

D. J. Hissink.

BIBLIOTHECA  
INSTITUUT VOOR  
BODEMVRUCHTBAARHEID  
GRONINGEN

Die Methode der mechanischen  
Bodenanalyse.

SEPARAAT  
No. 17077

631.425-5

Rijkslandbouwproefstation  
Aard. en bod. ped. en vruchtg.  
GRONINGEN  
Herm. Gollanusstraat 25.

Sonderabdruck aus:

INTERNATIONALE  
MITTEILUNGEN  
FÜR BODENKUNDE

REVUE INTERNATIONALE  
DE PEDOLOGIE

INTERNATIONAL REPORTS  
ON PEDOLOGY

Band XI. Heft 1/2 1921.

Verlag Franz Wunder

BERLIN NW. 23, Cuxhavener Str. 2

# INTERNATIONALE MITTEILUNGEN FÜR BODENKUNDE

REVUE INTERNATIONALE  
DE PEDOLOGIE

INTERNATIONAL REPORTS  
ON PEDOLOGY

Unter Leitung der Herren

Prof. K. Glinka (Woronesh), Dr. D. J. Hissink (Groningen),  
Prof. G. Murgoci (Bukarest), Prof. E. Ramann (München) und  
Prof. F. Schucht (Berlin)

sowie unter Mitarbeit von Prof. R. Albert (Eberswalde), Prof. G. Andersson (Stockholm), Prof. K. Aso (Tokyo), Prof. J. van Baren (Wageningen), Prof. K. O. Björlykke (Aas-Norwegen), Prof. E. Blanck (Göttingen), Dr. G. Borghesani (Rom), Prof. P. Ehrenberg (Breslau), Priv.-Doz. Dr. H. Fischer (München), Prof. B. Frosterus (Helsingfors), Prof. R. Gans (Berlin), Dir. Dr. A. Grégoire (Gembloux), Dr. B. von Horváth (Budapest), Dr. A. Jarilow (Moskau), B. von Inkey (Dömötöri), Prof. Kleberger (Gießen), Prof. Kopecky (Prag), Prof. P. Kossowitsch (St. Petersburg), Geh. Reg.-Rat Prof. E. Krüger (Berlin), Prof. R. Lang (Halle), Prof. W. Graf zu Leiningen (Wien), Prof. O. Lemmermann (Berlin), Prof. E. A. Mitscherlich (Königsberg), Prof. J. Nabokich (Odessa), Priv.-Doz. Dr. H. Niklas (München), Priv.-Doz. Dr. Sven Odén (Uppsala), Prof. S. G. de Angelis d'Ossat (Perugia), Prof. P. Vinassa de Regny (Parma), Prof. A. Rindell (Helsingfors), Dr. E. J. Russell (Rothamsted Harpenden), Prof. Fr. Sandor (Agram), Prof. A. v. Sigmund (Budapest), Hofrat Prof. J. Stoklasa (Prag), Prof. H. Stremme (Danzig), Geh.-Rat Prof. B. Tacke (Bremen), Prof. G. Tanfiliew (Odessa), Prof. P. Treitz (Budapest), Dir. J. G. C. Vriens (Deli, Sumatra), Prof. M. Withney (Washington) usw.

Herausgegeben von Prof. F. Schucht.



# Die Methode der mechanischen Bodenanalyse.

Von Dr. D. J. Hissink, Groningen (Holland).

(Nach einem Vortrag, gehalten am 14. Januar 1916 im Studentenverein  
„Studiebelangen“ in Wageningen\*).

Die mechanische Bodenanalyse lehrt die Größen der einzelnen Bodenbestandteile kennen. Sie beabsichtigt das zu ermitteln, was das amerikanische „Bureau of Soils“ die „texture“ des Bodens nennt (1) und was wir mit dem Ausdruck „die mechanische Zusammensetzung des Bodens“ bezeichnen können. Ueber die Art und Weise der Zusammenlagerung, also über die Bodenstruktur (amer. „structure“), vermag sie nichts auszusagen. Während die Bodenstruktur fortwährend selbst im Laufe eines Tages — z. B. nach einem Gußregen — bisweilen sehr großen Aenderungen unterliegt, ändert sich die mechanische Zusammensetzung des Bodens, wenigstens in unserem gemäßigten Klima, für den Verlauf eines Menschenlebens kaum merklich (2).

