

# Bestimmung des Desorptionsverhaltens von Zylinderproben

Version 1.2 (2020)

Code der Referenzmethode	PYZYL-P		Mögliche Einsatzbereiche	
Einsatzbereich	Düngeberatung	Ackerkulturen und Grasland		
		Gemüsebau (Freiland / Gewächshaus)		
		Weinbau, Obstbau, Beerenanbau, Gewürz- und Medizinalpflanzen		
	Standortcharakterisierung			x
	Schadstoffbeurteilung			
	Düngeruntersuchungen	Recyclingdünger	Kompost	
			Gärgut fest	
			Gärgut flüssig	
			Klärschlamm	
		Hofdünger	Mist	
		Gülle		
Mineraldünger				
Pflanzkohle				
Forschungsmethoden				
Analysenprogramm	Probennahme	PYZYL-PN, PYAGR-PN		
	Probenaufbereitung	PYZYL-PA, PYAGR-PA		
	Zusätzlich benötigte Methoden	PYZYL-D, PYZYL-V, PY-DR		
	Messung	PYZYL-P		

Konzentrations- / Messbereich	
Angabe der Ergebnisse	In $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ bzw. $\text{cm}^3/100 \text{ cm}^3$ Porenvolumen zwischen zwei Desorptionsstufen; drei bzw. eine Dezimalstelle. Zentrale Tendenz und Verteilung der Untersuchungswerte aller Zylinderproben einer Probenahmestelle werden bei normalverteilten Werten mittels arithmetischem Mittel und Streuung, sonst nur mittels Median und Quartilen charakterisiert.
Bemerkungen für äquivalente Methoden	
Sicherheit / Umwelt	



## 1. Prinzip

Die auf zu Beginn wassergesättigte, möglichst ungestörte Zylinderproben einwirkende Wasserspannung wird stufenweise erhöht, so dass die Proben sukzessive entwässert werden. Wenn das Matrixpotential der Zylinderprobe jeweils im Gleichgewicht mit der angelegten Wasserspannung steht - d.h. wenn alles Wasser, das mit geringerem Matrixpotential in der Zylinderprobe zurückgehalten wurde, die Probe verlassen hat - wird die Wassergehaltsänderung der Zylinderprobe gravimetrisch bestimmt. Mit Hilfe wiederholter Messungen kann berechnet werden, wie gross das entwässerte Porenvolumen zwischen den einzelnen Wasserspannungsstufen war. Auf diese Weise kann das Volumen einzelner Porengrössenklassen bestimmt oder eine auf mehreren Wasserspannungsstufen beruhende Desorptionskurve erstellt werden.

## 2. Durchführung

### Apparaturen und Geräte:

#### Grobporenbereich

- (A) Tensionsplatte für den Tensionsbereich bis ca. -300 hPa, sandgefüllt gemäss Herstellerangaben, mit Deckel (z.B. EIJKELKAMP Sandbox Nr. 0801); durchsichtige Plastikfolie als Verdunstungsschutz.
- (B) Filterpapier-Scheibe (z.B. SCHLEICHER & SCHÜLL LS 14),  $\varnothing = \varnothing$  innen der Tensionsplatte (A) als Schutz der Kontaktfläche.
- (C) Unterdruck-Regelsystem für Tensionsplatte (z.B. hängende Wassersäule, VAKUUBRAND Vakuum-Controller CVC 24).

#### Grob- und Mittelporenbereich

- (D) Drucktopf für den Druckbereich bis 5'000 hPa (z.B. SOIL MOISTURE EQUIPMENT Nr. 1600).
- (E) Keramikplatten für 1'000, 3'000 bzw. 5'000 hPa Überdruck (z.B. SOIL MOISTURE EQUIPMENT, 1 bar Pressure Plate Cell Nr. 1290, 3 bar Pressure Plate Cell Nr. 1690 bzw. 5 bar Pressure Plate Cell Nr. 675 B5M1).
- (F) Überdruck-Regelsystem für Drucktöpfe bis 5 bar (z.B. SOIL MOISTURE EQUIPMENT, Nr. 700-3).

