.

**b) Die mechanische Bodenuntersuchung.** Der **Gehalt an abschlämbaren Teilen** wird durch die mechanische Analyse bestimmt, die sich darauf beschränkt, die Zusammensetzung des Bodens nach seinem Mischungsverhältnisse aus den feinen und feinsten Bestandteilen und den größeren, gewöhnlich noch unverwitterten Gesteinstrümmern festzustellen, sodann auch den Gehalt an Kalk, Humus und Eisen zu prüfen.

Die Trennung der gröberen Gemengteile erfolgt durch Siebe mit runden Löchern verschiedener Lichtweite, während die feineren und feinsten Teile, die für die Untersuchung in Betracht kommen, mit Hilfe des Wassers, durch das sogenannte **Schlämmverfahren** noch weiter gesondert werden.

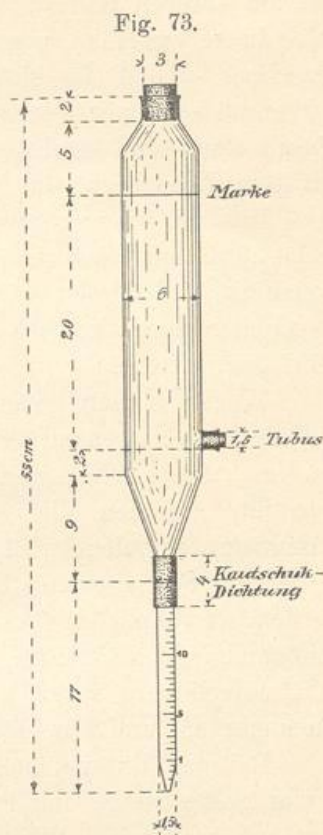
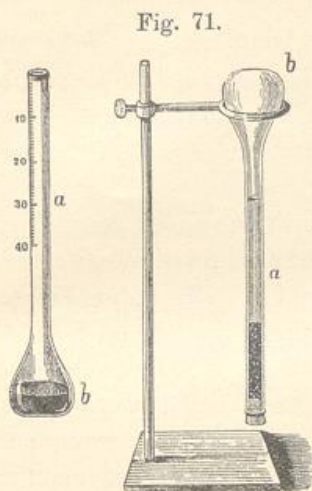
Je nach dem Durchmesser der Korngröße wird eine Benennung der Bodenkörner vorgenommen, und zwar bezeichnet man:

solche von	über 5 mm	Durchmesser als Steine,
„	5— 2	„
„	2— 0,2	„
„	0,2— 0,1	„
„	0,1—0,05	„
„	0,05—0,01	„
„	0,01 und darunter	„
		Kies,
		gröberen bis mittleren Sand,
		feinen Sand,
		sehr feinen Sand,
		Staub,
		abschlämbbare Teile.

Von den verschiedenen im Gebrauche befindlichen **Schlämmvorrichtungen** sind die bekanntesten nachstehend beschrieben.

**a)** Die Schlämmflasche von **von Benningsen** besteht aus einem Glaskolben b mit einem zylindrischen Halse a (Fig. 71), der mit einer Teilung (in ccm) versehen ist. Für die Untersuchung werden etwa 10 g Boden zur besseren Auflösung der Erdteilchen mit Wasser schwach gekocht, mittels eines Siebes von Steinen und Pflanzenfasern befreit und mit so viel Wasser in die Schlämmflasche gespült, daß der Kolben zu zwei Drittel gefüllt ist. Nachdem man die Flasche mit einem Korken geschlossen und tüchtig geschüttelt hat, kehrt man sie um und hängt sie an einem Gestell auf. Hierbei fallen die gröberen Teile ihrer Schwere wegen zuerst zu Boden und nehmen den untersten, die feineren Teile den darüber befindlichen Raum ein. Nach Verlauf von  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Stunden kann man nach der Teilung die Raumprocente der mannigfachen Abstufungen berechnen.