Bei der mechanischen Bodenanalyse sind zwei Teile scharf zu unterscheiden und zwar:

---

\*) Siehe *Jaarboek der Vereeniging „Studiebelangen“*, 1915/1916, Seite 41—80; auch *Jaarboek 1916/1917*, Seite 72—73. Vergleiche ferner „Bericht über die Sitzung der intern. Kommission für die mechanische und physikalische Bodenuntersuchung in Berlin am 31. Oktober 1913“, *Int. Mitt. für Bodenkunde*, Band IV (1914), Seite 1—31.

1. das Voneinanderlösen der Teilchen, also die Vorbereitung der Bodenprobe, und
2. die Trennung der freien Teilchen in Fraktionen verschiedener Größe.

Während der zweite Teil dieser Analyse in den Lehrbüchern ausführlich behandelt wird (3), werden dem ersten Teil gewöhnlich nur wenige Worte gewidmet. Ziel der vorliegenden Arbeit war, hauptsächlich die große Bedeutung des ersten Teiles der Methode ins rechte Licht zu stellen.

Die Vorbereitung oder die Präparierung der Bodenproben wird bei den verschiedenen Untersuchern in sehr verschiedener Weise gehandhabt. Man kann hier im großen und ganzen zwei Richtungen unterscheiden. Die eine Richtung will den Boden in möglichst unveränderter Form anwenden; die andere Richtung läßt den Boden vorher einer mehr oder wenig tief gehenden Einwirkung unterliegen. In den meisten Bodenarten sind die einzelnen Bodenbestandteile nun aber von kohlensaurem Kalk, Humusstoffen und Gelen (von  $\text{Al}_2\text{O}_3$ — $\text{SiO}_2$  —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) zusammengekittet und so ist auch die erste Kategorie genötigt, ein wenig nachzugeben und die Bodenproben vor dem Abschlämmen etwas zu präparieren (Zerdrücken und Zerreiben mit Gummireiber, mit Bürsten oder mit dem Finger, unter Zusatz von ein wenig Wasser; leichtes Kochen mit Wasser). Konsequenz bleiben Wahnschaffe und Schucht (Bemerkung 3, S. 52), welche Bodenarten, deren Teilchen verkittet sind, gar nicht einer Schlämmanalyse unterwerfen wollen. Die Folge von diesem konsequenten Standpunkt würde jedoch sein, daß die mechanische Analyse der meisten Bodenarten unterbleiben würde. In einem Punkte stimmen die Vertreter der ersten Richtung überein: sie warnen ganz bestimmt vor der Anwendung von Säuren, weil diese lösend auf kohlensauren Kalk (4) und kleine minerale Bodenpartikel (5) einwirken.

In der Berliner Sitzung vom 31. Oktober 1913 wies Verf. schon darauf hin, daß die Resultate der Reibmethoden (mit Pistill, Finger, Bürste) durch den Versuchsansteller beeinflußt werden. Folgende Belege mögen dies bestätigen. Der schwere, humusarme Tonboden B 53 (frei von  $\text{CaCO}_3$ ) wurde mit einer Bürste nach Beam (4) angerieben und Fraktion I (Teilchen unter 0,002 mm) bestimmt. Zwei Personen (A und B) arbeiteten nebeneinander und machten je zwei

Gehalt in Prozenten an Fraktion I (< 0,002 mm).

