

**Deutsche
Demokratische
Republik**

CHEMISCHE BODENUNTERSUCHUNG
Bestimmung der Austauschkapazität

TGL

25418/19

Gruppe 940400 .

Химическое исследование почв

Определение емкости поглощения

Chemical Soil Testing

Determination of Exchange
Capacity

Deskriptoren: Bodenuntersuchung; Chemische Methode; T-Wert;
S-Wert; V-Wert; Austauschkapazität; Sättigung

Verbindlich ab 1. 7. 1974

Dieser Standard gilt für die Bestimmung des T- und S-Wertes sowie für die Einzelbestimmung der austauschbaren Kationen.

VORBEMERKUNG

Für die Bodenfruchtbarkeit ist der Ionenaustausch im Boden von großer Bedeutung. Die Kationen werden durch Sorption am Sorptionsträger des Bodens (Ton- und Humusteilchen) vor Auswaschung geschützt, bleiben aber trotzdem pflanzenverfügbar. Je nach Beschaffenheit der Böden zeichnen sich diese durch eine unterschiedliche Austauschkapazität aus.

Die Bestimmung der Sorptionsverhältnisse wird im Perkolationsverfahren durchgeführt. Man ermittelt den T- sowie S- oder H-Wert und berechnet den V-Wert.

Da der H-Wert oft durch freie Säuren verfälscht werden kann, ist es in vielen Fällen zweckmäßiger, den S-Wert zu bestimmen. Diesen kann man als Summe aus den einzelnen Kationen (Ca, Mg, K und Na) oder als Gesamtwert ermitteln.

1. BEGRIFFE

H-Wert Gesamtheit der H- und Al-Ionen, die unter definierten Bedingungen ausgetauscht werden.

Fortsetzung Seite 2 bis 9

Verantwortlich/bestätigt: 28. 2. 1974, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Berlin

S-Wert	Gesamtheit der Alkali- und Erdalkalikationen, die unter definierten Bedingungen ausgetauscht werden.
T-Wert	Gesamte Kationenaustauschkapazität, die unter definierten Bedingungen erhalten wird.
	$T = H + S$
V-Wert	Prozentualer Anteil des S-Wertes am T-Wert (Basensättigung)
	$V = \frac{S \cdot 100}{T}$

T-, H- und S-Wert werden in mval je 100 g Boden angegeben.

2. PROBEENTNAHME

nach TGL 25418/01

3. PROBEENVORBEREITUNG

nach TGL 25418/02

4. PRÜFMITTEL

4.1. Geräte

Perkolationsrohr (siehe Bild 1)

Meßkolben, weithalsig, 50 ml, 100 ml, 250 ml, 2000 ml TGL 21637

Erlenmeyerkolben, enghalsig, 300 ml TGL 27243/08

Meßpipetten 1 ml, 2 ml, 5 ml TGL 11990

Sicherheitspipetten 10 ml

Dosiergerät 10 ml

Watte oder Glaswatte, fein, z.B. vom VEB Trisola Ilmenau

Rundfilter, mittel, d 15 cm

Quarzsand, bei 1000 °C geglüht, mit Säure ausgekocht, chloridfrei gewaschen und getrocknet

Schlagmühle

Flammenfotometer, z.B. Typ III vom VEB Carl Zeiss Jena mit Metallinterferenzfilter der Wellenlänge 510 nm

Atomabsorptionsspektralphotometer, z.B. modifizierter Typ NOI 3 oder NOI 4 vom VEB Statron

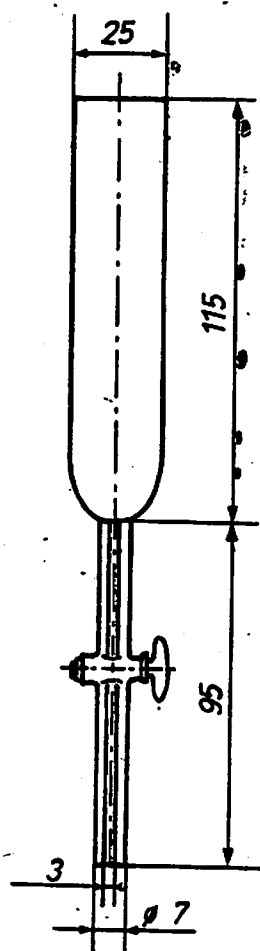


Bild 1 Perkulationsrohr (Maße in mm)

4.2. Reagenzien

Austauschlösung für S-Wert:

76 ml Ammoniak, z.A., 25%ig und 57 ml Eisessig, z.A., sind zu mischen, auf 1 l zu lösen und auf pH 7 einzustellen.

