

Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Zylinderproben

Version 1.1 (2020)

Code der Referenzmethode	PYZYL-WD		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		
	Probenaufbereitung	PYZYL-PA		
	Aufschluss			
	Messung	PYZYL-WD		

Konzentrations- / Messbereich	
Angabe der Ergebnisse	in cm/s bzw. cm/d Wasserdurchlässigkeit der gesättigten Zylinderprobe; Exponentialdarstellung bzw. eine Dezimalstelle (z.B. 1.5×10^{-4} cm/s bzw. 13.0 cm/d). Zentrale Tendenz und Verteilung der Untersuchungswerte aller Zylinderproben einer Probenahmestelle werden mittels Median und Quartilen charakterisiert.
Bemerkungen für äquivalente Methoden	
Sicherheit / Umwelt	



1. Prinzip

An wassergesättigten, möglichst ungestörten Zylinderproben wird bei konstantem Wasserdruck die pro Zeiteinheit durchfliessende Wassermenge bestimmt und daraus die Wasserdurchlässigkeit in wassergesättigtem Zustand (auch „gesättigte Wasserleitfähigkeit“ oder „k-Wert gesättigt“ genannt) berechnet.

2. Durchführung

Apparaturen und Geräte:

- (A) Durchlässigkeitsmessgerät (z.B. Gerät gemäss Skizze in Abb. 1); mit Aufsatz und Halterung für die Zylinderprobe, Unterteil für die Drainage sowie Auffangbecher mit Überlauf.
- (B) Auffanggefäss (z.B. Stehkolben oder Messzylinder).
- (C) Stoppuhr.
- (D) Selbsttariierende Waage (0.01 g Teilung).

Anmerkung zu (A):

- Die konstante Druckhöhe (z.B. 4.2 cm, entsprechend der Probenhöhe; bei wenig perkolierenden Proben auch grösser) kann entweder mit Hilfe einer Boyle-Mariotte'schen Flasche (z.B. Messkolben) oder einer Pumpe mit Steuerautomatik aufrechterhalten werden.

Reagenzien:

- (1) Demineralisiertes Wasser (H_2O , Leitfähigkeit $< 5 \mu S/cm$)

Arbeitsvorschrift:

- Die nach Methode **PYZYL-PN** entnommenen und nach Methode **PYZYL-PA** vorbereiteten und konditionierten Zylinderproben werden vom Sättigungsgefäss direkt in das Durchlässigkeitsmessgerät (A) überführt und eingebaut; danach die Soll-Druckhöhe einstellen.
 - Anmerkungen:
 - Um Lufteinschlüsse an der Probenunterseite zu vermeiden, wird das Durchlässigkeitsmessgerät (A) zuvor mit etwas H_2O (1) gefüllt und die Zylinderprobe schräg abkippend auf die Halterung des Durchlässigkeitsmessgerätes gesetzt.
 - Um seitliche Wasserverluste bei der Messung zu verhindern, müssen die Zylinderproben sorgfältig dicht und fest zwischen Aufsatz und Halterung befestigt werden.
 - Nachdem das zuvor tarierte Auffanggefäss (B) unter den Überlauf des Durchlässigkeitsmessgerätes (A) gestellt worden ist, kann mit der Messung des Wasserflusses durch die Zylinderprobe begonnen werden.
 - 1. Um Schmierstellen an den Oberflächen der Zylinderproben zu vermeiden, sollte im Zweifelsfall die Probe eher abbrechend als schneidend präpariert werden, auch wenn dadurch die gleichmässige Probenhöhe nicht absolut exakt eingehalten werden kann.
 - 2. Vor Beginn der Messung ist die Druckhöhe im Durchlässigkeitsmessgerät (A) zu kontrollieren und gegebenenfalls zu justieren.
 - 3. Um Verdunstungsverluste zu verringern, kann der Übergang zwischen dem Überlauf des Durchlässigkeitsmessgerätes (A) und dem Auffanggefäss (B) mit einer Kunststoffolie abgedeckt werden.
 - 4. Vor der eigentlichen Messung sollte noch solange zugewartet werden, bis eine konstante Wassermenge pro Zeiteinheit durch die Zylinderprobe fliesst (z.B. 15 Minuten).
 - Nach der gewünschten, mit der Stoppuhr (C) bestimmten Messdauer (je nach Durchlässigkeit der Zylinderprobe zwischen 15 Minuten und 8 Stunden, in den meisten Fällen 30 Minuten) wird das Auffanggefäss (B) vom Durchlässigkeitsmessgerät (A) entfernt und auf der Waage (D) gewogen; ersatzweise kann das Volumen des perkolierten Wassers direkt am Messzylinder (B) abgelesen werden.