Anbürsten	B 53. Einzelbestimmungen von Person		Im Mittel			
	A	B	B 53	B 51	B 105	B 281
einmal	26,8—30,3	40,6—37,2	33,7	15,6	2,6	5,5
zweimal	46,1—47,4	49,4—49,7	48,1			
achtmal	59,2—58,9	58,8—58,3	58,8	37,7	4,6	13,7

Parallelbestimmungen. Es haftet also ein ziemlich großer subjektiver Fehler an diesen Methoden und dieser Fehler wird bei Anwendung in verschiedenen Laboratorien noch größer sein. Bei Wiederholung des Bürstens wird die Uebereinstimmung besser; der Gehalt an abschlämbaren Teilen steigt jedoch beträchtlich, wie die Tabelle zeigt (vergleiche „einmal“ und „achtmal“). Diese letzte Bemerkung gilt auch für die Vorbereitung „Kochen mit Wasser“ (6) und in geringerem Maße auch für die amerikanische Schüttelmethode.

Verfasser hat die folgenden vier Bodenproben untersucht:

- B 53. schwerer, humusarmer Tonboden;
- B 51. leichter, humusarmer Tonboden;
- B 105. rotgefärbter Sand, humusfrei (7);
- B 281. Flußsand P aus Pasoeroean (Java), humusfrei (8).

Die Proben enthielten keinen kohlensauen Kalk. Die Vorbereitung fand in verschiedener Weise statt (Methode A—P). Nach der Präparierung wurde in dem Atterbergschen Schlämmlzylinder abgehebert und zwar Fraktion I (Teilchen unter 0,002 mm), Fraktion II (von 0,002 bis 0,02 mm) und Fraktion III (von 0,02 bis 0,2 mm). Das Abschlämben von Fraktion II und III fand immer mit Wasser statt. Die Proben enthielten keine Teilchen größer als 2 mm (Fraktion IV = 0,2—2 mm). Immer wurde mit 10 g lufttrockenem Boden gearbeitet, welcher ein Sieb von 2 mm passiert hatte.

#### Beschreibung der Vorbereitungsmethoden A—P.

A. Einmaliges Schütteln mit 100 ccm Wasser während 6 Stunden in der Schüttelmaschine (9). Abschlämben mit Wasser.

B. Wie unter A. Der Rückstand nach dem Abschlämmen von Fraktion I aufs Neue mit Wasser geschüttelt und abgeschlämmt; diese Einwirkung so lange wiederholt, bis nur Spuren abschlämmbarer Teile (unter 0,002 mm) anwesend waren. B 53 wurde 14 mal, die übrigen Proben 10 mal geschüttelt.

C. Anbürsten mit Wasser nach B e a m. Abschlämmen von Fraktion I mit Wasser. Der Rückstand aufs Neue gebürstet und Fraktion I mit Wasser abgeschlämmt. Diese Einwirkung zehnmal wiederholt, wonach nur noch Spuren abschlämmbarer Teile (unter 0,002 mm) anwesend waren.

D. Mit 100 ccm 0,1 N Ammoniak wie unter A geschüttelt. Abschlämmen mit Wasser.

E. Schütteln mit Ammoniak (0,1 N). Abschlämmen mit Ammoniak (0,1 N).

F. Anreiben in einem Porzellanmörser mit 0,2 N Salzsäure mittelst Gummipistill. Abschlämmen mit Wasser.

G. Anreiben wie unter F. Nach Entfernung der Salzsäure durch Abschlämmen mit Wasser wurde bei den humusfreien Böden (B 105 und 281) 24 Stunden (also 2 mal), bei den humusarmen Böden (B 53 und 51) 32 Stunden (also 3 mal) mit Ammoniak (0,1 N) abgeschlämmt. Weiteres Abschlämmen der Fraktion I mit Wasser.

H. Anreiben wie unter F. Die ganze Fraktion I wird nach Entfernung der Salzsäure mit Ammoniak abgeschlämmt.

I., K., L. Wie F, G, H; jedoch wurde statt anzureiben mit Salzsäure geschüttelt wie unter A.

M. Der Boden wurde mit 100 ccm 5 % Salzsäure bis zum Kochen erhitzt und weiter während einer Stunde auf dem Wasserbade erwärmt. Abschlämmen der sauren Flüssigkeit mit Wasser, Lösen der Kieselsäure in NaOH; weiteres Abschlämmen mit Wasser.