Austauschlösung für T-Wert:

90 ml Triäthanolamin, z.A., sind mit 1000 ml bidestilliertem Wasser zu verdünnen und mit Salzsäure auf pH 8,1 einzustellen. Die Lösung ist auf 2 l mit bidestilliertem Wasser aufzufüllen und mit 2 l einer Lösung zu mischen, die 100 g Bariumchloriddihydrat enthält.

Verdrängungslösung:

25 g Bariumchloriddihydrat sind in 1 l bidestilliertem Wasser zu lösen.

Rücktauschlösung:

20 g Magnesiumchlorid ($\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$) sind in 1 l bidestilliertem Wasser zu lösen.

Richtssubstanzen	0,2 N Bariumchloriddihydratlösung
	N Salzsäure
	Kaliumchlorid, z.A.
	Natriumchlorid, z.A.
	Kalziumkarbonat, z.A.
	Magnesiummetall
	Strontiumchlorid
	Salzsäure 37%ig

5. DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNG

Jede Probe ist doppelt anzusetzen.

Bei jedem Serienansatz sind eine Bodenprobe mit bekanntem Gehalt und ein Blindwert anzusetzen.

5.1. Extraktionen

Alle Lösungen, wie Anstansch-, Verdrängungs- und Rücktauschlösung, sind unter Benutzung eines Haltegestells aus Perkulationsrohr, Meßkolben oder Erlenmeyerkolben mit entsprechenden Glasrohrverbindungen bei geregelter Durchflußgeschwindigkeit nach dem Prinzip der aerostatischen Haltung von Wassersäulen zuzugeben (siehe Bild 2).

Zur Füllung des Perkulationsrohres ist etwas Watte einzudrücken. Ein Filter ist in der Schlagmühle zu zerkleinern, in das Rohr zu geben, anzufeuchten und fest einzudrücken. Bei Verwendung von Glaswatte sind keine Filter erforderlich.

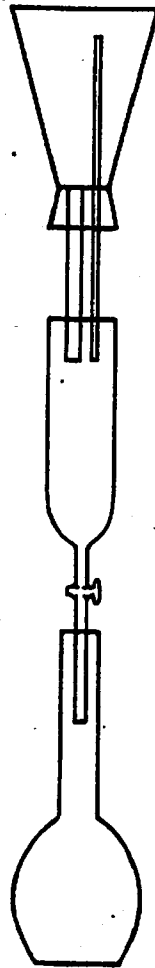


Bild 2 Perkulationsanordnung

Verschluss mit Hahn oder Gummischlauch mit Schraubklemme

5.1.1. Perkolation mit Ammoniumazetat-Lösung

10 g Boden sind mit etwa der gleichen Menge Quarzsand vermischst in ein mit Filterwatte vorbereitetes Perkulationsrohr zu geben, mit etwa 15 ml 1 N Ammoniumazetatlösung zu versetzen und über Nacht stehenzulassen. Danach ist mit derselben Lösung 4 h bis auf 250 ml zu perkolieren. Im Filtrat sind für den S-Wert die austauschbaren Kationen Ca, Mg, K und Na einzeln zu bestimmen und zu summieren oder in einer Gesamtbestimmung zu erfassen.

5.1.2. Perkolation mit Barium-Austausch-Lösung

Nach dem Austausch mit Ammoniumazetat ist das Perkulationsrohr aus einem Kolben, der 100-ml Barium-Austausch-Lösung enthält, mit etwa 20 ml Barium-Austausch-Lösung zu füllen und über Nacht stehenzulassen. Die restliche Austauschlösung ist anschließend etwa 90 min langsam durchzuwaschen. Danach sind 30 ml 0,2 N Bariumchlorid-Lösung zuzugeben und mit bidestilliertem Wasser etwa 4 h auf 250 ml zu perkolieren.

Das Filtrat ist zu verwerfen.