#### Mittel- und Feinporenbereich

- (G) Drucktopf für den Druckbereich bis 15'000 hPa (z.B. SOIL MOISTURE EQUIPMENT Nr. 1000).
- (H) Überdruck-Regelsystem für Drucktöpfe bis 15 bar (z.B. SOIL MOISTURE EQUIPMENT, Nr. 700-1).
- (I) Dialysierschlauch (z.B. KALLE Nr. 140, VISCORA HS 21, 211 m/m);  $\varnothing = \varnothing$  aussen des Drucktopfes (I).
- (J) Gummi- oder Metallringe (10 mm Höhe x  $\varnothing$  innen der Transportzylinder).
- (K) Glasschalen (ca. 5 cm Höhe x  $\varnothing$  innen der Transportzylinder).
- (L) Kontrollmarken zur Kennzeichnung der Proben.
- (M) Metall- oder Kunststoffkiste für die Sättigung von Keramikplatten und Dialysierschlauch.
- (N) Selbsttariierende Waage (0.01 g Teilung).
- (O) Selbsttariierende Waage (0.001 g Teilung).

- *Anmerkung zu (A): Anstelle von Tensionsplatten können auch andere Prinzipien bzw. Geräte verwendet werden, z.B. Zentrifugen.*

- *Anmerkungen:*
- *Als Masseinheit für Druck wird nach den SI-Konventionen hPa verwendet; 1 hPa = 100 Pa = 1 mbar  $\cong$  1 cm WS*
- *Die Einsatzbereiche der verschiedenen Apparaturen überlappen sich teilweise.*

### Reagenzien:

- (1) Demineralisiertes Wasser (H<sub>2</sub>O, Leitfähigkeit <5  $\mu$ S/cm)
- (2) Kaolin für die Präparation der Tensionsplatten-Oberfläche (z.B. BENDER HOBEIN, Qualität Ph.H.V, Pulver kolloidal)

### Arbeitsvorschrift:

#### Grobporenbereich: Tensionsplatte

– Vorsichtig eine ca. 1 mm dicke Schicht H<sub>2</sub>O (1) auf die präparierte Plattenoberfläche sprühen; danach die nach Methode **PYZYL-PA** präparierten Zylinderproben auf die Tensionsplatte setzen.

*Anmerkungen:*

- *Bei Nichtgebrauch der Tensionsplatte (A) werden 10 bis 20 hPa Wasserspannung angelegt, zudem wird sie regelmässig befeuchtet und entlüftet.*
- *Präparation der Plattenoberfläche: Besonders beim Einsatz der Tensionsplatte (A) im höheren Wasserspannungsbereich wird auf die Plattenoberfläche eine ca. 3 mm dicke Kaolin-Schicht (2) als Kontaktfläche zu den Zylinderproben aufgetragen, mit dem Spachtel plan gestrichen und von Zeit zu Zeit ergänzt bzw. ersetzt.*
- *Um Verschmutzungen der Tensionsplatte (A) zu vermeiden, wird deren Oberfläche mit einer 1 bis 2 mm dicken Schicht H<sub>2</sub>O (1) besprüht, und anschliessend ein befeuchtetes Filterpapier (B) so aufgelegt, dass keine Luftblasen eingeschlossen werden.*
- *Um Luft einschüsse an der Kontaktfläche zwischen Boden und Tensionsplatte (A) zu verdrängen, werden die Zylinderproben schräg abkippend auf die Platte (A) gesetzt und anschliessend mit leichtem Druck angepresst. Nachdem die Zylinderprobe entlastet worden ist, darf sie sich nicht mehr von der Platte ablösen, ansonsten ist der Vorgang zu wiederholen (die Desorption erfordert einen guten Kontakt zwischen Zylinderprobe und Tensionsplatte (A)).*

– Während des Desorptionsvorganges Zudecken der Tensionsplatte (A) mit einem Deckel oder einer Plastikfolie, damit möglichst wenig Wasser verdunstet.