N. Kochen mit 10 % Salzsäure auf offener Flamme während 2 Stunden; weiter wie unter M.

O. Der Boden (wie immer lufttrocken und gesiebt) wurde ohne weitere Vorbereitung mit Wasser abgeschlämmt.

P. Wie unter O mit Ammoniak (0,1 N) abgeschlämmt. Das Abschlämmen der Fraktion I dauerte hier bei den Tonböden 35 Etmale, bei den Sandböden resp. 1 und 2 Etmale.

### Mechanische Zusammensetzung in Prozenten auf lufttrocknem Boden.

Kurze Umschreibung der Vorbereitung der Bodenproben	B 53 (schwerer Tonboden)				B 51 (leichter Tonboden)				B 105 (rotgefärbter Sand)				B 281 (Java-Sand)				Vorbereitg.
	Fraktion		Fraktion		Fraktion		Fraktion		Fraktion		Fraktion		Fraktion				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Einmaliges Schütteln mit Wasser; Abschlämmen mit Wasser	38,0	40,3	12,5	1,1	20,1	33,1	31,0	10,8	2,1	2,5	47,0	47,8	6,5	2,2	15,7	72,4	A
Wiederholtes Schütteln mit Wasser; Abschlämmen mit Wasser	50,7	35,5	5,4	0,6	33,8	24,1	27,1	10,0	4,1	1,5	43,0	50,8	15,5	3,0	16,3	62,0	B
Wiederholtes Reiben mit Wasser; Abschlämmen mit Wasser	53,8	28,7	4,1	0,5	37,7	21,5	24,8	11,1	4,6	1,4	41,9	51,5	13,7	5,1	16,5	61,5	C
Einmaliges Schütteln mit Ammoniak; Abschlämmen mit Wasser	36,7	40,6	13,0	1,6	21,6	33,1	29,8	10,5	3,7	1,6	47,6	46,5	6,6	2,4	14,8	73,0	D
Einmaliges Schütteln mit Ammoniak; Abschlämmen mit Ammoniak	52,7	29,8	8,1	1,3	31,7	23,8	27,4	12,1	3,9	1,6	46,6	47,3	6,0	2,2	17,7	70,9	E
Anreiben mit Salzsäure; Abschlämmen mit Wasser	20,3	39,1	27,0	5,5	11,0	33,8	39,0	11,2	2,7	2,3	94,4		3,7	2,6	90,5		F
Anreiben mit Salzsäure; Auswaschen der Salzsäure; Abschlämmen einige Male mit Ammoniak, dann mit Wasser	50,8	33,3	6,8	1,0	32,0	24,3	27,3	11,4	3,4	1,7	43,8	50,5	4,1	1,6	14,5	76,6	G
Wie G, doch ganz Abschlämmen mit Ammoniak	56,0	28,5	6,6	0,8	35,3	21,4	26,8	11,5	3,6	1,7	46,7	47,4	4,2	1,8	16,7	74,1	H
Schütteln mit Salzsäure; weiter wie F	41,2	39,6	10,3	0,8	21,9	34,4	28,3	10,4	4,4	1,6	93,4		10,5	3,5	82,8		I
Schütteln mit Salzsäure; weiter wie G	53,8	31,2	6,1	0,8	33,6	23,2	27,1	11,1	4,7	1,3	38,3	55,1	9,8	2,6	13,0	71,4	K
Schütteln mit Salzsäure; weiter wie H	57,5	27,8	5,9	0,7	36,3	20,8	26,8	11,1	4,7	1,5	40,4	52,8	9,7	2,3	11,8	73,0	L
Auf dem Wasserbade erwärmen mit 5% Salzsäure	60,8	27,5	3,5	0,4	37,0	22,2	26,0	9,8	4,6	1,8	51,0	42,0	26,4	3,8	15,4	51,2	M
Kochen mit 10% Salzsäure auf offener Flamme	61,1	26,4	4,2	0,4	40,0	19,8	23,5	9,7	5,7	1,8	55,0	36,9	44,0	3,1	14,7	35,0	N
Abschlämmen mit Wasser, ohne irgend welche Vorbereitung	12,4	30,3	40,3	8,9	6,2	26,0	49,8	8,9	0,4	0,7	48,2	50,1	0,9	1,5	14,9	79,5	O
Abschlämmen mit Ammoniak, ohne irgend welche Vorbereitung	44,2	33,0	13,1	1,6	27,5	26,3	32,5	1,6	0,5	0,7	47,8	50,4	1,1	1,5	16,1	78,1	P

