

### 3.4.4

Die Proctordichte dient der Bestimmung der Verdichtungsfähigkeit, des günstigsten Wassergehalts für die Verdichtung, der Beurteilung der Eignung des Bodens für den Erdbau und zur Berechnung des auf der Baustelle erreichten Verdichtungsgrades nach der Gleichung

$$D_{Pr} = \frac{\rho_d}{\rho_{Pr}} .$$

### 3.4.5

Die vorhandene Trockendichte  $\rho_d$  wird bei der Verdichtungskontrolle entweder mit Hilfe von Sonderproben bestimmt, die aus der Oberfläche der verdichteten Schüttung in bestimmten Abständen entnommen werden, oder per Ramm- oder Drucksondierung.

## 3.5 Scherfestigkeit

### 3.5.1

Beim Rahmenscherversuch wird die Scherlast gemessen, die durch weggesteuertes Ziehen des verschieblichen Rahmens aufgebracht wird.

### 3.5.2

Der Versuch ist beendet, wenn das Maximum der Scherspannungen überschritten ist. Der Versuch wird mit verschiedenen Normalspannungen wiederholt.

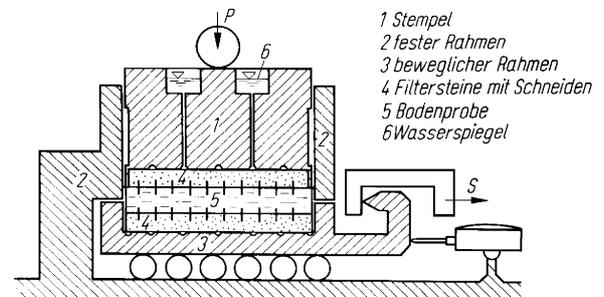


Bild 10. Rahmenschergerät nach Krey

Als Meßwerte werden aufgenommen;

- die waagerechte Scherkraft S
- die lotrechte Belastung P
- die Verschiebung
- die lotrechte Verformung

### 3.5.3

Die Ergebnisse des Scherversuchs werden in einem Diagramm eingetragen, wobei die Normalspannungen  $\sigma$  auf der Abszisse und die Scherspannungen  $\tau$  auf der Ordinate abgetragen werden. Die so erhaltenen Punkte werden durch eine Gerade miteinander verbunden.

### 3.5.4

Zur Kontrolle werden mindestens drei Versuche mit unterschiedlichen Normalbelastungen durchgeführt. Mit der Scherkraft S, der Querschnittsfläche des Probekörpers A und der Scherfläche  $A' = A - \Delta A$  ( $\Delta A$  Verkleinerung der Querschnittsfläche beim Abscheren) ist die Scherfestigkeit  $\tau = S/A'$  und  $\sigma = P/A$ .

### 3.5.5

Reibungswinkel  $\varphi_s$  und Kohäsion c .

$\varphi'$  nichtbindiger Böden ;  $\varphi'_s$  (Gesamtscherwinkel) erstverdichteter bindiger Böden ;

$\varphi'_w$  (wahrer Reibungswinkel) bindiger Böden ;  $c_u$  Scherfestigkeit des undrainierten Bodens

### 3.5.6

Die Zusammendrückung des Bodens in Verbindung mit dem Ausdrücken des Porenwassers wird als "Konsolidation" bezeichnet. Die ist erforderlich, da ansonsten der wirksame Druck und die Setzung = Null sind, und der wassergesättigte bindige Boden somit keine Reibungsfestigkeit zeigt („er schwimmt“).

In diesem Zustand ist daher nur eine Kohäsion vorhanden, die "undrainierte Scherfestigkeit" oder "Anfangsscherfestigkeit  $c_u$ " genannt wird, weil sie nur im Anfangszustand der Belastung auftritt.

## 3.6 Zusammendrückbarkeit (Kompression)

### 3.6.1

Die Zusammendrückbarkeit des Bodens unter einer Last beruht auf der Verringerung des Hohlraumes, nicht auf der Verformung der Körner. Beim Entlasten des Bodens nach einem Druckversuch geht nur ein Teil der Setzung wieder zurück (elastische Setzung  $s_e'$ ). Ein großer Teil der Setzung bleibt aber bestehen (plastische oder bleibende Setzung  $s_p'$ ). Daher erreicht die Entlastungslinie nicht wieder den Nullpunkt, wie bei einem rein elastischen Körper, wie z.B. Stahl. Durch eine Belastung (Vorbelastung) wird der Boden also verdichtet und damit verbessert, so daß er sich bei der Wiederbelastung nicht mehr so stark setzt, wie bei der Erstbelastung.

### 3.6.2

- Sofortsetzung** (Schubsetzung infolge Gestaltsänderung bei Volumenkonstanz). Sie werden auch mit Anfangsetzung bezeichnet und treten besonders bei bindigen Böden mit höherem Wassergehalt auf. Unter der Belastung weicht der Baugrund seitlich aus. Das Volumen des Bodens bleibt hierbei unverändert., d.h. der Porenanteil wird nicht verringert.
- Primärsetzung** (Konsolidationssetzung / Verdichtungssetzung) Unter der Belastung wird der Baugrund zusammengedrückt, d.h. sein Porenanteil verringert sich. Bei bindigen wassergesättigten Böden treten die Konsolidationssetzungen erst auf, wenn das überschüssige Wasser aus den Poren ausgepreßt ist. Die Konsolidationssetzungen bilden im Regelfall den Hauptteil der Setzungen.
- Sekundärsetzung** (Kriechsetzungen) Darunter versteht man jene Setzungen, die unter konstanten effektiven Spannungen nach Abschluß der Konsolidierung auftreten. Ihre Ursache sind Kriechvorgänge in Untergrund, und sie können sich über Jahrzehnte hinziehen. Ihr Endwert kann nicht berechnet werden.