3. Berechnung

Aus der während des Messintervalles durch die Zylinderprobe geflossenen Menge H₂O, der gewählten Druckhöhe sowie Probendurchmesser und -höhe lässt sich die Wasserdurchlässigkeit der wassergesättigten Zylinderprobe (k-Wert gesättigt) berechnen.

Berechnungselemente:

- h = Höhe der Zylinderprobe (cm); vgl. Methode **PYZYL-PA**.
- r = Innenradius des Transportzylinders (cm); vgl. Methode **PYZYL-PA**.
- d_w = Dichte von Wasser (g/cm³).
- H = Soll-Druckhöhe des Durchlässigkeitsmessgerätes (cm).
- G_t = Gewicht des Auffanggefässes tara vor dem Messintervall (g).
- G_b = Gewicht des Auffanggefässes brutto nach dem Messintervall (g).
- t = Dauer des Messintervalles (s).
- Q = Durchflussmenge Wasser während des Messintervalles (cm³).
- k = Wasserdurchlässigkeit der gesättigten Zylinderprobe, k-Wert (cm/s).
- DR = Wasserdurchlässigkeit der gesättigten Zylinderprobe, Durchflussrate pro Tag (cm/d).

Berechnungsformeln:

$$Q = \frac{G_b - G_t}{d_w}$$

$$k = \frac{Q \times h}{t \times H \times r^2 \times \pi}$$

$$DR = 86\,400 \times k$$

- *Anmerkungen:*
- *Wenn fürs Auffangen des perkolierten Wassers ein Messzylinder verwendet wird, kann Q direkt als perkoliertes Wasservolumen abgelesen werden.*
- *Die Wasserdurchlässigkeitswerte von Zylinderproben, die zwar an derselben Probenahmestelle entnommen worden sind, aber unterschiedliche Probendurchmesser bzw. -höhen aufweisen, können sich aus Gründen der Porengeometrie (Kontinuität der Makroporen) unterscheiden.*

4. Resultatangabe

in cm/s bzw. cm/d Wasserdurchlässigkeit der gesättigten Zylinderprobe; Exponentialdarstellung bzw. eine Dezimalstelle (z.B. 1.5×10^{-4} cm/s bzw. 13.0 cm/d).

Zentrale Tendenz und Verteilung der Untersuchungswerte aller Zylinderproben einer Probenahmestelle werden mittels Median und Quartilen charakterisiert.

5. Bemerkungen

– Die folgende Tabelle enthält Angaben zur Beurteilung der Wasserdurchlässigkeit gesättigter Zylinderproben, die aus Bodenprofilen entnommen und im Hinblick auf pedologische Fragestellungen (Stauässe, Filtereigenschaften, Erosionsanfälligkeit, Drainagewirksamkeit) untersucht werden sollen. Diese Interpretationsweise bezieht sich auf die Durchlässigkeit der Bodenmatrix, d.h. Makroporenflüsse müssen durch entsprechende Probenahmetechnik (horizontal statt vertikal orientierte Probenahme) vermieden werden.