Aus dieser Tabelle geht in erster Linie der große Einfluß der Vorbereitung der Bodenproben auf die Resultate deutlich hervor. Während Verf. das nähere Studium den Herren Kollegen überläßt, begnügt er sich hier, kurz die folgenden Schlußfolgerungen zu ziehen. Die Vorbereitung der Bodenproben, welche das Voneinanderlösen der einzelnen Bodenteilchen zum Ziel hat, sind dreierlei Art:

1. Die mechanischen Methoden (Reiben, Bürsten, Schütteln, Kochen mit Wasser). Beim Vergleich der Methode O mit den Methoden A, B und C und der Methoden F, G, H mit I, K, L zeigt sich, daß der Gehalt an kleinen Teilchen (Fraktion I) außerordentlich von der Art der mechanischen Vorbereitung abhängt. Dieses Resultat zwingt die Vertreter der mechanischen Vorbereitung, ihre Methode ganz genau zu beschreiben. Es ist weiter die Frage, ob mechanische Vorbereitung die Bodenpartikeln zertrümmert. Dies scheint bei dem Indischen Sande in hohem Maße der Fall zu sein und steht offenbar im Zusammenhange mit der mineralogischen Beschaffenheit dieser Sande (glasartige Partikeln von Basalt, Andesit). Der Sand B 105, dessen Partikeln aus Quarz, Feldspat und Glimmer bestehen, wird nur wenig beeinflusst. Inwiefern die Teilchen der Tonböden bei der mechanischen Vorbereitung zertrümmert werden, muß dahingestellt bleiben. Findet Zertrümmerung statt, so geschieht das jedoch ebenso gut beim Bürsten, wie beim Schütteln. Bemerkenswert ist noch, daß wiederholtes Bürsten (C) höhere Gehalte von Fraktion I gibt, als Schütteln mit Salzsäure (Methode D). Die Schlußfolgerung ist, daß mechanische Vorbereitung bei Sanden, deren Beschaffenheit mit der der Probe B 281 übereinstimmt, nicht erlaubt ist.

2. Die chemische Behandlung mit kalter, verdünnter Salzsäure (0,2 N). Die Hauptfrage ist, ob die Salzsäure lösend auf die Bodenpartikeln einwirkt. Der Vergleich von O mit F bei B 281 zeigt, daß selbst bei Böden, deren mineralische Bestandteile (Andesit und Basalt) sich verhältnismäßig leicht in HCl lösen, die Salzsäure-Behandlung nur kleine Mengen in Lösung bringt. Und dann muß noch bedacht werden, daß der Unterschied zwischen Methode F und Methode O (Fraktion I resp. 3,7 % und 0,9 %) zweifellos zum Teil von der mechanischen Vorbereitung bei F (Anreiben in einem Porzellanmörser) herrührt. Mechanische Vorbereitung ist bei diesen Böden weit gefährlicher als Be-