Anschließend ist mit 250 ml 0,2 N Magnesiumchlorid-Lösung etwa 3 h zu perkolieren und im Rücktauschperkolat der T-Wert zu ermitteln.

5.2. Bestimmung des S-Wertes

5.2.1. Einzelbestimmung der austauschbaren Kationen

Kalium und Natrium sind direkt im Filtrat gegen entsprechende Eichlösungen am Flammenfotometer zu messen.

Für Kalzium sind 20 ml des Filtrats in 50-ml-Meßkolben zu pipettieren, mit 10 ml 5%iger Strontiumchlorid-Lösung zu versetzen und mit Wasser aufzufüllen.

Für Magnesium sind 10 ml des Filtrats in 100-ml-Meßkolben zu pipettieren, mit 20 ml 5%iger Strontiumchlorid-Lösung zu versetzen und aufzufüllen.

Beide Elemente sind am Atomabsorptionsspektralphotometer gegen Eichlösungen zu messen.

5.2.2. Gesamtbestimmung der austauschbaren Kationen

50 ml des Filtrats sind in Porzellanschälchen einzudampfen, anschließend bei 600 °C zu glühen, mit 10 ml 0,05 N Salzsäure aufzunehmen und mit 0,05 N Natronlauge gegen Phenolphthalein zu titrieren.

5.3. Bestimmung des T-Wertes

10 ml des Rücktauschperkolats sind in einem Kolorimeterrohr mit 2 ml n-Propanol zu versetzen und gut zu durchmischen. Diese Lösung ist am Flammenfotometer bei einer Wellenlänge von 510 nm zu messen.

6. AUSWERTUNG DER PRÜFUNG

6.1. Aufstellung der Eichkurve

6.1.1. Kalium

1,9068 g bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknetes Kaliumchlorid sind in einem 1000-ml-Meßkolben unter Zugabe von 10 ml konzentrierter Salzsäure mit bidestilliertem Wasser zum Liter zu lösen. Die Lösung enthält 1 mg Kalium je ml. Für eine Eichreihe sind 0,5; 1,0; 3,0; 4,0 und 5,0 ml der Stammlösung entsprechend einer Konzentration von 0,005; 0,010; 0,030; 0,040 und 0,050 mg K in 100-ml-Meßkolben zu pipettieren und mit Ammoniumazetat-Lösung aufzufüllen.

Für die Aufstellung der Eichkurve sind die für die einzelnen Eichlösungen am Flammenphotometer abgelesenen Skalenwerte gegen den Gehalt an Kalium in mg graphisch aufzutragen.

6.1.2. Natrium

2,5422 g bei 105 °C bis zur Massekonstanz getrocknetes Natriumchlorid sind nach Abschnitt 5.1.1. zu lösen.

Für die Eichreihe sind 0,25; 0,5; 1,0 und 2,0 ml der Stammlösung entsprechend einer Konzentration von 0,0125; 0,025; 0,050 und 0,100 mg Na in 100-ml-Meßkolben zu pipettieren und mit Ammoniumazetat-Lösung aufzufüllen. Die Eichkurve ist nach Abschnitt 5.1.1. aufzustellen.

6.1.3. Kalzium

0,2497 g Kalziumkarbonat sind in einem 1000-ml-Meßkolben unter Zugabe von 10 ml konzentrierter Salzsäure mit bidestilliertem Wasser zum Liter zu lösen. Die Lösung enthält 0,1 mg Kalzium je ml. Für eine Eichreihe sind 0; 5; 10; 15 und 20 ml entsprechend einer Konzentration von 0; 0,5; 1,0; 1,5 und 2,0 mg Ca unter Zugabe von je 20 ml einer 5%igen Strontiumchlorid-Lösung in 100-ml-Meßkolben zu pipettieren und mit Ammoniumazetat-Lösung aufzufüllen. Die Eichkurve ist nach Abschnitt 5.1.1. aufzustellen.

