

Ergebnisse einiger Untersuchungen der Standard-Bodenproben.

Von

D. J. Hissink, Bussum (Holland).

Eingegangen: 27. Oktober 1942.

Auf dem Kongreß in Oxford wies H. Green (Sudan) darauf hin, daß es wünschenswert sei, die Methoden zur Bestimmung der austauschbaren Basen miteinander zu vergleichen. E. M. Crowther (England) schlug vor, dies so durchzuführen, daß man an einer bestimmten Stelle einen Vorrat von einigen Standard-Bodenproben anlegt und sie dann auf Wunsch an diejenigen verschickt, die an den Untersuchungen über die austauschbaren Basen mitarbeiten wollen. Der Kongreß beauftragte D. J. Hissink damit, eine Reihe von Standard-Bodenproben für diesen Zweck zu sammeln und zur Verteilung zu bringen.

Bis jetzt sind die folgenden Standard-Bodenproben im Institut für Bodenkunde, Groningen (Holland), verfügbar:

- SB I Schwerer Tonboden, Oberboden aus Gezira (Sudan), passiert das 1-mm-Sieb, p_H zwischen 9 und 10; enthält keine wasserlöslichen Sulfate und Chloride.
- SB II Junger, schwerer holländischer Tonboden maritimen Ursprungs mit etwa 8 % $CaCO_3$, p_H um 7,7; enthält keine wasserlöslichen Sulfate und Chloride.
- SB III Alter, schwerer holländischer Tonboden maritimen Ursprungs, frei von $CaCO_3$, p_H um 5,5. Enthält keine wasserlöslichen Sulfate und Chloride.
- SB IV Roseworthy (Australien). Ziemlich sandiger Tonboden, Oberboden, Mallee-Typ mit etwa 10 % $CaCO_3$, p_H um 9; enthält eine kleine Menge wasserlösliche Salze.
- SB V Curlwaa (Australien). Sehr schwerer Tonoberboden aus dem Alluvium des Murrayflusses, und zwar aus einer bewässerten Obstanbaugegend. Enthält weniger als 1 % $CaCO_3$, p_H um 8; enthält wasserlösliche Chloride und Sulfate.
- SB VI Russischer Podsolboden aus dem A-Horizont (1—13 cm), passiert das 2-mm-Sieb.
- SB VII Ziemlich schwerer Tschernosemboden aus dem Woroneschgebiet, Rußland; aus dem A-Horizont (1—12 cm), geht durch das 2-mm-Sieb.

Von jeder dieser Proben werden den Interessenten auf Verlangen 2 ½ kg nach Eingang von f. 0,75 (holl. Gulden) plus Versandkosten

zugeschickt. Anfragen betr. Zusendung der Bodenproben sowie die Ergebnisse der Untersuchungen sind zu richten an D. J. Hissink, Bussum (Holland).

Der Hauptzweck dieser Gemeinschaftsarbeit ist der, einen befriedigenden Ausdruck für den Gehalt eines natürlichen Bodens an austauschbaren Basen zu erhalten. Dieses Ziel scheint es notwendig zu machen, die Verdrängung der Basen durch eine Anzahl verschiedener Methoden, wie z. B. Behandlung mit Neutralsalzen und schwachen Säuren in verschiedenen Mengen und bei verschiedenen Boden: Wasser-Verhältnissen zu untersuchen.

Der zweite Zweck dieser Gemeinschaftsarbeit ist die Messung des Gehaltes des Bodens an austauschbaren Basen, wenn er durch irgendeine Behandlung auf den „Sättigungspunkt“ gebracht worden ist. Diese Behandlung kann darin bestehen, daß man den Boden in ein stark alkalisches Medium (durch Zusatz von Hydroxyden, z. B. Barium-Hydroxyd, Hissink) oder in ein schwächer alkalisches Medium (Bradfield und Allison, 1933, Verhandlungen der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft, Kommission 2, Teil A, Kopenhagen) bringt; oder es kann eine Reihe von pH -Werten eingestellt werden, die eine Titrationskurve ergeben.

Die Bestimmungen können entweder nach bekannten Methoden oder nach neuen ausgeführt werden, aber in jedem Falle müssen die genauen Einzelheiten klar angegeben werden. Es genügt nicht, den Namen des Urhebers einer Methode anzugeben. Andere Untersuchungen, mechanische Analysen, Humus-, Kalziumkarbonat-, pH -Bestimmungen usw. können natürlich nach Belieben von den Untersuchenden zugefügt werden.