β) Die Kühnsche Schlämavorrichtung (Fig. 72) besitzt außer einem 30 cm hohen und 8,5 cm weiten Schlämzylinder, der an der unteren Seite ein kurzes



Ablaufrohr mit Gummipfropfen trägt, 5 Siebe mit runden Löchern von 5, 3, 2, 1 und 0,5 mm Lichtweite. Der zu untersuchende Boden wird zunächst durch das 5 mm-Sieb von Steinchen befreit und sodann durch das 3 und 2 mm-Sieb in gröbere und mittlere Teile zerlegt. Der Rest wird in den Schlämzylinder gebracht, der bis zu einer Marke (28 cm über dem Boden) mit Wasser angefüllt wird. Nachdem das Ganze gründlich mit einem Holzstabe umgerührt worden ist, läßt man nach einer Pause von 10 Minuten die feinsten Bodenteile durch das Ansatzrohr ablaufen. Dieser Vorgang, das „Schlämmen“, wird so lange wiederholt (20 bis 30 mal), bis das Wasser im Zylinder nach dem Absetzen, dem aber jetzt nur 5 Minuten Zeit gegeben wird, vollständig klar bleibt. Die abgeschlämmten Teile werden nunmehr filtriert und gewogen und die im Zylinder niedergeschlagenen sandigen Bodenteile, wenn man will, durch das 1 mm- und 0,5 mm-Sieb weiter zerlegt.

γ) Die Sikorskische Schlämflasche. Die Einfachheit und Bequemlichkeit der Benningsenschen und die Genauigkeit der Kühnschen Vorrichtung hat Oberingenieur Sikorski, Professor an der Universität in Krakau, in einer neuen Schlämflasche zu vereinigen gesucht, indem er in deren oberem Teile den Zylinder von Kühn, in dem unteren den Schlämkolben von v. Benningsen nachbildete.

Die Sikorskische Schlämflasche\*), ganz aus Glas, hat nach beigelegter Zeichnung (Fig. 73) in ihrem oberen Teile die Gestalt eines länglichen Zylinders von 6 cm lichtigem Durchmesser. Der Zylinder ist seitwärts mit einem kurzen Ausflußrohr (Tubus) von 1,5 cm Innenweite versehen und endet oben in einem 3 cm weiten Flaschenhals. 2 cm unterhalb der seitlichen Ausfluß-

\*) Nach einer Mitteilung des Prof. Sikorski in Krakau.

öffnung läuft der Zylinder auf einer Länge von 9 cm konisch zu und geht in ein 17 cm langes und 1,5 cm weites Rohr über, das mit einer Teilung versehen und am unteren Ende geschlossen ist.

In einer Höhe von 20 cm oberhalb des Tubus — vom unteren Ende an gerechnet — befindet sich eine im Glase eingeritzte Marke, bis zu der die Schlämmflasche mit Wasser anzufüllen ist. Zwischen dieser Marke und dem Flaschenhals sind noch etwa 5 cm Spielraum vorhanden, um die Bodenprobe mit dem Wasser gut durcheinander schütteln zu können.

Das mit einer genauen Teilung versehene Rohr ist in halbe Kubikzentimeter zerlegt. Damit aber auch geringe Mengen des groben Sandes mit hinreichender Genauigkeit abgelesen werden können, wird zweckmäßig das Rohr unten einige Zentimeter lang konisch verlängert und auf diese Länge in Viertel-Kubikzentimeter geteilt.

Wegen seiner bedeutenden, 55 cm betragenden Länge wird der obere Zylinder zur bequemen Beförderung mit dem geteilten Rohr nicht fest verbunden, sondern mittels metallener, mit Schraubengewinden versehenen Hülsen aneinander befestigt, zwischen die, um einen wasserdichten Verschuß zu erzielen, ein Gummiring eingelegt wird.

Zum Schließen der beiden Oeffnungen, nämlich des Halses und des Tubus, werden gewöhnliche Gummistöpsel verwendet. Um einen Sandverlust beim Schlämmen zu vermeiden, muß der Stöpsel des Tubus mit der Innenwand des Schlammzylinders scharf abschneiden, gut passen und schließen, aber doch bequem heraus- und hineingedreht werden können.

