

- **Versuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung**
- **Versuche zur Bestimmung der Korn- und Bodendichte, des Wassergehaltes, des Kalkgehaltes und des Glühverlustes**
- **Versuche zur Bestimmung der Zustandsgrenzen bindiger und nichtbindiger Böden**

# Bodenmechanisches Praktikum

## Versuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

### Korngröße:

Korngröße d (mm)	Benennung
<b>2 bis 63</b>	<b>Kies</b>
20 bis 63	Grobkies
6,3 bis 20	Mittelkies
2 bis 6,3	Feinkies
<b>0,06 bis 2</b>	<b>Sand</b>
0,6 bis 2	Grobsand
0,2 bis 0,6	Mittelsand
0,06 bis 0,2	Feinsand
<b>0,002 bis 0,06</b>	<b>Schluff</b>
0,02 bis 0,06	Grobschluff
0,006 bis 0,02	Mittelschluff
0,002 bis 0,006	Feinschluff
<b>=&lt;0,002</b>	<b>Feinstkorn oder Ton</b>

Böden mit  $d < 0,06$  mm:

Feinkörnige Böden

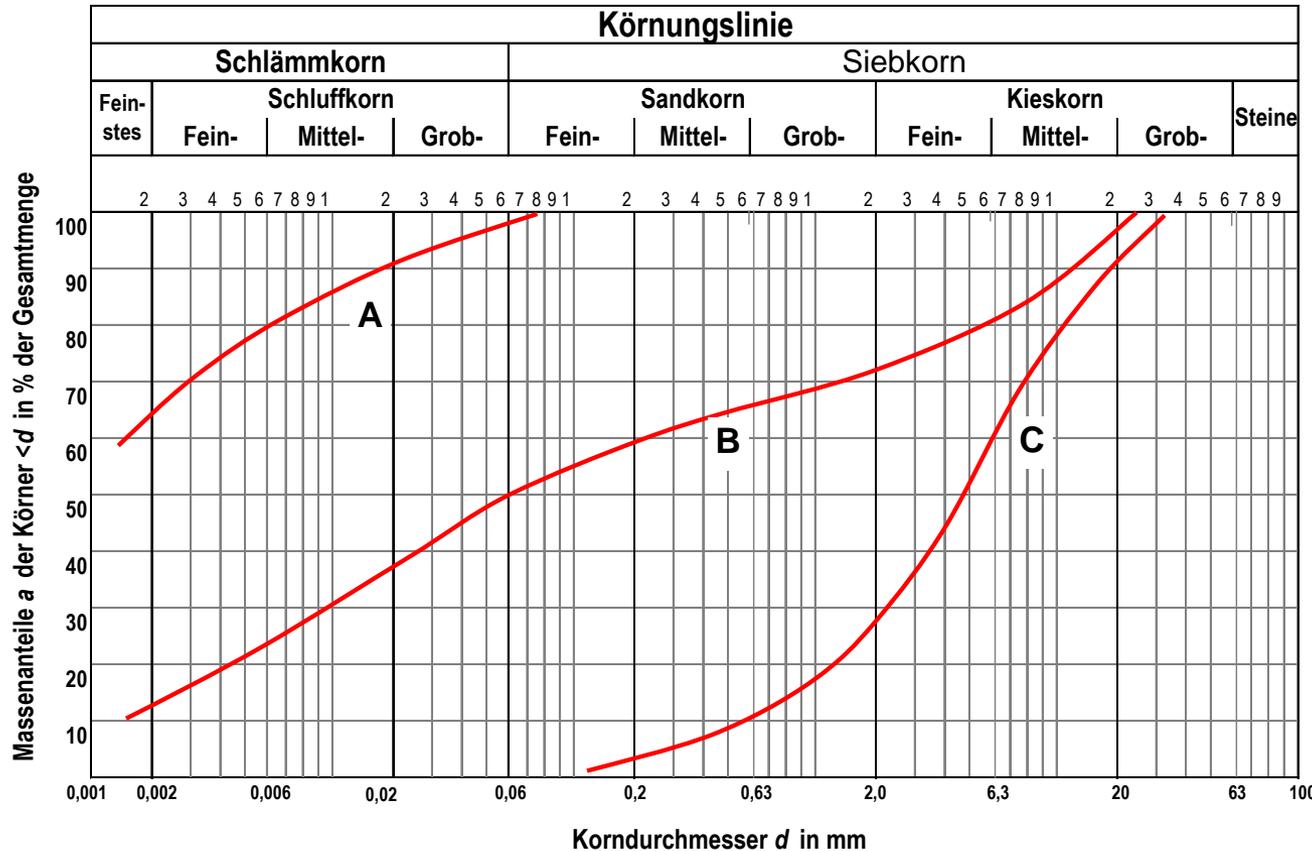
Böden mit  $d > 0,06$  mm:

Grobkörnige Böden

Sonst:

Gemischte Böden

### Körnungslinie



Ungleichförmigkeitszahl:

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

Krümmungszahl:

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10}d_{60}}$$

Durch Siebung oder Sedimentation oder ihre Kombination kann Körnungslinie bestimmt werden

# Bodenmechanisches Praktikum

## Versuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Durch Siebung

Gilt für: **0,06 mm < d < 60 mm**

Gerät: Einsatz Siebe mit verschiedenen Siebweiten, eine Auffangschale usw.

Durchführung:

- Probe bei 105 °C trocknen
- Probe sieben
- Die Rückstände wiegen

Auswertung:

- Masse der Rückstände eintragen
- Massenanteile rechnen
- Summe Massenanteil rechnen
- Körnungslinie zeichnen

Korngröße (mm)	Masse der Rückstände (g)	Siebrückstände als Massenanteil (%)	Summe der Siebdurchgänge als Massenanteil (%)
63	0,0	0,0	-
31,5	0,0	0,0	100,0
16	842,4	15,5	84,5
8	1059,8	19,5	65,0
4	1222,9	22,5	42,5
2	788,0	14,5	28,0
1	706,6	13,0	15,0
0,5	407,6	7,5	7,5
0,25	201,4	3,7	3,8
0,125	195,7	3,6	0,2
0,063	10,8	0,2	0,0
<0,063	0,0	0,0	0,0
Summe	5435,2	100,0	0,0
Siebverlust	4,8	-	-

## Versuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Durch Sedimentation

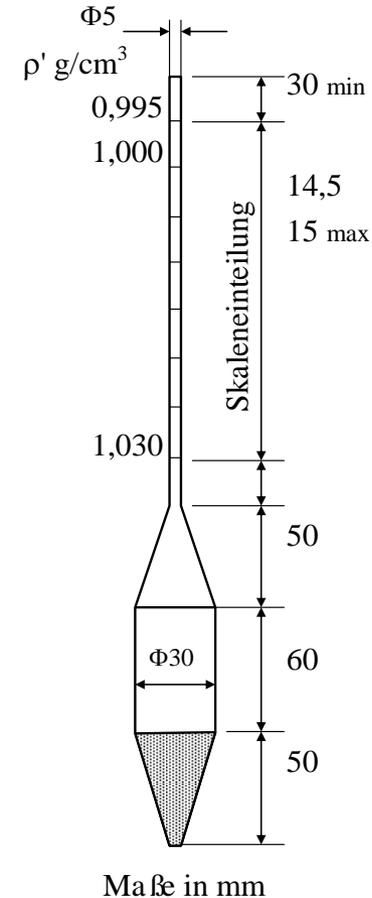
**Gilt für:  $d < 0,063$  mm**

**Gerät: Aräometer** zur Messung der Dichte der Suspensionen und der Sinkgeschwindigkeit von Körnern

**Messzylinder usw.**

**Durchführung:**

- **Ca. 60g Probe in Wasser aufrühren**
- **Suspension in Messzylinder einfüllen**
- **Suspension sedimentieren lassen**
- **Dichte  $\rho'$  der Suspension für unterschiedliche Zeit  $t$  messen**



**Aräometer**

## Versuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Durch Sedimentation (**Auswertung**)

**Prinzip:**

- Die großen Körner sedimentiert sich schneller als die kleine
- Die Dichte  $\rho'$  der Suspension ändert sich mit der Zeit  $t$

Der **Massenanteil  $a$**  der bei  $t$  **noch nicht** sedimentierten Körner kann gerechnet werden mit:

$$a = \frac{100}{m_d} \frac{\rho_s}{\rho_s - 1} (R + C_T)$$

Mit  $R = R' + C_m$  und  $R' = (\rho' - 1) \cdot 10^3$

$\rho_s$ : Korndichte

$C_T$ : Temperaturkorrektur

$C_m$ : Meniskuskorrektur

## Versuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Durch Sedimentation (Auswertung)

Der **Durchmesser d** der bei Zeit t sedimentierten Körner

$$d = \sqrt{\frac{18,35\eta}{\rho_s - \rho_w}} v$$

Sinkgeschwindigkeit:  $v = \frac{h_\rho}{t}$

Senkungshöhe:  $h_\rho = h_s + h_0 + \frac{1}{2} \left( h - \frac{V_A}{A_z} \right)$