Bis heute sind die Standard-Bodenproben an die folgenden 10 Adressen zugeschickt worden:

Bodenkundliches Institut Groningen (Holland);

Institut für Vegetations- und Ertragskunde der Forstlichen Hochschule Hann.-Münden, Leiter Prof. Dr. F. K. Hartmann, Abt. Laboratorium: Harburg-Wilhelmsburg, Petersweg 4/6, Deutschland;

Dr. H. Greene, Soil Chemist, Agricultural Research Service, Soil Research Section, Gezira Research Farm, Wad Medani, Sudan;

Dr. N. Liatsikas, Bodenkundliches Laboratorium der Griechischen Geologischen Landesanstalt, Athen, Griechenland;

Bodenkundliches Institut der Akademie der Wissenschaften, Moskau, USSR.;

Prof. I. N. Antipov-Karataev, Krasnaja Ploščad, Zdanie Ziks, 80, Moskau, USSR.;

Dr. Allan Walkey, Council for Scientific and Industrial Research, Division of Soils, Waite Institute, Adelaide, Australien;

Prof. Dr. Johs. Lindeman, Landwirtschaftliche Hochschule, As, Norwegen;
 Dr. E. M. Crowther, Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Herts,
 England;

Prof. Dr. Louis de Leenheer, Directeur van het Geologisch Bodemkundig
 Instituut van de Rijkslandbouwhoogeschool, Rozierstraat 6, Gent, Belgie.

Als Sonderabdruck aus den Abhandlungen des Ersten Griechischen
 Chemischen Kongresses, Athen, 10.—17. April 1938, erschien eine Arbeit
 aus dem Bodenkundlichen Laboratorium der Griechischen Geologischen
 Landesanstalt von N. Liatsikas und Th. Murabas: „Zur Bestimmung
 der austauschfähigen Basen des Bodens“, in griechischer Sprache mit
 folgender Zusammenfassung und Schrifttum:

„Zusammenfassung.

Vorstehende Arbeit enthält vergleichende Untersuchungen der Bestimmung
 der austauschbaren Kationen dreier Bodenproben, die von der Internationalen
 Bodenkundlichen Gesellschaft (Dr. Hissink, Groningen) an die Griechische Geo-
 logische Landesanstalt zu diesem Zwecke zugesandt wurden. Die angewandten
 Methoden sind die von Hissink, Tjurin-Gedroiz, Kelley und Vageler.
 Die Resultate der Untersuchungen sind auf Tabellen I und II angegeben. Tabelle I
 enthält die Zusammensetzung der Komplexsättigung in Milliäquivalent. Tabelle II
 enthält die Zusammensetzung der sorbierten Basen in Prozent S.

Aus den Untersuchungen ist hervorgegangen, daß die drei Methoden Hissink,
 Kelley und Tjurin-Gedroiz bei CaCO_3 -freien Böden fast die gleichen Resul-
 tate geben. Wenn der Boden CaCO_3 enthält, ist die Methode Tjurin-Gedroiz
 vorzuziehen. Die Methode Vageler gibt fast immer etwas kleinere Werte als die
 anderen vorerwähnten, sie kann aber wegen ihrer vielen Vorteile, die Vageler
 und Alten bereits in ihren Arbeiten angegeben haben, für griechische Böden
 empfohlen werden.

Schrifttum.

1. N. Liatsikas: Die Verbreitung der Bodentypen in Griechenland. Bodenkund-
 liche Forschungen, Bd. IV, Nr. 4 (1935).
2. W. P. Kelley, University of California Publications, The Agricultural Ex-
 periment Station of the College of Agriculture. Technical Paper, Nr. 15,
 Sept. 1924.
3. P. Vageler: Der Kationen- und Wasserhaushalt des Mineralbodens. Berlin
 1932.
4. Mitteilungen der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft, Bd. XI,
 Heft I (1936).
5. D. J. Hissink, Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, 12, 104 (1922).
6. J. W. Tjurin: Sur la question de détermination des échangeables Ca et Mg
 dans les sols avec des carbonates de Ca. Pedologie, Nr. 1, 1927.
7. K. K. Gedroiz, Analyse chimique du sol-Mosc. Leningrad 1930.
8. Vageler-Alten: Die Bodenuntersuchung und Bodenbeurteilung nach
 physikalisch-chemischen Gesichtspunkten. Ernährung d. Pflanze, Bd. 29,
 H. 7, S. 121 (1933).
9. Al. A. J. von Sigmond: Verhandlungen der zweiten Kommission der inter-
 nationalen Bodenkundlichen Gesellschaft. Groningen (Holland) 1926, Teil A,
 S. 54—69.

