

- **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**

Versuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Korngröße:

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

Böden mit $d < 0,06$ mm:

Feinkörnige Böden

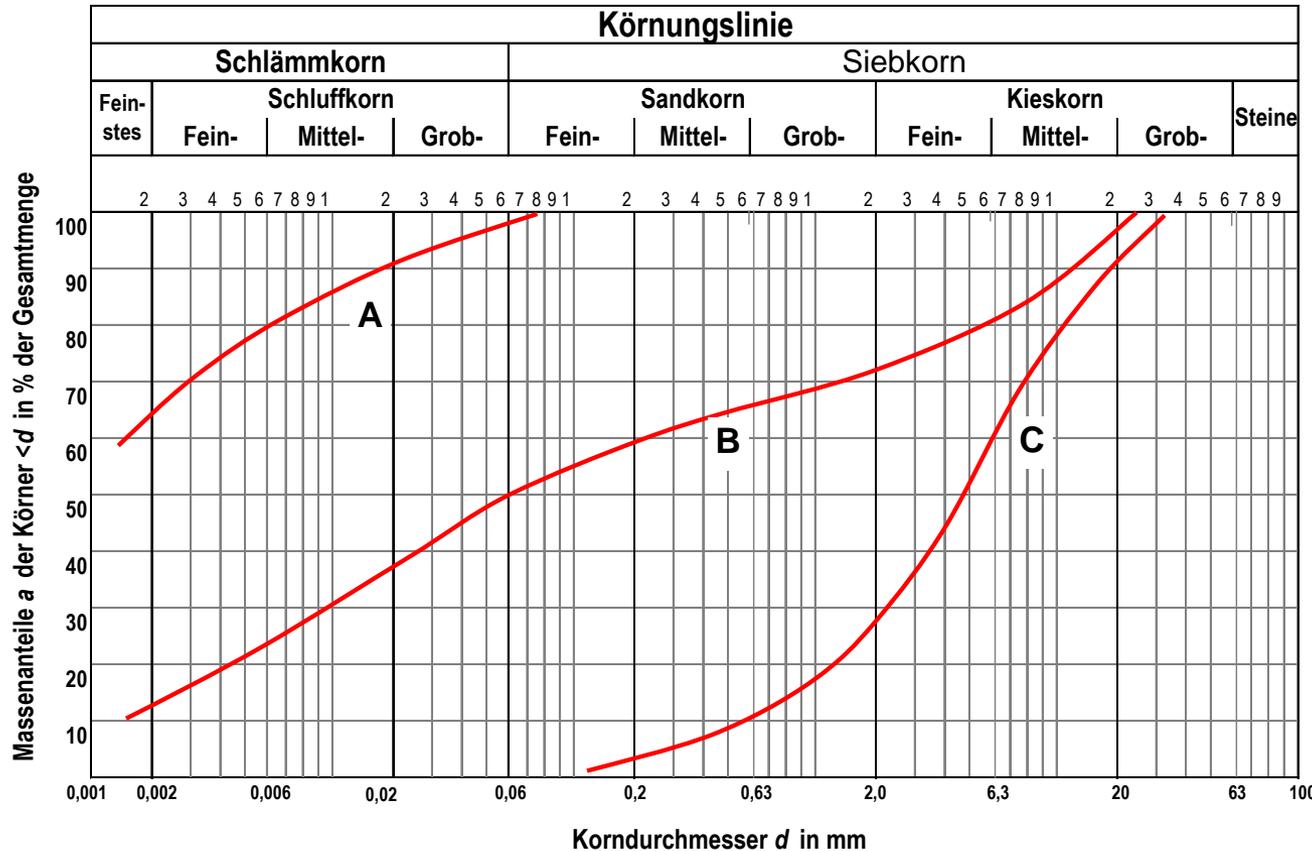
Böden mit $d > 0,06$ mm:

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

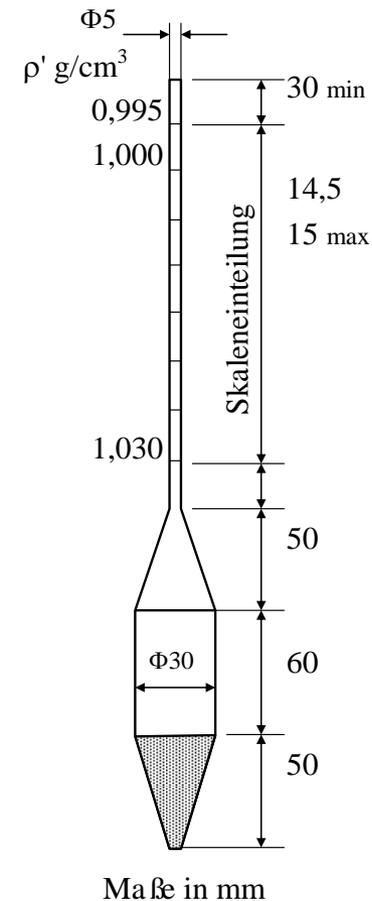
Gilt für: $d < 0,063$ mm

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 ρ' 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 ρ' 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 $R' = (\rho' - 1) \cdot 10^3$