handlung mit kalter, sehr verdünnter Salzsäure. Bei dem roten Sand B 105 wird offenbar nur der Ueberzug von  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  —  $\text{Al}_2\text{O}_3$  —  $\text{SiO}_2$  — Gel (Berlin, Seite 9) von der Salzsäure und dann noch nur zum Teil in Lösung gebracht. Ein weiterer Beweis, daß 0,2 N HCl ohne Bedenken angewendet werden kann, liefert folgende Untersuchung. Von B 53 wurde bei der Salzsäure-Behandlung nach Methode F nur 2,5 % gelöst, und zwar ungefähr 1 %  $\text{CaO}$ , 0,4 %  $\text{SiO}_2$ , 0,6 %  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ , Spuren von  $\text{MgO}$  und 0,5 %  $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ . Der Fehler, welcher in der lösenden Wirkung der Salzsäure gelegen ist, ist also sehr gering. Hauptsächlich werden Bodenpartikelchen, welche doch der Fraktion I ( $< 0,002$  mm) angehören, in Lösung gebracht. Die Schlußfolgerung ist, daß der Gebrauch kalter, stark verdünnter Salzsäure bei weitem nicht so gefährlich ist, als die meisten Forscher meinen.

3. Die kolloidchemische Vorbereitung. Als solche betrachtet Verfasser die Wirkung des verdünnten Ammoniaks (0,1 N). Das Ammoniak löst in erster Linie die nach der Behandlung mit Salzsäure freigewordenen Humussäuren. Es peptisiert aber ferner die Tonpartikeln und auch die Humusgele. Verf. konnte diesen Vorgang sehr gut mit Hilfe des Mikroskopes bei 1000 facher Vergrößerung wahrnehmen. Der große Einfluß der Behandlung mit Ammoniak geht deutlich aus unterstehender Tabelle hervor:

Gehalt an Fraktion I.

Tonboden	Schütteln m. Wasser (amerik. Methode) Abschl. mit		Reiben mit HCl (engl. Methode) Abschl. mit		Ohne irgendwelche Vorbereitung Abschl. mit	
	$\text{H}_2\text{O}$ (A)	$\text{NH}_3$ (E)	$\text{H}_2\text{O}$ (F)	$\text{NH}_3$ (H)	$\text{H}_2\text{O}$ (O)	$\text{NH}_3$ (P)
B 53	38,0	52,7	20,3	56,0	12,4	44,2
B 51	20,1	31,7	11,0	35,3	6,2	27,5

Verf. kann dann auch die Behauptung von Kappelen (10), daß die Vorbehandlung mit Ammoniak „sich im übrigen ohne Einfluß auf die Gesamtmenge der abschlammbaren feinsten Teile erwies“ keineswegs beipflichten. Im Gegenteil, Ammoniak löst nicht nur die Humussäuren, sondern wirkt stark peptisierend auf die Tonkrümel ein.

Betrachtung obiger Resultate, sowie genaues Studium der verschiedenen Arbeiten über die mechanische Bodenanalyse (11) haben Verf. dazu geführt, die englische Methode nach einer kleinen Modifikation in seinem Institute einzuführen. Die Bedenken gegen die Behandlung mit verdünnter, kalter Salzsäure verschwinden gegen die Vorteile und sind jedenfalls geringer als die Mängel der mechanischen Vorbereitungsmethoden. Kohlensaurer Kalk wird natürlich bei der HCl-Behandlung gelöst. Verf. bestimmt diesen Bestandteil einzeln. Zu denjenigen, welche wegen der Lösung des kohlensaurer Kalkes Gegner der Salzsäure-Behandlung sind, sagt Verf., daß die mechanische Vorbereitung auch die  $\text{CaCO}_3$ -Partikeln zertrümmert. Natürlich muß man bei der zu gebrauchenden Menge HCl dem Gehalt an  $\text{CaCO}_3$  Rechnung tragen, wie aus nachstehender Untersuchung hervorgeht. Zwei humusarme Tonböden (B 600 und 601) wurden mit 100 ccm Salzsäure, welche eben imstande war, den kohlensaurer Kalk zu lösen, rotiert und mit Ammoniak abgeschlämmt (a); zu einer anderen Probe wurde weiter noch 100 ccm 0,2 N HCl hinzugefügt, rotiert und mit Ammoniak abgeschlämmt (b). Die mechanische Zusammensetzung war folgende:

	B 600		B 601	
	a	b	a	b
Wasser (105 <sup>0</sup> )	6,3	6,3	8,9	8,9
$\text{CaCO}_3$	10,5	10,5	9,8	9,8
Fraktion I	10,4	38,2	18,8	54,7
"  II	24,5	17,1	24,0	21,8
"  III	36,6	27,6	16,0	4,7
"  IV	11,7	0,3	22,5	0,1

Fraktion I ist aus der Differenz mit 100 berechnet.

