

**Die Bestimmung der Kalkmenge, welche von einem
Boden unter bestimmten Umständen adsorbiert
wird, besonders nach der Methode Kappen.**

Von Dr. JAC. van der SPEK,
GRONINGEN, HOLLAND.



Die Bestimmung der Kalkmenge, welche von einem Boden unter bestimmten Umständen adsorbiert wird, besonders nach der Methode Kappen.

Von Dr. Jac. van der Spek, Groningen, Holland.

Mitteilungen aus dem Institut für Bodenkunde, Groningen, Direktor: Dr. D. J. Hissink.

Zur Bestimmung der Kalkmenge (CaO), welche von einem Boden unter bestimmten Umständen festgelegt wird, gibt es verschiedene Methoden. Diese Methoden stimmen alle in dem Punkte überein, daß man eine bestimmte Menge einer Lösung von Ca(OH)_2 (Gehring), oder einer Lösung eines Kalksalzes von einer schwachen Säure (Kalziumbikarbonat, Hutchinson; Kalziumazetat, Kappen) bestimmter Konzentration eine bestimmte Zeit auf eine bestimmte Menge eines Bodens einwirken läßt. Darauf wird ermittelt, wieviel Kalk (CaO) von dem Boden unter diesen Umständen festgelegt ist. Bei diesen Methoden bestimmt man diejenige Kalkmenge, welche der Boden, unter Austausch von Ca-Ionen aus der Kalklösung gegen andere positive Ionen aus dem Boden festlegt. Dieser Austauschprozeß muß zu den Adsorptionserscheinungen gerechnet werden.

Aus der Formel der Adsorptions-Isotherme geht hervor, daß aus einer bestimmten Lösung kleine Mengen eines Adsorbens relativ mehr adsorbieren als größere, und daß dieser Unterschied größer ist, je größer das Adsorptionsvermögen des Adsorbens pro Gewichtseinheit ist. Die Kalkmenge, welche bei obengenannten Methoden festgelegt (adsorbiert) wird, wird also von der angewandten Menge des Bodens abhängen.

Bei dem Boden ist die Ton-Humus-Substanz das Adsorbens.

Es hat sich gezeigt,¹ daß die Humussubstanz ein größeres Adsorptionsvermögen hat, als die Tonsubstanz.

Das Adsorptionsvermögen eines Adsorbens hängt von seiner Gesamtoberfläche pro Gewichtseinheit d. h. von seinem Dispersitätsgrad und von seiner Natur ab. Der Ton, ein mineralisches Verwitterungsprodukt, dessen Teilchen einen Durchmesser kleiner als 16μ haben, wird als auf der Grenze der grob-dispersen Systeme und der kolloid-dispersen Systeme (Teilchendurchmesser 100μ) stehend betrachtet. Der Humus, ein Zersetzungsprodukt organischer Substanzen, wird als auf der Grenze der kolloid-dispersen Systeme und der molekular-dispersen Systeme (Teilchendurchmesser 1μ) stehend betrachtet. Die Gesamtoberfläche einer bestimmten Gewichtsmenge Humus ist also viel größer, als die Gesamtoberfläche einer gleichen Menge Ton. Von viel größerer Bedeutung als die Verschiedenheit der Oberflächengröße ist aber nach Hissink bei der Basenadsorption der Unterschied in der Natur der Ton- und der Humus-Substanz.

Die Ton-Humus-Substanz des Bodens hat meistens schon eine kleine oder größere Menge Basen adsorbiert, ist schon mehr oder weniger mit Basen gesättigt. Die Kalkmenge, welche von einem Boden adsorbiert werden kann, wird also nicht nur von dem Gehalt an Ton und Humus in diesem Boden abhängen, sondern auch von dem Sättigungsgrad der Ton- und der Humus-Substanz.

Nach Obenstehendem wird es verständlich sein, daß der Unterschied in der Kalkmenge, welche bei obengenannten Methoden von einem Boden adsorbiert wird, bei Veränderung der Bodenmenge umso größer sein wird, je größer das Adsorptionsvermögen dieses Bodens pro Gewichtseinheit ist; dies ist der Fall, wenn der Gehalt an Ton-Humus-Substanz dieses Bodens größer ist, diese Ton-Humus-Substanz weniger gesättigt ist und mehr Humus enthält.