– Nach dem Aufsetzen der Proben Anlegen der gewünschten Wasserspannung an die Tensionsplatte gemäss Geräteanleitung mit Hilfe des Unterdruck-Regelsystems.

- *Anmerkung: Der eingestellte Wasserspannungs-Sollwert wird pro Tag mehrfach kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert; gleichzeitig werden die Tensionsplatte (A) sowie die Schläuche des Unterdruck-Regelsystems (C) regelmässig entlüftet, um Luftblasen aus dem Leitungssystem zu entfernen.*

– Die Desorption bis zum eingestellten Wasserspannungs-Sollwert dauert bis zur Gewichtskonstanz, in der Regel ca. 2 bis 3 Tage.

- *Anmerkung: Der Desorptionsfortschritt kann anhand der Wasserspannung in der Tensionsplatte (A) oder in den Zylinderproben mit Hilfe von Mini-Tensiometern kontrolliert werden.*

– Wägen der Zylinderproben (N) unmittelbar nachdem sie von der Tensionsplatte (A) genommen worden sind; am Filterpapier (B) haftende Teile der Probe sind vorher sorgfältig abzulösen und an die Probe zu präparieren.

– Sollen weitere Punkte von Desorptionskurven bestimmt werden, ist die gewogene Zylinderprobe ohne vorherige Wiederaufsättigung auf eine gesättigte und mit einer ca. 1 mm dicken Schicht H<sub>2</sub>O (1) besprühte Tensionsplatte (A) oder Keramikplatte (E) zu bringen und beim nächstgrösseren Wasserspannungswert zu untersuchen.

### Grob- und Mittelporenbereich: Keramikplatten im 1'000 hPa- bzw. 5'000 hPa-Drucktopf

- Sättigung der 1'000 hPa- bzw. 5'000 hPa-Keramikplatte (E) mit H<sub>2</sub>O (1) in Kiste (M) während mindestens einem Tag.
  - *Anmerkung: Die Keramikplatten sind periodisch mit 1 M HCl zu reinigen und danach mit H<sub>2</sub>O (1) zu spülen.*
- Die gesättigte Keramikplatte (E) wird auf das Gestell in den Drucktopf (D) gelegt, der Anschlusschlauch der Keramikplatte (E) an den Schlauchstutzen in der Drucktopf-Wand (D) gesteckt und anschliessend die Dichtigkeit dieses Überganges geprüft.
  - *Anmerkung: In den meisten Drucktöpfen können gleichzeitig mehrere Keramikplatten (E) eingesetzt werden.*
- Vorsichtig eine ca. 1 mm dicke Schicht H<sub>2</sub>O (1) auf die Plattenoberfläche sprühen und die Zylinderproben aufsetzen.
  - *Anmerkung: Um Luft einschliessen an der Kontaktfläche zwischen Boden und Keramikplatte (E) zu verdrängen, werden die Zylinderproben schräg abkippend auf die Platte (E) gesetzt und dann mit leichtem Druck angepresst. Nachdem die Proben entlastet worden sind, darf sich die Probe nicht mehr von der Platte ablösen, ansonsten ist der Vorgang zu wiederholen (die Desorption erfordert einen guten Kontakt zwischen Zylinderprobe und Keramikplatte (E))*
- Zum Schluss wird der Deckel auf den Drucktopf (D) gesetzt und luftdicht verschraubt. Nach Geräteanleitung vorsichtiges Ansetzen des Druckes mit Hilfe des Druckregelsystems (F) und langsames Einstellen auf den gewünschten Wert.
  - *Anmerkung: Zu Beginn der Desorption sollte nur Wasser, jedoch keine Luft aus den Anschlusschläuchen treten; ansonsten muss die Dichtigkeit kontrolliert werden. Der eingestellte Druck-Sollwert wird pro Tag mehrfach kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert.*
- Die Desorption dauert bis zur Gewichtskonstanz, meistens 3 bis 5 Tage.
  - *Anmerkungen:*
    - *Oft kann der Desorptionsfortschritt anhand der Menge des aus den Anschlusschläuchen tretenden Wassers beurteilt werden: Wenn kein Wasser mehr austritt, kann der Desorptionsschritt beendet werden. Eine Kontrollmöglichkeit stellen Standardproben mit bekannten Desorptionswerten dar.*
    - *Die Desorption dauert umso länger, je grösser Wasserspannung, Höhe und Tongehalt bzw. je geringer die Durchlässigkeit der Proben ist. Bei geringer Probenhöhe (z.B. 25 mm) und normal durchlässigen Proben kann die Gewichtskonstanz bereits nach 24 h erreicht sein.*
- Wägen der Zylinderproben (N) unmittelbar nachdem sie von der Keramikplatte (E) genommen worden sind; an der Platte (E) haftende Teile der Probe sind vorher sorgfältig abzulösen und an die Probe zu präparieren.
- Sollen weitere Punkte von Desorptionskurven bestimmt werden, ist die gewogene Zylinderprobe ohne vorherige Wiederaufsättigung auf eine gesättigte und mit einer ca. 1 mm dicken Schicht H<sub>2</sub>O (1) besprühte Keramikplatte (E) zu bringen und beim nächstgrösseren Wasserspannungswert zu untersuchen.