Bei der Untersuchung werden von der lufttrockenen Erdprobe, die über 2 mm große Steine und Pflanzen nicht enthalten darf, 10 g abgewogen und mit gewöhnlichem reinen Wasser in eine genügend große Porzellanschale geschüttet. Durch  $\frac{1}{2}$  bis  $1\frac{1}{2}$  stündiges Kochen wird unter fleißigem Umrühren und sanftem Zerdrücken der Brocken mit einem glatten gläsernen Stabe die Probe in einen feinen Brei verwandelt, wobei stets zu achten ist, daß von den abgewogenen 10 g durch Ueberkochen, Herausspritzen usw. nicht das geringste verloren geht. Ist der Boden völlig aufgeweicht und fein verteilt, so wird er mittels eines Trichters in die Schlämmflasche gefüllt und die auf der Schale zurückbleibenden Sandkörner sorgfältig mit einer Spritzflasche nachgespült. Schließlich wird in die Schlämmflasche reines Wasser genau bis an die eingeritzte Marke gegossen.

Nachdem die Flasche fest verkorkt worden ist, schüttelt man Wasser und Erde tüchtig (ruckweise) durcheinander, um die Bodenteile voneinander zu trennen, und dreht dann durch eine rasche Handbewegung die Flasche in eine lotrechte Lage mit der geteilten Röhre nach unten um. In diesem Augenblicke wird auch die Zeit nach einer Sekundenuhr bestimmt und die Schlämmflasche möglichst lotrecht an einem eigens hierzu eingerichteten Gestell aufgehängt.

Indem nun angenommen wird, daß die Fallgeschwindigkeit abschlämmbarer Teile unter 0,01 mm Durchmesser 0,2 mm in der Sekunde beträgt, so sind, bei der Höhe von 200 mm des Zylinders — gerechnet vom unteren Rande der Abflußöffnung bis zur Marke —,  $\frac{200}{0,2} = 1000$  Sekunden = 16 Minuten 40 Se-

kunden nötig, bis sämtliche Sandkörner in der Röhre sich setzen, während die Tonteilchen und andere feine abschlämmbare Teile des Bodens schwebend in dem Wasser oberhalb der Abflußöffnung zurückbleiben.

Nach Ablauf der genannten Zeit wird das Wasser abgelassen. Dann wird von neuem Wasser bis zur Marke aufgefüllt, geschüttelt und wieder nach Ablauf von 16 Minuten und 40 Sekunden abgelassen. Dieses Verfahren wird so oft wiederholt, bis das Wasser nicht mehr trübe, sondern klar erscheint. Daran erkennt man, daß weiter keine abschlämmbaren Teile in der Schlämfflasche vorhanden sind.

Es ist jetzt in der Röhre nur Sand zurückgeblieben, den man noch weiter zerlegen kann in

1. Staub von 0,01 bis 0,05 mm Größe mit 2 mm Fallgeschwindigkeit in der Sekunde, also  $\frac{200}{2} = 100$  Sekunden Gesamtfallzeit;
2. sehr feinen Sand von 0,05 bis 0,1 mm Größe mit 7 mm Fallgeschwindigkeit, also  $\frac{200}{7} = 29$  Sekunden Gesamtfallzeit;
3. feinen Sand von 0,1 bis 0,2 mm Größe mit 25 mm Fallgeschwindigkeit, also  $\frac{200}{25} = 8$  Sekunden Gesamtfallzeit;
4. mittleren und groben Sand über 0,2 mm Größe, der nach vollendeter Abschlämmung am Boden der geteilten Röhre sich absetzt.

Nach dem Abschlämmen der feinsten Teilchen, sowie nach dem Abschlämmen der einzelnen Sandkorngrößen wird an der Teilung der Rauminhalt des in dem Rohre zurückgebliebenen Sandes abgelesen, damit aus den Unterschieden jeder vorherigen und der nachfolgenden Ablesung der Kubikinhalte der einzelnen Sandsorte berechnet werden kann.

Für die vorerwähnten Korngrößen des Sandes sind nachstehende Beziehungen zwischen Gewicht und Rauminhalt durch oft wiederholte Messungen und Wägungen ermittelt worden. Es entspricht:

- |                                    |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 1. 1 ccm Staub                     | einem Gewichte von 1,328 g, |
| 2. 1 ccm sehr feiner Sand          | „ „ „ 1,448 g,              |
| 3. 1 ccm feiner Sand               | „ „ „ 1,515 g,              |
| 4. 1 ccm mittlerer und grober Sand | „ „ „ 1,612 g.              |

Zur Erläuterung diene folgendes Beispiel. Das Gewicht der lufttrockenen abgeseihten Feinerde betrage 10 g.