Bei der Methode G e h r i n g haben wir gefunden, wie H i s s i n k schon mitgeteilt hat,² daß die von einem Boden adsorbierte Kalkmenge in hohem Maße von der angewandten Bodenmenge abhängig ist; am meisten bei sauren, humusreichen Böden.

Auch bei der Methode H u t c h i n s o n haben wir ziemlich große Unterschiede in den adsorbierten Kalkmengen feststellen können, je nachdem mehr oder weniger konzentrierte Kalziumbikarbonatlösungen angewandt wurden.

Im Nachfolgenden sollen die Resultate einer Untersuchung des Einflusses der Einwirkungszeit der Lösung und der Bodenmenge bei der Methode K a p p e n mit Kalziumazetatlösung mitgeteilt werden.

K a p p e n schreibt vor, 100 g lufttrockenen Boden mit 250 ccm normaler Kalziumazetatlösung eine Stunde rotieren zu lassen, zu filtrieren, und das Filtrat mit 0.1 normaler Laugelösung zu titrieren (Indikator Phenolphthalein). Aus dem Titrationswert ist die Menge CaO zu berechnen, welche von 100 g lufttrockenem Boden unter diesen Umständen adsorbiert wird. Auf diese Weise wird nur diejenige Kalkmenge bestimmt, welche

unter Austausch von Ca-Ionen aus der Kalziumazetatlösung gegen H-Ionen aus der Ton-Humus-Substanz vom Boden adsorbiert wird. Quantitative Bestimmungen des Kalkes im Filtrat haben gezeigt, daß der Boden aus der Kalziumazetatlösung viel mehr Kalk adsorbiert, als aus dem Titrationswert berechnet wird.*

An 4 sauren Bodenproben von sehr verschiedenen Bodentypen⁴ (B 1724, B 1691, B 2330, B 2337) habe ich den Einfluß der Einwirkungszeit und der Bodenmenge auf die adsorbierte Kalkmenge studiert. Dazu habe ich 25 g, 50 g 100 g, dieser Proben (lufttrocken) genau 1/2 Stunde, 1 Stunde, 2 Stunden und 6 Stunden mit 250 ccm einer Kalziumazetatlösung (0.921 normal) rotiert und sofort durch einen Faltenfilter Sch. und Sch. Nr. 588 filtriert. Das Hinzufügen der Kalziumazetatlösung erforderte für jede Versuchsreihe höchstens 2 bis 3 Minuten. Bei jeder Versuchsreihe wurden wenigstens 125 ccm abfiltriert. Bei den Versuchsreihen mit 1/2-, 1- und 2-stündiger Einwirkung dauerte es nur 15 Minuten bis bei allen 4 Böden diese Menge filtriert war; bei denen mit 6-stündiger Einwirkung ungefähr 30 Minuten. Von den Filtraten wurden je zweimal 50 ccm mit 0.1 normaler Natronlauge gegen Phenolphthalein titriert. Es zeigte sich, daß 50 ccm der ursprünglichen Kalziumazetatlösung auch einige zehntel ccm 0.1 Normallauge zur Neutralisation verbrauchten. Diese Menge wurde immer von der gefundenen Titrationszahl abgezogen.

In Tabelle 1 sind die adsorbierten Kalkmengen in Milligrammen und Milligrammäquivalenten pro 100 g Trockensubstanz zusammengestellt. Der Wassergehalt des lufttrockenen Bodens wurde immer in Rechnung gesetzt.

TABELLE 1.

Bodenprobe Nr. B	Angewandte Menge lufttrockenen Bodens in g	1/2 Stunde		1 Stunde		2 Stunden		6 Stunden	
		m. g.	m. E.	m. g.	m. E.	m. g.	m. E.	m. g.	m. E.
<i>Starksaure</i> 1724	25	872	31.1	915	32.7	968	34.6	1065	38.0
	50	794	28.4	834	29.8	837	29.9	907	32.4
	100	680	24.3	—	—	708	25.3	763	27.3
<i>Schwachsaure</i> 1691	25	531	19.0	559	20.0	591	21.1	654	23.4
	50	515	18.4	518	18.5	526	18.8	567	20.2
	100	440	15.7	—	—	459	16.4	492	17.6
<i>Neutral</i> 2330	25	174	6.2	181	6.5	195	7.0	214	7.6
	50	166	5.9	176	6.3	175	6.2	193	6.9
	100	146	5.2	—	—	154	5.5	170	6.1
<i>Basen</i> 2337	25	140	5.0	145	5.2	148	5.3	159	5.7
	50	130	4.6	135	4.8	135	4.8	142	5.1
	100	118	4.2	—	—	121	4.3	129	4.6