10. Vageler-Alten: Böden des Nil und Gash I—VIII. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde, Teil A, 21, 22, 23, 24 (1931—1933). — Untersuchungen über den landwirtschaftlichen Wert der wichtigsten Bodenarten Hollands. Ebenda, Teil A, 29, H. 1—2 (1933).“

Die Hauptergebnisse dieser Arbeit sind in zwei Tabellen niedergelegt: Austauschf. Basen in Milligrammäquivalenten und S-Wert auf 100 g Boden (Trockensubstanz) und Relatives Verhältnis Basen auf S = 100 (siehe auch unten Tabellen A und B, S. 35/36).

Die Ergebnisse der Untersuchungen am Bodenkundlichen Institut Groningen sind von D. J. Hissink in den Bodenkundl. Forschungen, VII (1940), Nr. 1/2, Seite 1—21, veröffentlicht: Results of the investigation of the seven Standard Soil Samples Nr. I—VII of the International Society of Soil Science.

Die drei Standard-Proben I, II und III wurden im Jahre 1936 im Laboratorium Harburg-Wilhelmsburg, auf Anregung des Institutleiters, Herrn Professor Dr. F. K. Hartmann, von Chemiker Dr. F. Meyer auf ihren Gehalt an austauschbaren Basen untersucht. Im Schreiben vom 2. Februar 1937 berichtet Dr. Meyer folgendes:

„Bei der Bestimmung der vorhandenen austauschbaren Basen S wurden die Basen mit 1 normal Ammoniumchlorid-Lösung (NH_4Cl) verdrängt. Die vorhandenen austauschbaren Basen wurden nicht einzeln in der Lösung (im Filtrat) bestimmt, sondern der den verdrängten Basen äquivalente, vom Boden aufgenommene Betrag an Ammonium (NH_4) wurde ermittelt. Die jeweilige Menge der einzelnen Basen Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ und Na^+ blieb also unbekannt, lediglich die Summe aller einzelnen Basen (Summe $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{K}^+ + \text{Na}^+$) wurde als ein einziger Wert in Form des nach der Verdrängung im Boden vorhandenen NH_4^+ bestimmt.

Wir richteten uns bei der Ausführung der Analysen nach der Vorschrift von W. P. Kelley (Verh. d. 2. Komm. d. Int. Bodenkundl. Ges., Groningen 1927, Teil B, S. 203) und führten die Untersuchungen im einzelnen wie folgt aus:

Eine Mischprobe von 25 g lufttrockenem Boden unter 2 mm \varnothing , die auf einer Schnellwaage auf 0,01 g genau abgewogen wurde, wurde in eine 500 ccm Pulverflasche mit eingeschliffenem Glasstopfen umgefüllt und hier mit 250 ccm kalter 1 = n NH_4Cl -Lösung versetzt (Ammoniumchlorid, rein, D.A.B. 6; E. Merck, Darmstadt). Die Flasche wird mit dem Glasstopfen verschlossen, gut umgeschüttelt und bleibt verschlossen über Nacht bei 75° C im elektrischen Trockenschrank stehen. Am nächsten Morgen wird die Flasche herausgenommen, geöffnet und kühlt bei lose aufgelegtem Stopfen ab. Mit Hilfe einer Membranfilterapparatur (Filtersorte: mittel, 8—12 sec) werden Boden und Lösung getrennt. Mit einer Spritzflasche, die 750 ccm kalte 1 = n Ammoniumchloridlösung enthält, spritzt man Bodenreste aus der Flasche auf das Filter und gibt nach und nach den ganzen Rest der NH_4Cl -Lösung aus der Spritzflasche dazu. Insgesamt wurden somit 25 g Boden mit 1000 ccm 1 = n NH_4Cl -Lösung behandelt. Auf dem Membranfilter wird der Boden zur Entfernung der anhaftenden Ammoniumchloridreste etwa 12 mal mit kaltem, destilliertem Wasser ausgewaschen, bis er mit AgNO_3 keine Reaktion auf AgCl mehr gibt. Der chlorfrei ausgewaschene Boden

wird sauber und quantitativ mit Hilfe von Spritzflasche, Pinsel, Gummifahne und Glastrichter mit kaltem destilliertem Wasser vom Membranfilter in einen 500 ccm Kjeldahlkolben überführt. Unter Zugabe von etwa 5 g MgO (Magnesiumoxyd, D. A. B. 6; E. Merck, Darmstadt) und nach kräftigem Umschütteln wird der Kolben sofort an eine Destillationsapparatur angeschlossen und erhitzt. Die Vorlage enthält durchweg 50 ccm 0,1-n H_2SO_4 . (Bei basenreichen Böden mehr als 50 ccm). Die durch das überdestillierte Ammoniak nicht verbrauchte 0,1 n H_2SO_4 wird mit 0,1 n NaOH zurücktitriert; Methylrot als Indikator.