### Mittel- und Feinporenbereich: 15'000 hPa-Druckapparatur

- Für Untersuchungen bei hohen Wasserspannungen werden hohe Zylinderproben (über 1 cm) in weniger hohe Ringe (J) überführt. Diese Ringprobe wird mit einer Kontrollmarke (L) gekennzeichnet und für die Desorption im Feinporenbereich verwendet. Der nicht für die Desorption im Mittel- und Feinporenbereich gebrauchte, abgetrennte Teil der Probe („Restprobe“) wird in eine tarierte, mit dem Probencode beschriftete Glasschale (K) gelegt und getrocknet; er lässt sich später noch zur Bestimmung von Lagerungsdichte und reeller Dichte verwenden.
  - *Anmerkungen:*
    - *Für die Überführung hoher Zylinderproben in Ringe (J) wird die Probe zunächst aus ihrem Transportzylinder gestossen. Danach wird ein Ring (J) über die Probe gestülpt, diese entlang des Ringes (J) abgetrennt und die neu entstandenen Flächen an Ober- und Unterseite sinngemäss nach Methode **PYZYL-PA** präpariert.*
    - *Bei homogenen, steinarmen Böden können Bestimmungen in diesem Porenbereich (über 3'000 hPa Druck) auch mit gestörtem, nach Methode **PYAGR-PN** entnommenem und nach Methode **PYAGR-PA** aufbereitetem Probenmaterial durchgeführt werden. Das gestörte Probenmaterial wird dazu in die Ringe (J) geschüttet und entsprechend dem üblichen Vorgehen bei ungestörten Ringproben aufgesättigt und entwässert. Für die*

*Berechnungen muss das Feuchtgewicht der gestörten Ringprobe dann aufgrund ihres Trockensubstanz-Gewichtes und der Lagerungsdichte des ungestörten Bodens auf ein (ungestörtes) Bezugsvolumen umgerechnet werden.*