50 ccm der abfiltrierten Lösung von B 1724 verbrauchen bei 25 g und 1/2 Stunde Einwirkungszeit im Mittel von zwei gut übereinstimmenden Titerzahlen 10.26 ccm 0.1 Normallauge, nach Abzug von 0.35 ccm für

die ursprüngliche Kalziumazetatlösung. Der lufttrockene Boden B 1724 enthält 32·1% H₂O (105° C), also pro 25 g lufttrockenen Bodens 8·0 ccm H₂O und 17·0 g Trockensubstanz. Pro 100 g Trockensubstanz wird also adsorbiert: $\frac{(250 + 8·0) \times 10·26}{50 \times 17·0} \times 100 \times 2·8 = 872 \text{ mg CaO.}$

Aus Tabelle 1 geht hervor, daß der Einfluß der Einwirkungszeit am größten ist bei Boden B 1724, ein Boden mit einem hohen Gehalt an organischer Substanz (48·0% auf Trockensubstanz) und mit einem für Humusböden ziemlich niedrigen Sättigungszustand (V nach Hissink 15·9). Bei Boden B 1691 mit weniger organischer Substanz (22·9% auf Trockensubstanz) und mit ungefähr gleichem Sättigungszustand (V nach Hissink 14·9) ist dieser Einfluß etwas geringer. Bei Boden B 2330 mit einem für Humusböden sehr niedrigen Sättigungszustand (V nach Hissink 9·7), aber mit geringem Gehalt an organischer Substanz und Ton (5·8% resp. 9·3% auf Trockensubstanz), also mit einem geringen Adsorptionsvermögen pro Gewichtseinheit-Boden, ist dieser Einfluß noch kleiner. Am kleinsten ist er bei Boden B 2337 mit einem hohen Gehalt an Ton (78·2% auf Trockensubstanz), aber mit geringem Gehalt an organischer Substanz (1·7% auf Trockensubstanz) und mit einem für Mineralböden ziemlich hohen Sättigungszustand (V nach Hissink 41·9).

Weiter zeigt sich, daß der Einfluß der Einwirkungszeit bei allen 4 Böden am größten ist, bei den Versuchsreihen mit 25 g und am kleinsten bei den Versuchsreihen mit 100 g. Dieser Einfluß ist also umso größer, je weniger Boden angewandt wird.

Der Einfluß der angewandten Bodenmenge ist am größten bei Boden B 1724, geringer bei Boden B 1691 und am kleinsten bei Boden B 2337.

Es zeigt sich also, wie aus theoretischen Gründen zu erwarten war, daß der Einfluß der Einwirkungszeit und der Bodenmenge auf die adsorbierte Kalkmenge bei der Methode Kappen desto größer ist, je größer das Adsorptionsvermögen eines Bodens pro Gewichtseinheit ist, d. h. je größer der Gehalt an Ton- und zumal an Humus-Substanz und je ungesättigter die Ton-Humus-Substanz ist.

Bei früheren Versuchen⁵ haben wir gefunden, daß die untersuchten Böden nach der Methode Kappen (100 g Boden mit 250 ccm normaler Kalziumazetatlösung eine Stunde rotiert) pro 100 g Trockensubstanz folgende Mengen CaO adsorbierten: B 1724—26·9 m. E.; B 1691—17·1 m. E.; B 2330—6·1 m. E. und B 2337—4·8 m. E.