Benennung der Durchlässigkeitsklasse	k-Wert: Wasserdurchlässigkeitsbereich [cm/s]	Durchflussrate: Wasserdurchlässigkeitsbereich h [cm/d]	Staufeuchte	Bodenbeurteilung aufgrund des Horizontes mit der geringsten Durchlässigkeit
extrem hoch	$> 3.5 \cdot 10^{-3}$	> 300	extrem durchlässig	
sehr hoch	$1.2 \cdot 10^{-3}$ bis $3.5 \cdot 10^{-3}$	100 bis 300	sehr durchlässig	vollständig
hoch	$4.6 \cdot 10^{-4}$ bis $1.2 \cdot 10^{-3}$	40 bis 100	erhöht durchlässig	durchlüftete
normal	$2.9 \cdot 10^{-4}$ bis $4.6 \cdot 10^{-4}$	25 bis 40	durchlässig	Böden
mässig	$1.2 \cdot 10^{-4}$ bis $2.9 \cdot 10^{-4}$	10 bis 25	leicht gehemmt durchlässig	
gehemmt	$4.6 \cdot 10^{-5}$ bis $1.2 \cdot 10^{-4}$	4 bis 10	staufeucht bis schwach staunass	pseudogleyige Böden, Braunerde-Pseudogleye
gering	$1.2 \cdot 10^{-5}$ bis $4.6 \cdot 10^{-5}$	1 bis 4	staunass	Pseudogleye
sehr gering	$< 1.2 \cdot 10^{-5}$	< 1	stark staunass	Fahlgleye

– Wenn die Wasserdurchlässigkeit an wassergesättigten Zylinderproben mit Makroporenflüssen bestimmt wird, liegen die Durchlässigkeitswerte dagegen bedeutend höher und lassen sich nicht mehr nach obigem Schema interpretieren. Auf diese Weise wird in erster Linie die Leitfähigkeit der kontinuierlichen Makroporen und nicht die der Bodenmatrix bestimmt.

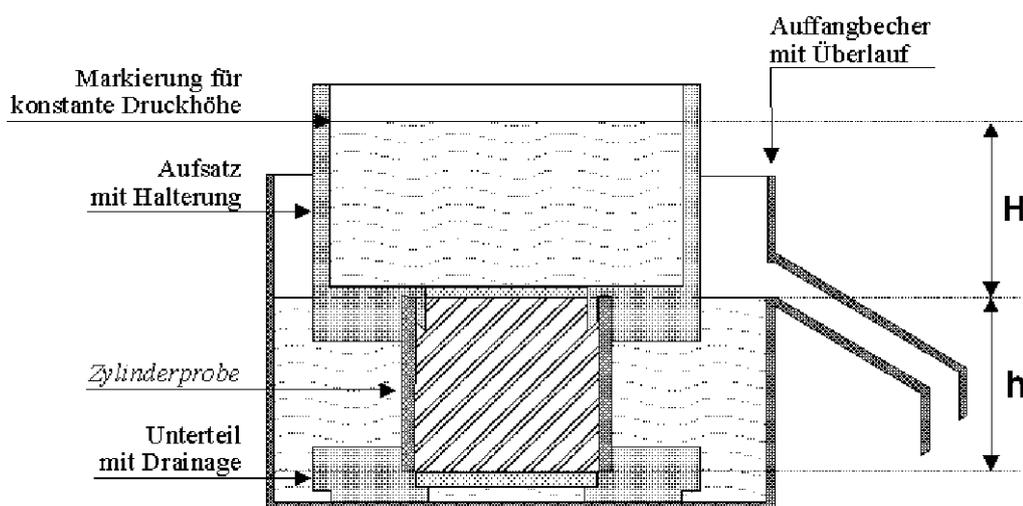


Abbildung 1: Skizze eines Durchlässigkeitsmessgerätes für Zylinderproben.

6. Historie

Version	Art der Änderung	neu	bisher
Version 1 (1996)	Erstellung Methode		
Version 1.1 (2020)	Editorisch	Elektronische Veröffentlichung mit geändertem Layout	

Impressum

Herausgeber	Agroscope Reckenholzstrasse 191 8046 Zürich www.agroscope.ch/referenzmethoden
Auskünfte	Diane Bürge
Copyright	© Agroscope 2020