Auch nach Entfernung des kohlensaurer Kalkes wirkt die Salzsäure offenbar noch lösend auf die zementierende  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{SiO}_2$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gele ein.

Das Anreiben bei der englischen Methode kann Verf. aus zwei Gründen nicht gefallen. Erstens haftet dem Anreiben immer ein subjektiver Fehler an und zweitens erfordert die Reibmethode ziemlich viel Arbeit. Verf. verfährt nun folgendermaßen:

10 g lufttrockner Boden werden in eine Literflasche gebracht, mit soviel Salzsäure übergossen, daß der kohlen saure Kalk eben gelöst wird, sodann mit Wasser bis 100 ccm aufgefüllt und über Nacht stehen gelassen. Am folgenden Morgen werden 100 ccm 0,2 N HCl hinzugefügt und in einem Rotierapparat (12) während 2 Stunden ganz langsam rotiert. Am dritten Tag wird nochmals während einer Stunde rotiert, worauf Boden und Salzsäure mit Wasser in die Atterbergschen Schlämmsylinder gespült werden. Nun wird — jedesmal nach 8 und 16 Stunden (Fraktion I nach Atterberg) — erst so lange mit Wasser abgeschlämmt, bis die saure Reaktion verschwunden ist und dann weiter mit 0,1 N Ammoniak abgeschlämmt. Nach Entfernung der Fraktion I werden die Fraktionen II und III (nach 7½ Minuten und 30 Sekunden) mit Wasser abgeschlämmt. Im Zylinder bleibt Fraktion IV zurück. Die Fraktionen II, III und IV werden bei 105° C getrocknet und gewogen. Aus der Differenz mit 100 wird Fraktion I berechnet.

Das verdünnte Ammoniak ist bei humusarmen Böden imstande, den Humus zu lösen. Bei humusreicheren Böden enthalten die Fraktionen II und III immer noch etwas Humus und müssen also gegläht werden. Der Humusgehalt muß einzeln bestimmt werden. Beim Untersuchen von sehr humusreichen Böden empfiehlt es sich, den Humus vorher zu entfernen. Es muß noch näher untersucht werden, in wiefern der Vorschlag Atterbergs, die Humusstoffe mittels Behandlung mit Bromlauge zu zerstören, empfehlenswert ist.

Es bleibt nun noch die Frage übrig, in wiefern es empfehlenswert ist, den Boden in frischem Zustande, also nicht vorher getrocknet, zur Analyse heranzuziehen, wie die ungarische Kommission unter v. Sigmund (13) vorgeschlagen hat. Verf. hat Bodenproben in frischem Zustande in folgender Weise untersucht:

- a) ohne irgend welche Vorbearbeitung mit Wasser rotieren im Rotier-Apparat (Wagner), abschlämmen mit Wasser;
- b) nach sehr vorsichtigem Anrühren mit Wasser rotieren und abschlämmen wie unter a);
- c) etwas länger anrühren; weiter wie unter b);
- d) rotieren mit 0,2 N Salzsäure, abschlämmen mit Ammoniak (modific. engl. Methode).

Die Proben wurden genommen vor und nach dem Frost und enthielten immer ungefähr 25 % Wasser. Schließlich wurden die lufttrockenen Proben nach denselben Methoden untersucht. Die Gehalte an Fraktion I, auf Trockensubstanz berechnet, betragen bei einer Probe (B. 382/445).

		a	b	c	d
vor nach	dem Frost	34	37	39	48
	in frischem Zustand			27	47
		a	b	c	d
vor nach	dem Frost	11	11	18	48
	lufttrocken				47

Die Resultate der übrigen Proben bewegen sich in derselben Richtung.