- |   |
|---|
| Die 1. Ablesung nach dem Abschlämmen der feinsten Teilchen sei 5,6 ccm, |
| „ 2. „ „ „ „ des Staubes sei 4,1 ccm,                                   |
| „ 3. „ „ „ „ des sehr feinen Sandes sei 1,9 ccm,                        |
| „ 4. „ „ „ „ des feinen Sandes sei 1,1 ccm.                             |

Aus der Differenz der 1. und 2. Ablesung erhält man

$$5,6 - 4,1 = 1,5 \text{ ccm Staub zu } 1,328 \text{ g} \dots = 1,992 \text{ g} = 19,9 \%$$

Aus der Differenz der 2. und 3. Ablesung erhält man

$$4,1 - 1,9 = 2,2 \text{ ccm sehr feinen Sandes zu } 1,448 \text{ g} = 3,186 \text{ g} = 31,9 \%$$

$$\text{Zu übertragen } 5,178 \text{ g} = 51,8 \%$$

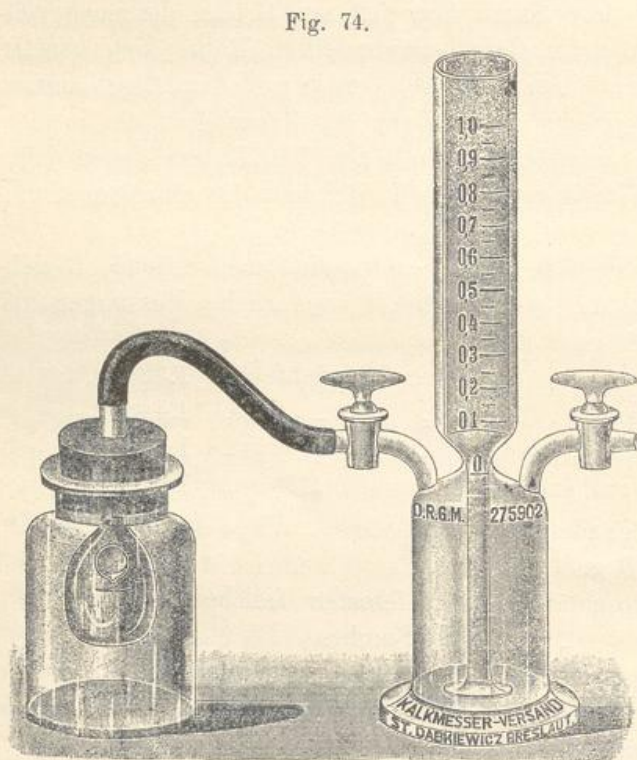
	Uebertrag = 5,178 g = 51,8 %
Aus der Differenz der 3. und 4. Ablesung erhält man	
1,9 — 1,1 = 0,8 ccm feinen Sandes zu 1,515 g . . = 1,212 g = 12,1 %	
Und zuletzt aus der 4. Ablesung erhält man	
1,1 ccm mittleren Sandes zu 1,612 g . . . . . = 1,773 g = 17,7 %	
Also zusammen Sand = 8,163 g = 81,6 %	
Zur Probe wurden verwendet = 10,000 g = 100 %	
Folglich <b>abschlämbbare Teile</b> = 1,837 % = 18,4 %	

Für die Bestimmung von Kalk, Humus und Eisen genügt in der Regel eine rohe Schätzung, da hier nur größere Mengen der genannten Stoffe entscheidend wirken.