Bestimmung von T-S („Up“ = polare Ungesättigtheit nach di Gleria): 10 g Boden werden wie oben abgewogen und in eine 200 ccm Pulverflasche mit eingeschliffenem Glasstopfen umgefüllt. Diese 10 g Boden versetzt man in der Flasche mit 100 ccm einer etwa 0,1-n Ammoniaklösung. Der Boden bleibt in der Flasche zusammen mit dem zugesetzten Ammoniak drei Tage stehen und wird öfter umgeschüttelt. Nach drei Tagen wird der Inhalt der Flasche in eine Porzellanschale umgefüllt und auf einem Wasserbad soweit eingedampft, daß der Inhalt der Schale einen feuchten Brei bildet. Dieser Brei wird dreimal nacheinander mit 100 ccm siedendem destilliertem Wasser befeuchtet und jeweils nach Zugabe der 100 ccm bis zu einem feuchten Brei eingedampft. Nach dem letzten Eindampfen wird der Inhalt der Schale wie bei der Bestimmung von „S“ in einen Kjeldahlkolben umgefüllt und weiter behandelt wie bei „S“ angegeben (vgl. Kopenhagener Verhandlungen, 1933, S. 79).

Neben der Bestimmung von „S“ und „T-S“ (Up) wurde eine Blindbestimmung durchgeführt, bei der der ursprüngliche Boden ohne jede Vorbehandlung in gleicher Weise wie bei „S“ und „T-S“ mit MgO destilliert wurde, um den etwa vorhandenen Betrag an NH_4^+ im ursprünglichen Boden festzustellen. Der gefundene Wert wurde von „S“ und „T-S“ subtrahiert.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen der ersten drei Standard-Bodenproben I, II und III auf die Werte S und T-S sind in einer dem Schreiben beigelegten Tabelle aufgenommen. Diese Tabelle enthält noch weitere Ergebnisse über andere Bodenuntersuchungen an den gleichen Proben (Korngrößenzusammensetzung, pH-Wert, Titrationsazidität und Pufferzahl, Gehalt an CO_2 , Glühverlust, Chemische Bodenanalyse mit HCl); für die betr. Untersuchungsmethoden wird auf die Arbeit: II. Die Untersuchung der Böden im Laboratorium und ihre Auswertung von F. K. Hartmann und F. Meyer, Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, herausgegeben von der Preussischen Landesforstverwaltung, 1936, hingewiesen. In einem Schreiben vom 5. September 1942 teilt Prof. Hartmann noch folgendes betr. der Methode der Schlämmanalyse mit:

„Bestimmung der Kolloide (Teilchen kleiner als 0,002 mm) und Schluffe (0,02—0,002 mm) nach Köhn. 10 g lufttrockener Feinboden — die in einer einwandfreien gut genommenen Durchschnittsprobe entnommen wurden — werden in einem 500 ccm Jenaer Becherglas mit 50 ccm H_2O_2 mit einem Uhrglas verdeckt vier Stunden auf ein siedendes Wasserbad gestellt. Nach 4 Stunden nehmen wir die Bodensuspension vom Wasserbad und fügen 5 ccm HCl rauchend $d = 1,15$ hinzu und füllen das Becherglas zur Hälfte mit destil-

liertem Wasser auf. Mit einem Uhrglas verdeckt, wird die Bodensuspension bis zum nächsten Tage beiseite gestellt. Am nächsten Tag wird die Bodenprobe quantitativ durch eine Membranfilterapparatur abfiltriert. Der Rückstand auf dem Membranfilter wird nach fünfmaligem heißem Auswaschen mit destilliertem Wasser in einen 1000 ccm Standzylinder überführt, mit 50 ccm etwa 2 n NH_3 versetzt und zwei Stunden auf der Schüttelmaschine geschüttelt. Nach dem Schütteln wird der Standzylinder bis zur Marke mit destilliertem Wasser aufgefüllt und zum Pipettieren in den Thermostat gestellt. Der Thermostat weist die konstante Temperatur von 25° C auf. Mittels der Stoppuhr wird der Standzylinder nach 10—12maligem Aufschütteln eingesetzt, und nach genau 3 Min. und 58 Sek. werden aus 10 cm Tiefe die Teilchen von 0,02 mm — die sich nach Köhn in dieser Zeit in 10 cm Tiefe befinden — herauspipettiert. Das Herauspipettieren erfolgt mittels einer Saug- und Spülvorrichtung. Die über der Pipette in der kleinen Glaskugel stehenden Teilchen werden mittels eines doppeldurchbohrten Glashahns abgelassen, die Kugel mit Wasser aus der Spülvorrichtung nachgespült und die Teilchen in der geeichten Pipette werden quantitativ in ein bezeichnetes, vorher gewogenes kleines Wägegglas überführt, quantitativ, d. h. die Pipette wird mit Spülwasser aus der Spülvorrichtung nachgespült und das Spülwasser zum Wägegglas gegeben. Das Wägegglas stellt man zum Eindampfen auf das siedende Wasserbad, und der Rückstand wird im elektrischen Trockenschrank 2 Stunden bei 110° getrocknet, in den Exsikkator gestellt und nach 1—2 Stunden auf der analytischen Waage gewogen.