### 3.6.3

Das Versuchsgerät besteht aus einem Metallring, der den Probekörper aufnimmt und während der einaxialen Belastung dessen Querdehnung verhindert. Dem Boden wird also ein einaxialer Verformungszustand aufgezwungen, ähnlich jenem, der sich in der Natur beim Konsolidieren weit ausgedehnter Schichten einstellt. Der Probekörper wird beidseitig durch Filtersteine begrenzt, die das Ab- und Zufließen von Porenwasser während des Versuchs gestatten. Bei Versuchsgeräten mit "festem Ring" (siehe Bild 11) stehen Unterfläche von Ring und Probekörper bündig auf.

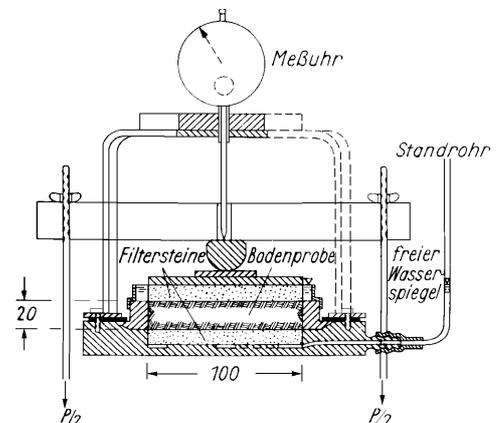


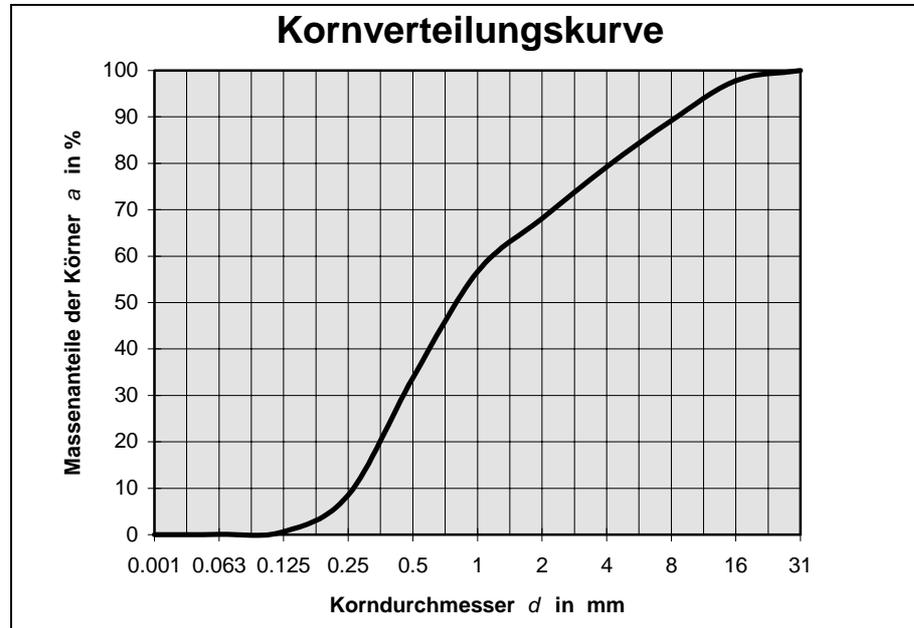
Bild 11. Kompressionsgerät mit festem Ring

## 4. Auswertung und Anwendung der Prüfergebnisse

### Korngrößenverteilung durch Siebung

1.)

Anhand der im Meßprotokoll aufgenommenen Werte wurde folgende Kornverteilungskurve erstellt:



2.)

Aus der Kornverteilungskurve wurden folgende Werte abgelesen:

$$d_{60} = 84$$

$$d_{10} = 56,7$$

$$d_{30} = 74$$

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{84}{57} = 1,47$$

Die Unförmigkeitszahl U unserer Probe beträgt 1,47

$$C_c = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} \cdot d_{60}} = \frac{74^2}{84 \cdot 56,7} = 1,15$$

Die Krümmungszahl  $C_c$  beträgt 1,15

Aus den Werten U und  $C_c$  kann die Probe nach DIN 18196 als enggestuft eingestuft werden.

Der Anteil an Körnern  $\leq 2$  mm beträgt bei unserer Probe 68,1 %, damit ist sie ein Sand.

Die Bezeichnung lautet SE Bodenklasse 3 .

Ein SE - Boden ist nicht frostempfindlich.

Als Erfahrungswerte können Steighöhen  $h_{kp}$  von 0,2 bis 0,5 m angenommen werden.

$$\text{Der } k \text{ - Wert der Probe beträgt } k = \frac{1}{100} \cdot \sum_{i=1}^9 R_i = 4,66$$