Verfasser findet in den Ergebnissen keinen Grund, den von der ungarischen Kommission vorgeschlagenen Weg einzuschlagen.

Verf. bespricht weiter an der Hand der Untersuchungen von Stokes (14) und Perrin (15) den zweiten Teil der mechanischen Bodenanalyse, also die Trennung in Fraktionen. Mittels der Gleichung (16)

$$\frac{2}{3} W \log \frac{N_0}{N} = V (D - d) g h$$

wird angezeigt, daß R a m a n n (17) irrt, wenn er meint, daß „durch Auftreten der Molekularbewegungen beim Schlämmen des Bodens die Methode und die Berechnung der Korngrößen mit einem Fehler für die kleinsten Korngrößen behaftet wird.“

Schließlich wird die Bedeutung der mechanischen Bodenanalyse für die Praxis besprochen.

Die mechanische Bodenanalyse erregt in den letzten Zeiten das Interesse verschiedener Forscher (W i e g n e r, O d é n). Wie früher ist es aber auch jetzt wieder der zweite Teil — das Abschlämmen der Bestandteile — welcher Gegenstand besonderer Untersuchungen ist. Es kam Verf. daher wünschenswert vor, seine Untersuchungen, welche leider in einem wenig bekannten Jahresbericht veröffentlicht sind, sei es auch in gedrängter Form, hier mitzuteilen. Die Hauptaufgabe dieser Arbeit war festzustellen, daß die Art und Weise der Vorbereitung der Bodenproben von großem Einfluß auf die zu erhaltenden Resultate ist.

(1). Coffey (Proceedings of the American Society of Agronomy) schreibt: „The term *texture*, as used by the Bureau of Soils, has reference to the size of the particles of which the soil is composed, while *structure* refers to the arrangement of these particles“. Hall (siehe Bemerkung) gebraucht die Ausdrücke „*texture*“ und „*structure*“ eben in umgekehrter Bedeutung.

(2). Ramann, *Bodenkunde* (1911), Seite 293—294.

(3). Z. B. Wahnschaffe und Schucht, *Anleitung zur wissenschaftl. Bodenuntersuchung* (1914), Seite 22—52.

(4). Wahnschaffe und Schucht, Seite 52; auch Beam, *Verhandlungen der zweiten Agrogeologenkonferenz Stockholm* (1910), Seite 12.

(5). *Diese Mitteilungen*, Band IV (1914), Seite 25 (Untersuchungen von Ballenegger).

(6). Berliner Sitzung, *diese Mitteilungen*, Band IV (1914), Seite 11 (Tabelle I).

(7). Berliner Sitzung, Seite 9.

(8). Berliner Sitzung, Seite 13

(9). Berliner Sitzung, Seite 10.

(10). *Die landw. Versuchs-Stationen*, Bd. 88, Seite 103.

(11). Besonders sei hier auf die Arbeit A. D. Hall's hingewiesen: *The mechanical analysis of soils and the composition of the fractions resulting therefrom* (*Journal of the Chemical Society, Transactions* 1904, Vol. 85, Part. II, 950). Siehe auch die folgende Verhandlung Seite 964.

(12). Siehe für die gebrauchten Flaschen und das Rotierapparat nach Wagner, König, *Die Untersuchung landw. und gewerbl. wichtiger Stoffe*, 1911, Seite 218, Fig. 40).

(13). Berliner Sitzung, Seite 25. Vergleiche auch Ehrenberg und Päck, *Gedenkboek van Bemmelen* (1910), Seite 194—205.

(14). On the effect of the internal friction of fluids on the motion of pendulions, by G. G. Stokes; *Transactions of the Cambridge Philosophical Society*, Volume the ninth, Part II, 8—106.

(15). La loi de Stokes et le mouvement brownien. Note de M. Jean Perrin, *Academie des Sciences, Séance du 7. Septembre 1908. Comptes Rendus*, 147 II, 475 (1908).

(16). Perrin, *Koll. Chem. Beihefte* I.

(17). Ramann, *Bodenkunde* (1911) Seite 285.