Diese Mengen sind größer, als die durch graphische Interpolation aus den Werten der Tabelle 1 berechneten Mengen. Da die damals gebrauchte Kalziumazetatlösung genau 1·0 normal war und die Werte aus Tabelle 1 mit einer 0·921 normalen Lösung erhalten wurden, meinte ich anfangs die Ursache dieses Unterschiedes in den verschiedenen Normalitäten der Kalziumazetatlösungen suchen zu müssen. Darum habe ich 100 g der untersuchten Böden mit 250 ccm einer genau 1·0 normalen Kalziumazetatlösung genau eine Stunde rotiert, sofort filtriert und 50 ccm des Filtrates, das in den ersten 30 Minuten durchs Filter gelaufen war, in duplo titriert. Auf diese Weise fand ich, daß pro 100 g Trockensubstanz von diesen Böden adsorbiert wurden bei Boden B 1724—24·4 m. E. CaO; B 1691—16·1 m. E. CaO; B 2330—5·2 m. E. CaO und B 2337—4·2 m. E. CaO.

Diese Werte stimmen sehr gut mit den aus Tabelle 1 durch graphische Interpolation berechneten Werten überein. Die Unterschiede mit

den früher gefundenen Werten können also nicht aus den verschiedenen Normalitäten der Kalziumazetatlösung erklärt werden. Weiter geht aus Obenstehendem hervor, daß ein Unterschied in der Konzentration der Kalziumazetatlösung von 0.923 Normal gegen 1.0 Normal nur von sehr geringem Einfluß auf das Resultat ist.

Bei den früheren Versuchen dauerte das Hinzufügen der Kalziumazetatlösung für die ganze Versuchsreihe ungefähr eine halbe Stunde und weiter wurde mit dem Titrieren gewartet, bis alle Flüssigkeit filtriert war. Dies dauert bei Anwendung von 100 g Boden bei schweren Tonböden und lehmigen Böden, wie B 2337, sehr lange. Während des Filtrierens wirkt die Kalziumazetatlösung weiter auf den Boden ein. Unter diesen Umständen, also in der längeren Berührungszeit des Bodens mit der Kalziumazetatlösung, muß die Ursache der Unterschiede mit den früher gefundenen Werten gesucht werden.

Bei meinen Versuchen habe ich darum das Filtrat, das in den ersten 15, bzw. 30 Minuten durchgelaufen war, titriert (siehe S. 71.).

Nach Kappen erhält man durch Multiplizierung der Titrationswerte, in Milligrammäquivalenten auf 100 g Trockensubstanz berechnet, mit 1.5 die Kalkmenge, welche zur Neutralisation von 100 g Trockensubstanz des sauren Bodens nötig ist.

Tabelle 2 enthält die Werte, welche man durch Multiplizierung der Zahlen aus Tabelle 1 für 1, 2 und 6 Stunden mit 1.5 erhält. Daneben sind die Mengen CaO in Milligrammäquivalenten angegeben, welche 100 g Trockensubstanz dieser Böden adsorbieren müssen, um die pH-Werte = 6.5 und 7.0 zu erreichen. Diese Mengen CaO sind aus den Titrationskurven mit Kalk von diesen Böden bestimmt.⁶

TABELLE 2.

Bodenprobe Nr. B	Angewandte Menge luft- trockenes Bodens in g	1 Stunde	2 Stunden	6 Stunden	Titration mit CaO	
		m. E. × 1.5	m. E. × 1.5	m. E. × 1.5	m. E. bis pH = 6.5	m. E. bis pH = 7.0
1724	25	49.1	51.9	57.0	38.6	60.0
	50	44.7	44.9	48.6		
	100	(36.6)	38.0	41.0		
1691	25	30.0	31.7	35.1	22.5	32.1
	50	27.8	28.2	30.3		
	100	(24.2)	24.6	27.4		
2330	25	9.8	10.5	11.4	8.4	11.5
	50	9.5	9.3	10.4		
	100	(7.8)	8.3	9.2		
2337	25	7.8	8.0	8.6	5.3	7.0
	50	7.2	7.2	7.7		
	100	(6.3)	6.5	6.9		

Die eingeklammerten Zahlen sind berechnet aus den Werten, welche bei dem Versuch mit genau 1.0 normaler Kalziumazetatlösung erhalten wurden.