ρ_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 $h_s = 414,28(0,03 - 10^{-3} R)$

η : Zähigkeit des Wassers bei Temperatur T

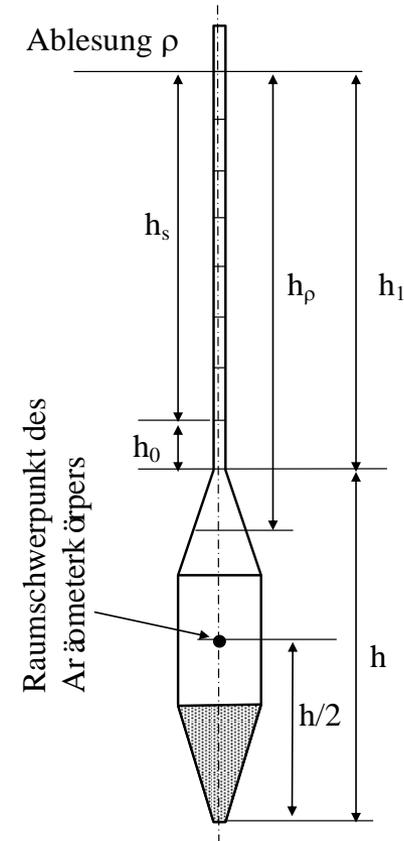
ρ_w : Dichte des Wassers bei Temperatur T

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/cm³]

(Nach DIN 18 125)

m : Gesamtmasse V : Gesamtvolumen

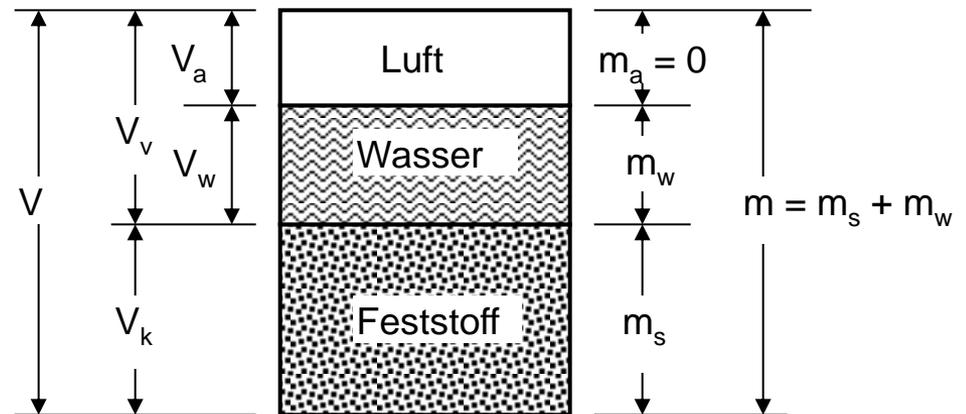
Korndichte $\rho_s = m_d / V_k$ [g/cm³]

(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

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

Nach DIN 18 129

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

m_{d} : Trockenmasse

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

Nach DIN 18 128

m_{d} : Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen für $T = 105 \text{ }^{\circ}\text{C}$

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

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)

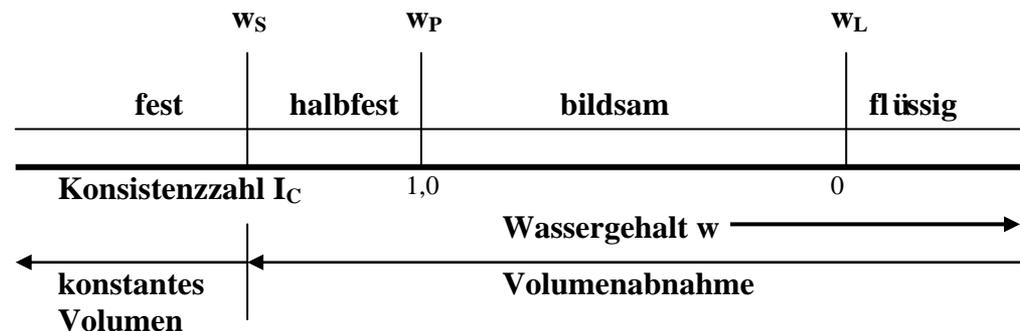
Ausrollgrenze w_P : Ein Grenzwassergehalt, bei $w_L > w > w_P \rightarrow$ bildsamer Zustand
(Ausrollen bis 3 mm dicken Walzen, die zu zerbröckeln beginnen)

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