und  $h_s = 414,28(0,03 - 10^{-3} R)$

$\eta$ : Zähigkeit des Wassers bei Temperatur T

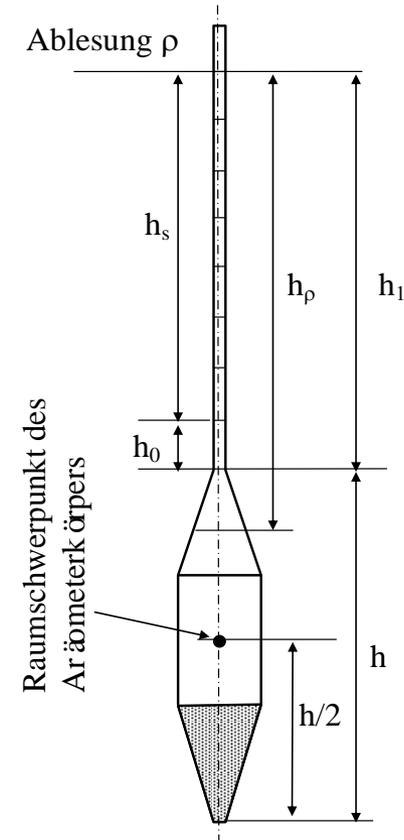
$\rho_w$ : Dichte des Wassers bei Temperatur T

t: Sedimentationszeit

$h_0$  und h Siehe Bild

$V_A$ : Inhalt des Aräometers

$A_z$ : Querschnittsfläche des Messzylinders



Kennwertermittlung

## Versuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Durch Siebung und Sedimentation

Gilt für **gemischte Böden**

**Durchführung:**

- **Bestimmung der Korngrößenverteilung der Körner über 0,125 mm durch Siebung**
- **Bestimmung der Korngrößenverteilung der Körner unter 0,125 mm durch Sedimentation**
- **Bei den Böden mit dem Anteil der Körner (mit  $d$  über 0,063 mm) kleiner als 20%  
→ zuerst Sedimentation → dann, die Korngrößenverteilung der Grobkörner (mit  $d > 0,125$  mm) durch Siebung bestimmt**
- **Bei den Böden mit dem Anteil der Körner (mit  $d$  über 0,063 mm) mehr als 20% →  
zuerst Siebung durch das Sieb mit 0,125 mm Maschenweite → die Korngrößenverteilung der feinen Körner durch Sedimentation und der groben Körner durch Siebung bestimmt**

# Bodenmechanisches Praktikum

## Versuche zur Bestimmung der Boden- und Korndichte und des Wassergehalts

Bodendichte:  $\rho = m / V$  [g/cm<sup>3</sup>]

(Nach DIN 18 125)

$m$ : Gesamtmasse      $V$ : Gesamtvolumen

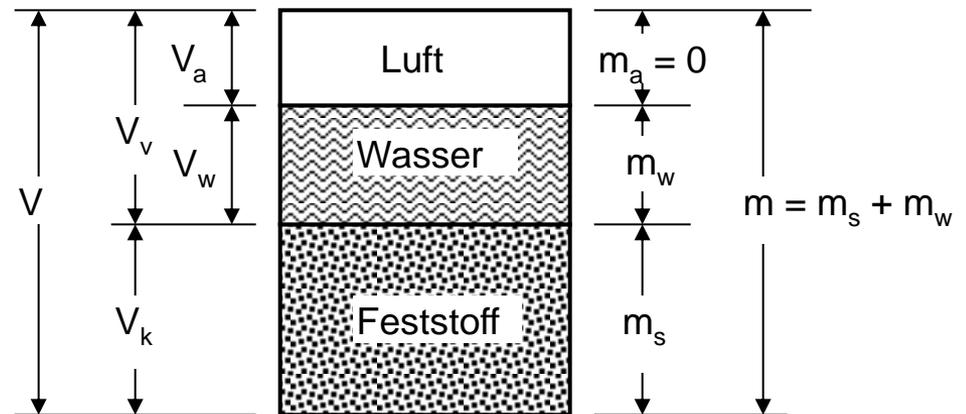
Korndichte  $\rho_s = m_d / V_k$  [g/cm<sup>3</sup>]

(Nach DIN 18 124)