Zur rohen Beurteilung des **Kalkgehalts** genügt schon das einfache Benetzen der Bodenprobe mit verdünnter Salzsäure. Bei schwachem und gleichmäßigem Aufbrausen (Kohlensäureentwicklung) hat man es mit mergeligem Boden zu tun, bei schwachem ungleichmäßigem Aufbrausen sind Kalkstückchen vorhanden. Eine ganz schwache Aeußerung entspricht einem Gehalte von 1 bis 2 %, ein stärkeres, aber nicht anhaltendes Aufbrausen dem Gehalte von 3 bis 5 %, ein starkes und anhaltendes Aufbrausen einem höheren Gehalte von kohlensaurem

Kalke. Nur in letzterem Falle wird er zu berücksichtigen sein. Denn dann ist anzunehmen\*), daß so viel Kalk vorhanden ist, daß mit ihm bei der Veränderung der physikalischen Eigenschaften nach durchgeführter Entwässerung gerechnet werden kann (siehe Seite 50 usw.).

Eine ziemlich sichere Ermittlung des Kalkgehalts wird durch den nachstehend beschriebenen **Kalkmesser „Krone“** (D. R. G.-M. Nr. 275902) von St. Dabkiewicz, Breslau I, Ritterplatz 9, ermöglicht.



Der Kalkmesser (Fig. 74) besteht im wesentlichen aus einer Entwicklungsflasche und einem mit einer Teilung versehenen Glasgefäß (Ableserohr). Durch den Stopfen der ersteren wird ein unten kolbenartig erweitertes und zugeschmolzenes Glasrohr (mit seitlichem Loch) geführt, das zur Aufnahme

\*) Siehe Anm. Seite 50.

von Salzsäure bestimmt ist. Das Glasrohr wird durch einen Gummischlauch mit dem Ableserrohr luftdicht verbunden. Zwei an diesem angebrachte Glashähne dienen dazu, einmal die Verbindung mit der Entwicklungsflasche aufzuheben (linker Hahn), zum anderen Mal die Kohlensäure aus dem Ableserrohr treten zu lassen (rechter Hahn).

Von der zu untersuchenden Bodenprobe, die in trockenem Zustande möglichst fein gerieben wird, werden 20 g in die Entwicklungsflasche geschüttet und mit dem Stopfen verschlossen, nachdem der Kolben der Glasrohre durch das seitliche Loch mit verdünnter Salzsäure (2 Teile reine Salzsäure, 1 Teil reines Wasser) bis zur angebrachten Marke gefüllt worden ist. Das Ableserrohr wird bis zur Nullmarke mit abgestandenem Wasser angefüllt und durch den Gummischlauch mit der Entwicklungsflasche in luftdichte Verbindung gebracht. Sobald durch entsprechendes Neigen der Flasche aus dem Glaskolben etwas Salzsäure über die Bodenprobe sich ergießt, drängt die sich entwickelnde Kohlensäure das Wasser in dem Ableserrohr in die Höhe. Die Entwicklungsflasche ist, so lange das Wasser noch im Steigen begriffen ist, in wallender Bewegung zu halten. Hört das Wasser zu steigen auf, so gilt die Untersuchung als beendet, und der Gehalt an kohlensaurem Kalk ist an der Teilung in 0,1 % unmittelbar abzulesen.

Ist im Boden mehr als 1 % kohlensaurer Kalk vorhanden, so ist der linke Hahn sofort zu schließen, sowie das Wasser die Marke 1,0 erreicht. Der rechte Hahn wird hierauf geöffnet, damit die Kohlensäure entweichen kann, und dann wieder geschlossen, sobald das Wasser bis zur Nullmarke gesunken ist. Durch Öffnen des linken Hahnes wird von neuem die Untersuchung eingeleitet und so oft wiederholt, so lange sich noch Kohlensäure entwickelt. Am Ende werden die Ergebnisse zusammengezählt.

Für stark kalkhaltige Böden (Mergel, Wiesenalk usw.) wird der vorstehende Apparat in 10facher Größe als „Krone 2“ hergestellt, damit bei der Untersuchung die Wiederholung verringert wird.

Für den **Humusgehalt** gibt die Färbung des Bodens einigen Anhalt. Sand zeigt im feuchten Zustande schon bei 0,5 % Beimischung von Humus eine merklich graue, dagegen bei 2 bis 5 % eine bedeutend dunkelgraue und bei mehr als 5 % eine ganz schwarze Färbung. Auch bei Lehm läßt sich eine solche Abstufung vornehmen. Böden, die einen Humusgehalt unter 2 % haben, werden humusarm genannt, von 2 bis 5 % humos, von 5 bis 10 % humusreich, über 10 % sind es reine Humusboden.