Aus den Zahlen in Tabelle 2 ist ersichtlich, daß die Kalkmenge, welche zur Neutralisation von 100 g Trockensubstanz eines sauren Bodens nötig ist, durch Multiplizierung des Titrationswertes (in m. E. auf 100 g Trockensubstanz) nach der Methode Kappen (100 g Boden mit 250 ccm 1·0 normaler Kalziumazetatlösung 1 Stunde rotiert) mit 1·5 (Kappens Faktor), bei den untersuchten sauren Böden nicht erreicht wird, auch nicht bei dem humusfreien, sauren Mineralboden B 2337.⁷

Weiter, daß, um diese Menge ohne Faktor zu erreichen, von Boden B 1724 25 g länger als 6 Stunden mit 250 ccm normaler Kalziumazetatlösung rotiert werden müssen, von Boden B 1691 25 g etwas länger als 2 Stunden, von Boden B 2330 25 g 6 Stunden und von Boden B 2337 100 g ungefähr 6 Stunden.

Es zeigt sich also, daß es nicht möglich ist, die Methode Kappen so zu modifizieren, daß man mit ein und derselben Arbeitsweise für alle sauren Böden ungefähr dasselbe Resultat erhält, d. h. daß man mit dieser Arbeitsweise für alle sauren Böden solche Resultate bekommt, aus welchen mit ein und demselben Faktor oder ohne Faktor die Kalkmenge zu berechnen ist, welche ein saurer Boden adsorbieren muß, um den pH-Wert 6·5 oder 7·0 zu erreichen.

Diese Resultate sind in erster Linie vom Bodentypus abhängig und ferner für jeden Boden:

1. von der Menge, welche mit 250 ccm 1·0 normaler Kalziumazetatlösung angewandt wird; im allgemeinen von dem Verhältnis Boden: Lösung und von der Konzentration der Lösung;

2. von der Einwirkungszeit der Lösung auf den Boden (hierbei ist die Zeit des Filtrierens zu beachten).

Ich habe gemeint mit einer Auslaugemethode in dieser Hinsicht vielleicht bessere Resultate erhalten zu können.

25 g der untersuchten, lufttrockenen sauren Böden habe ich, gleich wie bei der Methode zur Bestimmung der austauschbaren Basen nach Hissink, in einem Becherglas mit 100 ccm einer kalten Kalziumazetatlösung (0·924 Normal) übergossen und kräftig umgeschüttelt. Bei humusreichen Böden ist darauf zu achten, daß alle Bodenteilehen völlig mit der Lösung durchtränkt sind. Boden und Lösung habe ich über Nacht stehen lassen und am folgenden Morgen die überstehende Flüssigkeit durch ein hartes Filter Sch. und Sch. Nr. 602 in einen Maßkolben von 250 ccm Inhalt abgossen. Der Boden ist hierauf quantitativ mit der Kalziumazetatlösung aufs Filter gebracht und mit dieser ausgewaschen worden. Nachdem der Kolben gefüllt war, wurde der Trichter auf einen zweiten Viertelliterkolben gesetzt und das Ausziehen mit der Kalziumazetatlösung fortgesetzt. Auf diese Weise habe ich die Böden B 1724 und B 1691 bis 4 Viertelliter und die Böden B 2330 und B 2337 bis 3 Viertelliter ausgewaschen.

Die Flüssigkeit in den verschiedenen Viertellitern wurde mit 0·1 normaler Laugelösung titriert. Die Ergebnisse dieser Titrationsen, in Milligrammäquivalenten pro 100 g Trockensubstanz ausgedrückt, zeigt Tabelle 3.

Aus den Zahlen in Tabelle 3 bekommt man den Eindruck, daß die Menge CaO, welche ein saurer Boden adsorbieren muß, um ungefähr den pH-Wert = 6·5 zu erreichen, mit ziemlicher Genauigkeit gleich der Menge CaO ist, welche durch das erste Viertelliter ausgelaut wird.

Um dies näher festzustellen, habe ich die 14 Bodenproben, welche bereits

TABELLE 3.