- Vor Desorptionsbeginn Sättigung der Dialysierschlauch-Scheibe (I) mit H<sub>2</sub>O (1) während mindestens einem Tag in einer Kiste (M); dadurch wird die Scheibe gleichzeitig auch etwas aufgeweicht. Danach wird sie auf die vorgängig gereinigte und befeuchtete Drucktopf-Platte (G) gelegt und fixiert.
  - *Anmerkung: Beim Plazieren des Dialysierschlauch-Stückes (I) auf der Drucktopf-Platte (G) ist darauf zu achten, dass keine Luftblasen eingeschlossen werden.*
- Vor dem Aufsetzen der Ringproben wird eine ca. 1 mm dicke Schicht H<sub>2</sub>O (1) auf die Oberfläche der Drucktopf-Platte (G) gesprüht; anschliessend werden die Ringproben auf die Dialysierschlauch-Scheibe (I) gelegt.
  - *Anmerkung: Beim Aufsetzen der Ringproben muss darauf geachtet werden, dass alle Luft zwischen Probe und Scheibenoberfläche verdrängt wird (die Desorption erfordert einen guten Kontakt zwischen Zylinderprobe und Dialysierschlauch-Stück (I)). Danach sollten die Proben auf der Platte während ca. einer Stunde mit H<sub>2</sub>O (1) leicht aufgesättigt werden; einen Hinweis auf den Sättigungszustand der Probe gibt die Feuchtigkeit der Probenoberseite.*
- Für die Desorption Verschiessen des Drucktopfes (G) nach Geräteanleitung und Fixieren des Deckels mit Schrauben; diese sind mit Hilfe eines Drehmoment-Schlüssels über Kreuz mit einem in der Geräteanleitung vorgegebenen Drehmoment anzuziehen.
- Nach Geräteanleitung vorsichtiges Ansetzen des Druckes mit Hilfe des Druckregelsystems (H) und langsames Einstellen auf den gewünschten Wert.

*Anmerkungen:*

  - *Der eingestellte Druck-Sollwert wird pro Tag mehrfach kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert.*
  - *Vorsicht: Als Einstellhilfe für den Differenzdruck zwischen Gummiabdeckung im Deckel des Drucktopfes (G) und dem Innenraum des Drucktopfes (G) enthalten gewisse Überdruck-Regelsysteme (H) Quecksilber; um jegliche Verluste zu vermeiden, muss das Regelsystem sehr sorgfältig bedient werden.*
- Die Desorption dauert bis zur Gewichtskonstanz, mindestens 2 bis 5 Tage.
  - *Anmerkung: Oft lässt sich der Desorptionsfortschritt anhand des aus den Anschlusschläuchen tretenden Wassers beurteilen: Sobald kein Wasser mehr austritt, kann dieser Desorptionsschritt beendet werden. Eine Kontrollmöglichkeit stellen Standardproben mit bekannten Desorptionswerten dar. Falls während der Desorption ein Druckabfall eintritt, muss der ganze Desorptionsschritt nochmals komplett wiederholt werden.*
- Nachdem die Ringproben aus dem Drucktopf (G) genommen worden sind, werden sie in eine tarierte Glasschale (K) gelegt und sofort gewogen (O); an der Dialysierschlauch-Scheibe haftende Teile der Probe müssen abgelöst und an die Probe präpariert werden.
  - *Anmerkung: Ringprobe und „Restprobe“ können noch für weitere Untersuchungen verwendet werden (z.B. Bestimmung von Lagerungsdichte (vgl. Methode PYZYL-D) oder reeller Dichte (vgl. Methode PY-DR)).*

### 3. Berechnung

Aus der Differenz zwischen den Feuchtgewichten bei den einzelnen Desorptionsstufen ergibt sich nach Berücksichtigung der spezifischen Dichte des Wassers das zwischen diesen Desorptionsstufen entwässerbare Porenvolumen.

Berechnungselemente und Berechnungsformeln:

### Zylinderproben:

- $GT_Z$  = Gewicht des Transportzylinders tara (g)  
 $GT_G$  = Gewicht von Gaze und Gummiring tara (g)  
 $TS_P$  = Trockensubstanzgewicht der Zylinderprobe netto (g); vgl. Methode **PYZYL-D**  
 $GPV_P$  = Gesamtporenvolumen der Zylinderprobe ( $cm^3/cm^3$ ); vgl. Methode **PYZYL-V** bzw. **PY-DR**  
 $d_w$  = Dichte von Wasser ( $g/cm^3$ )  
 $FGP_h$  = Feuchtgewicht der Zylinderprobe brutto bei einem Matrixpotential  $h$  (g)  
 $PV_{L_h}$  = luftgefülltes Porenvolumen bei einem Matrixpotential  $h$  ( $cm^3/cm^3$ )  
 $PVW_h$  = wassergefülltes Porenvolumen bei einem Matrixpotential  $h$  ( $cm^3/cm^3$ )  
 $PV_{h12}$  = Porenvolumen im Bereich der Matrixpotentialwerte  $h_1$  und  $h_2$  ( $cm^3/cm^3$ )