$m_d = m_s$ : Trockenmasse

$V_k$ : Volumen des Feststoffes

(mit Pyknometer bestimmen)



Volumenverhältnisse

Massenverhältnisse

Wassergehalt  $w = m_w / m_d$

(Nach DIN 18 121)

$m_w$ : Masse des Porenwassers

$m_d = m_s$ : Trockenmasse

## Versuche zur Bestimmung des Kalkgehaltes und des Glühverlustes

$$\text{Kalkgehalt } V_{Ca} = m_{Ca}/m_d$$

Nach DIN 18 129

$m_{Ca}$ : Masse der Gesamtkarbonaten (mit Hilfe von Gasometer bestimmen)

$m_d$ : Trockenmasse

$$\text{Glühverlust } V_{gl} = (m_d - m_{gl})/m_d$$

Nach DIN 18 128

$m_d$ : Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen für  $T = 105 \text{ °C}$

$m_{gl}$ : Trockenmasse des Bodens nach dem Glühen für  $T = 550 \text{ °C}$

# Bodenmechanisches Praktikum

## Versuche zur Bestimmung der Zustandsgrenzen bindiger Böden (DIN 18 122)

Fließgrenze  $w_L$ : Ein Grenzwassergehalt, bei  $w > w_L \rightarrow$  flüssiger Zustand  
(Fließgrenzengerät nach Casagrande)

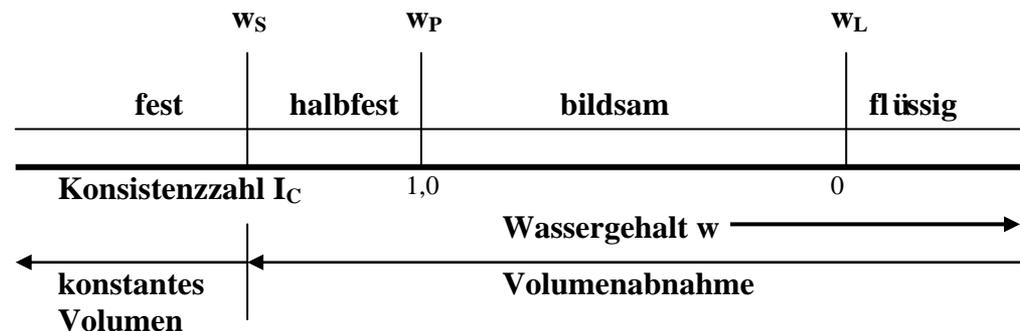
Ausrollgrenze  $w_P$ : Ein Grenzwassergehalt, bei  $w_L > w > w_P \rightarrow$  bildsamer Zustand  
(Ausrollen bis 3 mm dicken Walzen, die zu zerbröckeln beginnen)

Schrumpfgrenze  $w_S$ : Ein Grenzwassergehalt, bei  $w_S < w < w_P \rightarrow$  halbfest,  
bei  $w < w_S \rightarrow$  fest und konstantes Volumen

**Konsistenzzahl:**  $I_C = (w_L - w)/(w_L - w_P)$

$w > w_L$	$\rightarrow I_C < 0$	$\rightarrow$ flüssig
$w_P < w < w_L$	$\rightarrow 0 < I_C < 1$	$\rightarrow$ bildsam
$w < w_P$	$\rightarrow I_C > 1$	$\rightarrow$ halbfest oder fest

**Plastizitätszahl:**  $I_P = w_L - w_P$



# Bodenmechanisches Praktikum

Versuche zur Bestimmung der Zustandsgrenzen nichtbindiger Böden (DIN 18 126)

Bodendichte bei dichtester Lagerung  $\max \rho_d = m_d/V$

(Bestimmung durch Rütteltischversuch oder Schlaggabelversuch)

Bodendichte bei lockerster Lagerung  $\min \rho_d = m_d/V$

(Probeneinbau durch einen Trichter)

Maximale Porenzahl:  $\max e = \rho_s / \min \rho_d - 1$

Minimale Porenzahl:  $\min e = \rho_s / \max \rho_d - 1$

Bezogene Lagerungsdichte:  $I_D = (\max e - e) / (\max e - \min e)$

max e: Porenzahl bei lockerster Lagerung

min e: Porenzahl bei dichtester Lagerung

e: Porenzahl bei natürlicher Lagerung

Nach DIN 4016

Bei  $0 < I_D < 0,333$  → lockere Lagerung

Bei  $0,333 < I_D < 0,667$  → mitteldichte Lagerung

Bei  $0,667 < I_D < 1,0$  → dichte Lagerung