Bodenprobe Nr. B	1.	2.	3.	4.	Im Ganzen	Titration mit CaO	
	Viertel- liter	Viertel- liter	Viertel- liter	Viertel- liter		m. E. bis pH = 6·5	m. E. bis pH = 7·0
	m. E.	m. E.	m. E.	m. E.	m. E.		
1724	39·7	10·3	6·6	5·1	61·7	38·6	60·0
1691	23·4	5·5	3·5	2·9	35·3	22·5	32·1
2330	8·1	1·7	1·2	—	11·0	8·4	11·5
2337	6·1	1·4	1·0	—	8·5	5·3	7·0

eingehend untersucht, waren⁸ mit einer Kalziumazetatlösung (0·943 normal) bis 1 Viertelliter ausgelaugt.

Tabelle 4 enthält die Ergebnisse in Milligrammäquivalenten auf 100 g Trockensubstanz (Kolumne 6). Weiter ist in diese Tabelle aufgenommen die Gesamtmenge austauschfähiger Basen dieser Böden (S—Hissink, Kolumne 3) und die hydrolytische Azidität nach Kappen (Kolumne 4). In Kolumnen 5 und 7 sind diejenige Basenmengen aufgenommen, welche

TABELLE 4.

Milligrammäquivalente auf 100 g Trockensubstanz.

Bodenprobe Nr. B	pH	Gesamt- menge Basen (S-Hissink)	Hydr. Azidität nach Kappen		Auslauge- methode		pH nach Adsorption der Menge CaO	
							nach Kappen × 1·5	nach der Auslauge- methode
1690	5·03	29·4	9·9	39·3	16·6	46·0	6·75	6·86
1691	4·22	21·2	17·1	38·3	25·9	47·1	6·66	6·68
1718	5·90	76·2	9·5	85·7	19·2	95·4	6·79	6·96
1724	4·58	47·1	26·9	74·0	43·1	90·2	6·54	6·61
2145	5·26	61·1	12·6	73·7	29·5	90·6	6·68	± 7·1
2146	5·10	60·3	19·2	79·5	36·3	96·6	6·76	± 7·0
2329	5·03	4·0	4·5	8·5	7·0	11·0	6·75	6·79
2330	4·13	3·7	6·1	9·8	9·3	13·0	6·62	6·65
1698	6·83	30·4	1·8	32·2	3·3	33·7	—	—
1697	4·83	16·1	10·0	26·1	15·9	32·0	6·56	6·72
2335	6·28	37·4	1·4	38·8	2·2	39·6	—	—
2337	5·07	29·1	4·8	33·9	6·3	35·4	6·71	6·79
1937	7·35	48·0	1·3	49·3	2·1	50·1	—	—
1939	6·19	38·5	3·5	42·0	5·8	44·3	6·94	6·99

die Böden nach der Behandlung mit der Kalziumazetatlösung nach der Methode Kappen und nach dem Auslaugen mit der Kalziumazetatlösung bis 1 Viertelliter in adsorptiv gebundener Form enthalten. Kolumnen 8 und 9 enthalten die pH-Werte, welche die Böden bekommen, wenn dieselben soviel CaO adsorbieren, wie nach der Methode Kappen (multipliziert mit 1·5), resp. nach der Auslaugemethode gefunden ist. Diese pH-Werte sind mit Hilfe von den Titrationskurven für diese Böden⁹ graphisch interpoliert.

Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, bekommen die untersuchten sauren Böden, wenn dieselben soviel CaO adsorbieren, wie nach der Auslaugemethode gefunden ist, pH-Werte zwischen 6·6 und 7·0. Adsorbieren diese Böden soviel CaO, wie nach der Methode Kappen gefunden ist,¹⁰ multipliziert mit 1·5, dann bekommen dieselben pH-Werte zwischen 6·5 und 7·0. In dieser Hinsicht gibt die Auslaugemethode keine besseren Resultate. Bei der Methode Kappen werden die Resultate aber mehr oder weniger von der Einwirkungszeit beeinflußt und dies ist bei der Auslaugemethode in geringerem Maße der Fall.

Die Basenmengen, welche die sauren Böden von einer mit Kalk gedüngten und von einer ungekalkten Parzelle eines Feldes enthalten, wenn dieselben soviel CaO adsorbieren, wie nach der Auslaugemethode gefunden ist, stimmen besser überein, als bei der Methode Kappen (Tabelle 4, Kolumne 5 und 7).