$$PV_{L_h} = \frac{(GT_Z + GT_G + TS_P + (d_w \times GPV_P)) - FGP_h}{d_w}$$

$$PVW_h = \frac{FGP_h - (GT_Z + GT_G + TS_P)}{d_w}$$

$$PV_{h12} = |PVW_{h1} - PVW_{h2}|$$

- Anmerkungen:
- $PV_{L_h}$ ,  $PVW_h$  und  $PVW_{h12}$  sind auf das Probenvolumen bezogen; für Vergleiche bzw. weitere Berechnungen müssen sie standardisiert werden, z.B. auf 1 oder 100  $cm^3$  Bezugsvolumen (vgl. Resultatangabe).
- Die gravimetrisch bestimmten Wassergehaltsunterschiede zwischen den Desorptionsstufen lassen sich anhand volumetrischer Bestimmungen mit Hilfe des Luftdruckpyknometers (vgl. Methode **PYZYL-V**) überprüfen.

### Ringproben mit ungestörtem Gefüge:

- $GT_R$  = Gewicht des Ringes tara (g)  
 $TS_{RP}$  = Trockensubstanzgewicht der Ringprobe netto (g); vgl. Methode **PYZYL-D**  
 $GPV_{RP}$  = Gesamtporenvolumen der Ringprobe ( $cm^3/cm^3$ ); vgl. Methode **PYZYL-V** bzw. **PY-DR**  
 $d_w$  = Dichte von Wasser ( $g/cm^3$ )  
 $FGRP_h$  = Feuchtgewicht der Ringprobe brutto bei einem Matrixpotential  $h$  (g)  
 $PV_{L_h}$  = luftgefülltes Porenvolumen bei einem Matrixpotential  $h$  ( $cm^3/cm^3$ )  
 $PVW_h$  = wassergefülltes Porenvolumen bei einem Matrixpotential  $h$  ( $cm^3/cm^3$ )  
 $PV_{h12}$  = Porenvolumen im Bereich der Matrixpotentialwerte  $h_1$  und  $h_2$  ( $cm^3/cm^3$ )

$$PV_{L_h} = \frac{(GT_R + TS_{RP} + (d_w \times GPV_{RP})) - FGRP_h}{d_w}$$

$$PVW_h = \frac{FGRP_h - (GT_R + TS_{RP})}{d_w}$$

$$PV_{h12} = |PVW_{h1} - PVW_{h2}|$$

- Anmerkung:  $PV_{L_h}$ ,  $PVW_h$  und  $PVW_{h12}$  sind auf das Ringproben-Volumen bezogen; für Vergleiche bzw. weitere Berechnungen müssen sie standardisiert werden, z.B. auf 1 oder 100  $cm^3$  Bezugsvolumen (vgl. Resultatangabe).

**Ringproben mit gestörtem Gefüge:**

$GT_R$	=	Gewicht des Ringes tara (g)
$TS_{RP}$	=	Trockensubstanzgewicht der Ringprobe netto (g); vgl. Methode <b>PYZYL-D</b>
$GPV_{RP}$	=	Gesamtporenvolumen der Ringprobe ( $cm^3/cm^3$ ); vgl. Methode <b>PYZYL-V</b> bzw. <b>PY-DR</b>
$d_W$	=	Dichte von Wasser ( $g/cm^3$ )
$TS_P$	=	Trockensubstanzgewicht der Zylinderprobe netto (g); vgl. Methode <b>PYZYL-D</b>
$V_P$	=	Volumen der Zylinderprobe ( $cm^3$ ); vgl. Methode <b>PYZYL-D</b>
$LD$	=	Lagerungsdichte der Zylinderprobe ( $g/cm^3$ ); vgl. Methode <b>PYZYL-D</b>
$FGRP_h$	=	Feuchtgewicht der Ringprobe brutto bei einem Matrixpotential h (g)
$PVL_h$	=	luftgefülltes Porenvolumen bei einem Matrixpotential h ( $cm^3/cm^3$ )
$PVW_h$	=	wassergefülltes Porenvolumen bei einem Matrixpotential h ( $cm^3/cm^3$ )
$PV_{h12}$	=	Porenvolumen im Bereich der Matrixpotentialwerte h1 und h2 ( $cm^3/cm^3$ )