6.1.4. Magnesium

0,1000 g Magnesium sind in 10 ml konzentrierter Salzsäure zu lösen und in einem 1000-ml-Meßkolben mit bidestilliertem Wasser aufzufüllen. 25 ml dieser Lösung sind in einen 250-ml-Meßkolben zu pipettieren und mit Wasser aufzufüllen, oder 0,202 g bei 500 °C bis zur Massekonstanz getrocknetes Magnesiumsulfat ist mit bidestilliertem Wasser zu 1 l zu lösen. Die Lösung enthält 10 mg Mg je Liter. Für eine Eichreihe sind 0; 5; 10; 15 und 20 ml entsprechend einer Konzentration von 0,50; 100,0; 150,0 und 200,0 µg Mg in 100-ml-Meßkolben zu pipettieren und unter Zugabe von 20 ml einer 5%igen Strontiumchlorid-Lösung mit Ammoniumazetat-Lösung aufzufüllen. Die Eichkurve ist nach Abschnitt 5.1.1. aufzustellen.

6.1.5. Barium

0,2 ml einer 0,2 N Bariumchlorid-Lösung mit Rücktauschlösung sind auf

100 ml aufzufüllen, sie entsprechen 1 mval T-Wert je 100 g Boden.

3; 6 und 12 ml 0,2 N Bariumchlorid-Lösung entsprechend einer Konzentration von 15; 30 und 60 mval sind mit Rücktauschlösung auf 100 ml aufzufüllen. Je 10 ml dieser Eichlösung sind mit 2 ml n-Propanol zu versetzen, durchzuschütteln und am Flammenfotometer zu messen.

6.1.6. Ermittlung des Blindwertes

Anstelle der Bodenprobe sind die entsprechenden Gramm Quarzsand wie unter Abschnitt 4.1. zu behandeln und die erhaltenen Ergebnisse bei der Berechnung zu berücksichtigen.

6.2. Berechnung

6.2.1. S-Wert aus den Einzelbestimmungen

Bei der Berechnung der austauschbaren Kationen im Boden sind die Analoganzeigen der Meßgeräte mit Hilfe der Eichkurven auszuwerten. Der Blindwert ist vom erhaltenen Ergebnis zu subtrahieren.

Der Gehalt der einzelnen Kationen in mval je 100 g Boden ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$\text{mval je 100 g Boden} = \frac{A \cdot 100}{B \cdot E}$$

A = mg des Elements

B = Äquivalentmasse des Elements

E = Einwaage in g

Die Summe der Kationen ergibt den S-Wert.

6.2.2. S-Wert aus der Gesamtbestimmung

Der S-Wert ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$\text{mval je 100 g Boden} = \frac{A \cdot B \cdot 100}{C \cdot E}$$

A = ml verbrauchte NaOH

B = Berechnung auf Gesamtvolumen

C = Normalität der Titration

E = Einwaage in g

Beim T-Wert entfällt eine gesonderte Berechnung, da bereits mval je 100 g Boden aus der Eichkurve abgelesen werden.

6.3. Ergebnisse und zulässige Abweichungen

6.3.1. Ergebnis

Als Ergebnis ist der arithmetische Mittelwert zweier Bestimmungen in mval je 100 g Boden auf 2 Dezimalen anzugeben, z.B.

Element	Ca	Mg	K	Na	S-Wert	T-Wert	V %
mval je 100 g Boden	3,50	0,27	0,12	0,06	3,95	5,60	71,0

6.3.2. Zulässige Abweichungen

Bei Doppelbestimmungen dürfen die Abweichungen folgende Werte nicht überschreiten:

Element	Ca	Mg	K	Na
Abweichung in mval je 100 g Boden	$\pm 0,30$	$\pm 0,10$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$

T-Wert

- bis 5 mval $\pm 0,30$ mval je 100 g Boden
- 5 bis 10 mval $\pm 0,50$ mval je 100 g Boden
- über 10 mval $\pm 1,00$ mval je 100 g Boden

7. PRÜFPROTOKOLL

Die Ergebnisse sind in Attestform zu erfassen.

Hinweise

In vorliegenden Standard ist auf folgende Standards Bezug genommen:

TGL 11990	Meßmittel aus Glas; Meßpipetten
TGL 21637	Volumen-Meßgeräte aus Glas; Meßkolben, Meßflaschen
TGL 25418/01	Bodenfruchtbarkeit; Chemische Bodenuntersuchungsmethoden für Serienanalysen; Entnahme von Bodenproben
TGL 25418/02	-;-; Probenvorbereitung
TGL 27243/08	Laborgeräte aus Glas; Kolben; Erlenmeyerkolben