Bei der Auslaugemethode hat man nicht die Menge Wasser, welche die angewandte Bodenmenge enthält, in Rechnung zu setzen, wie bei der Methode Kappen.¹¹

Vielleicht ist die Auslaugemethode mit Kalziumazetatlösung der Methode Kappen (100 g Boden mit 250 ccm normaler Kalziumazetatlösung 1 Stunde rotiert) zu bevorzugen. Mehrere genaue Versuche in dieser Richtung sind aber erwünscht.

Ich möchte schließlich noch die Aufmerksamkeit darauf lenken, daß es vielleicht möglich wäre, mit Hilfe der Auslaugemethode einen (T—S)-Wert zu bestimmen, der derjenigen Kalkmenge entspricht, welche nur unter Austausch von Wasserstoff des Bodens gegen Kalk der Kalziumazetatlösung adsorbiert wird. Meiner Meinung nach empfiehlt es sich diesen Wert für verschiedene Bodentypen zu bestimmen und mit dem (T—S)-Wert nach Hissink zu vergleichen.

Zusammenfassung.

Auf Seite 22 der Arbeit von Hissink² wurde die Aufmerksamkeit auf den Einfluß des Verhältnisses Boden:Lösung bei den Methoden Gehring, Hutchinson—McLennan, Kappen und Hissink (T—S) gelenkt und empfohlen diesen Einfluß weiter zu studieren. Es wurde da die Vermutung ausgesprochen, daß der Gebrauch von mehr oder weniger Boden bei der Methode Kappen von nur geringem Einfluß sein würde, weil Kappen einen großen Überschuß einer stark konzentrierten Lösung anwendet. Aus den Resultaten der oben mitgeteilten Untersuchungen hat sich aber ergeben, daß dieser Einfluß ziemlich groß ist und zwar um so größer, je reicher der Boden an Ton und zumal an Humus, und je ungesättigter diese Ton-Humus-Substanz an Basen ist. Es wurde weiter gefunden, daß auch die Einwirkungszeit einen ziemlich großen Einfluß auf die Resultate ausübt. Eine Auslaugemethode (Auslaugen von 25 g Boden mit normaler

Kalziumazetatlösung zu 250 ccm) wurde ausgearbeitet, welche es ermöglicht ohne Faktor die Mengen CaO zu bestimmen, welche saure Böden adsorbieren müssen um einen pH-Wert zwischen 6·6 und 7·0 zu erreichen.

Auf Grund der gefundenen Resultate möchte ich darum jedenfalls empfehlen, bei der Methode Kappen:

1. weniger Boden zu verwenden (z. B. 25 g Boden mit 250 ccm normaler Kalziumazetatlösung);
2. die Einwirkungszeit zu verlängern (z. B. auf 4 Stunden, wozu dann noch höchstens eine halbe Stunde Filtrierzeit hinzukommen darf).

Anmerkungen. 1. Siehe D. J. Hissink. Groninger Verhandlungen, Teil A, S. 203 (1926).

2. D. J. Hissink, Beiträge zur Frage der Bodenadsorption, Bodenkundliche Forschungen I, S. 22 (1928).

3. Die Ursache dieser Tatsache ist noch nicht bekannt. Da bei der Adsorption von Elektrolyten neben einer Adsorption unter Austausch von Ionen eine Adsorption der undissoziierten Molekeln stattfindet, wäre es nicht unmöglich, daß diese Erscheinung wenigstens zum Teil, der Adsorption des ganzen Ca-Azetat-Molekels zuzuschreiben ist.

4. Für die Zusammensetzung dieser Bodenproben siehe D. J. Hissink, Beiträge zur Frage der Bodenadsorption, Tabelle A, Bodenkundliche Forschungen I, S. 10 und 11 (1928).

5. Siehe Anmerkung 4, Tabelle B, Kolumne 11.

6. Siehe Anmerkung 4, Tabelle B, Kolumnen 19 bis 24.

7. Siehe Anmerkung 4, S. 14.

8. Siehe Anmerkung 4, Tabelle A und B.

9. Siehe Anmerkung 6.

10. Siehe Anmerkung 4, Tabelle A, Kolumne 11. Diese Zahlen sind etwas höher, als nach der genauen Methode Kappen (Einwirkungszeit 1 Stunde) gefunden sein würde.

11. Siehe Anmerkung 4, S. 15.