$$PVL_h = \frac{\left( (GT_R + TS_{RP} + (d_W \times GPV_{RP})) - FGRP_h \right)}{TS_{RP}} \times \frac{(LD \times V_P)}{d_W}$$

$$PVW_h = \frac{(FGRP_h - (GT_R + TS_{RP}))}{TS_{RP}} \times \frac{(LD \times V_P)}{d_W}$$

$$PV_{h12} = |PVW_{h1} - PVW_{h2}|$$

- Anmerkung:  $PVL_h$ ,  $PVW_h$  und  $PVW_{h12}$  sind auf das Ringproben-Volumen bezogen; für Vergleiche bzw. weitere Berechnungen müssen sie standardisiert werden, z.B. auf 1 oder 100  $cm^3$  Bezugsvolumen (vgl. Resultatangabe).

**4. Resultatangabe**

In  $cm^3/cm^3$  bzw.  $cm^3/100 cm^3$  Porenvolumen zwischen zwei Desorptionsstufen; drei bzw. eine Dezimalstelle. Zentrale Tendenz und Verteilung der Untersuchungswerte aller Zylinderproben einer Probenahmestelle werden bei normalverteilten Werten mittels arithmetischem Mittel und Streuung, sonst nur mittels Median und Quartilen charakterisiert.

**5. Bemerkungen**

- Die Angaben können entweder numerisch als Volumen einzelner Porenklassen oder - bei vielen Desorptionsschritten - grafisch als Desorptionskurve dargestellt werden.
- Die folgende Tabelle enthält Angaben zur Unterteilung und Benennung der verschiedenen Porenklassen, wobei sich allerdings sowohl Unterteilung als auch Benennung der Porenklassen je nach Fachgebiet und Untersuchungsziel unterscheiden können.

Benennung der Porenklasse	Wasserspannungsbereich (hPa)	Wasserspannungsbereich (pF-Wert)	Äquivalentdurchmesser ( $\mu m$ )
Grobe Grobporen	kleiner als 30 hPa	kleiner als pF 1.5	größer als 100 $\mu m$
Mittlere Grobporen	30 bis 60 hPa	pF 1.5 bis 1.8	100 bis 50 $\mu m$
Feine Grobporen	60 bis 100 hPa	pF 1.8 bis pF 2.0	50 $\mu m$ bis 30 $\mu m$
Grobe Mittelporen	100 bis 1'000 hPa	pF 2 bis pF 3	30 bis 3 $\mu m$
Mittlere Mittelporen	1'000 bis 5'000 hPa	pF 3 bis pF 3.7	3 bis 0.6 $\mu m$
Feine Mittelporen	5'000 bis 15'000 hPa	pF 3.7 bis pF 4.2	0.6 bis 0.2 $\mu m$
Feinporen	größer als 15'000 hPa	größer als pF 4.2	kleiner als 0.2 $\mu m$

## 6. Historie

Version	Art der Änderung	neu	bisher
Version 1 (1995)	Erstellung Methode		
Version 1.1 (1998)			
Version 1.2 (2020)	Editorisch	Elektronische Veröffentlichung mit geändertem Layout	

### Impressum

---

Herausgeber Agroscope  
Reckenholzstrasse 191  
8046 Zürich  
[www.agroscope.ch/referenzmethoden](http://www.agroscope.ch/referenzmethoden)

---

Auskünfte Diane Bürge  
Copyright © Agroscope 2020

---