Genauer wird der Humusgehalt aus dem Glühverluste der völlig getrockneten Bodenprobe bestimmt.

Von der durchgeseihten Erde\*) werden 10 g in einem Porzellantiegel so stark wie möglich getrocknet und mit diesem abgewogen. Hierauf wird die Probe so lange geglüht, bis alle organischen Bestandteile verbrannt sind. Um dem Kalk usw. die durch die Hitze ausgetriebene Kohlensäure wiederzugeben, befeuchtet man die abgekühlte Feinerde mit einigen Tropfen kohlensauren Am-

\*) „Praktische Bodenkunde“. Von A. Nowackli. Berlin 1904, Verlag von Paul Parey.

moniak. Nachdem man das zugesetzte Ammoniak durch schwaches Erwärmen sich hat verflüchten lassen, kommt das Ganze wieder auf die Wage. Der Gewichtsverlust gegen die erste Wägung wird als Glühverlust in Rechnung gebracht. Zum Beispiel;

Erste Wägung: Tiegel + getrocknete Erde . . . 67,32 g,  
Zweite Wägung: Tiegel + geblühte Erde . . . 66,71 g,

folglich Glühverlust 0,61 g.

Dieser Glühverlust — hier auf 10 g Erde in Prozenten ausgedrückt = 6,1 % — kann als Humusgehalt nur bei denjenigen Böden angesehen werden, die unter 10 % Ton erhalten, als da sind: Grusböden, Kies- und Grandböden, lose und humose Sandböden und die eigentlichen Humusböden. Bei allen Böden aber, die Ton über 10 % enthalten, ist die Annahme nicht zutreffend, vielmehr fällt hier die Humusbestimmung nach dem Glühverluste allein zu hoch aus. Dies kommt daher, daß der Ton einen Teil des Wassers so fest hält, daß dieses erst bei der Glühhitze ausgetrieben wird. Um nun aber doch den Gehalt annähernd genau zu erhalten, muß man nach Nowacki von dem aus dem Glühverluste berechneten Humusgehalte:

bei Ton- und schweren Lehmböden . . . . .  $\frac{1}{2}$   
bei gewöhnlichen Lehmböden . . . . .  $\frac{1}{3}$   
bei sandigen Lehm- und lehmigen Sandböden . . . . .  $\frac{1}{4}$

in Wasser in Abzug bringen. Wäre also in obigem Beispiele die Humusbestimmung an einem gewöhnlichen Lehmboden vorgenommen worden, so hätte man statt der gefundenen 6,1 % nur 4 % Humus anzunehmen.

Auch der **Eisengehalt** im Boden kann nach dem Augenscheine beurteilt werden. So deutet bei Sandböden eine gelblichrote Färbung auf 1 % Eisenoxyd hin, weiter die dunkle, graue auf 1 bis 2 %. Im lehmigen Boden kann seine Menge an den charakteristischen rostigen Stellen beurteilt werden. Auch das Wasser, das in Gräben einen ockergelben Schlamm absetzt, läßt auf einen größeren Gehalt an Eisen im Boden schließen.

Ein verhältnismäßig einfaches Mittel, um das Vorkommen von Eisen nachzuweisen, besteht darin, daß man etwa 50 g Erde mit 50 ccm reinem Wasser übergießt, die Masse gut umrührt und 24 Stunden stehen läßt, hierauf den Brei filtriert und zu dem Filtrat einige Tropfen gelbes Blutlaugensalz zusetzt. Ein Niederschlag von intensiv blauer Färbung läßt auf 1 % Eisenoxyd im Boden schließen.

### 19. Rohrweite der Sammler.

Für Sammeldrains werden allgemein nachstehende Rohrweiten verwendet und von den meisten Ziegeleien in diesen Abmessungen geliefert. Die lichte Weite der Sammeldrains beträgt:

5, 6,5, 8, 10, 13, 16, ausnahmsweise 18 und 21 cm.

### 20. Lage der Sammler.

Wie bereits auf Seite 40 bemerkt ist, wirkt die Lage der Sauger bestimmend auf die auszubauende Richtung der Sammeldrains.