Bestimmung der Kolloide, 0,002 und kleiner. Nachdem die erste Fraktion bei sämtlichen im Thermostat stehenden Standzylindern ausgeführt wurde, wird die 2. Fraktion angesetzt. Die Teilchen von 0,002 und kleiner befinden sich nach Köhn bei 25° in 6 Stunden und 40 Minuten in 10 cm Tiefe. Der Zylinder wird gut aufgeschüttelt und mittels einer Zeit- und Stoppuhr in den geheizten Thermostat gestellt. Nach genau 6 Stunden 40 Minuten werden — wie bei der 1. Fraktion — die Teilchen von 0,002 herauspipettiert und quantitativ mit der geeichten Pipette wieder in ein bezeichnetes, getrocknetes und gewogenes Wägegglas überführt, die Pipette mit Spülwasser aus der Spülvorrichtung nachgespült. Das Wägegglas wird nach dem Eindampfen 2 Stunden bei 110° getrocknet und auf der analytischen Waage der Rückstand bestimmt“.

Kurze Besprechung der Ergebnisse.

Die Untersuchungsergebnisse, welche in zwei Tabellen A und B zusammengebracht sind, sollen hier nur ganz kurz besprochen werden.

Korngrößenzusammensetzung. Das Laboratorium Harburg pipettiert nach 3 Minuten und 58 Sekunden, bzw. nach 6 Stunden und 40 Minuten, beide Male in 10 cm Tiefe, jedoch bei 25° Celsius. Hierbei werden Teilchen kleiner als 0,02, bzw. kleiner als 0,002 mm Durchmesser abpipettiert. Die Harburger Zahlen für die Fraktionen I und II (Teilchen kleiner als 0,02 mm Durchmesser) stimmen ziemlich gut mit den Groninger Zahlen überein (70,7—75,5; 69,7—74,7; 77,0—74,3). Für Fraktion I (Teilchen kleiner als 0,002 mm Durchmesser) findet Harburg jedoch erheblich niedrigere Zahlen (53,9—66,4; 40,9—53,8; 43,9—49,6).

Warum dies der Fall ist, kann ich nicht erklären. Nur sei hier bemerkt, daß Groningen die Dekantationsmethode und Harburg das Pipettverfahren angewendet hat.

Da die Probe II beim Hinzusetzen der HCl brauste, also karbonathaltig war, wurde diese Probe auch ohne Hinzufügen von HCl von Harburg untersucht, wobei folgende Zahlen erhalten wurden: 0,8—30,2—69,0—43,2—25,8. Die Behandlung mit HCl hat also keinen Einfluß auf die Fraktionen I und II ausgeübt (69,7 mit HCl und 69,0 ohne HCl); der Gehalt an Kolloiden ist bei Behandlung mit HCl jedoch bedeutend größer (40,9 mit HCl und 25,8 ohne HCl).

Kohlensaurer Kalk. Die Zahlen für den Gehalt an CaCO_3 Harburg und Groningen stimmen ziemlich gut überein; Harburg ist etwas höher.

pH-Wert. Bei Probe I ist der Unterschied zwischen Harburg und Groningen ziemlich groß (8,1 gegen 8,9—8,6); für die Proben II und III ist die Übereinstimmung gut.

Der S-Wert. Hier können die Ergebnisse der drei Institute: Harburg, Groningen und Athen miteinander verglichen werden. Harburg hat die Methode Kelley, Groningen die Methode Hissink und Athen die Methoden: Hissink, Tjurin-Gedroiz, Kelley und Vageler angewendet. In einer im Jahre 1928 veröffentlichten Arbeit (diese Zeitschrift, I, 1928, S. 1—42) habe ich einige Methoden zur Bestimmung des S-Wertes besprochen. Betreffs der Methode Kelley sei dieser Arbeit folgendes entnommen (siehe ebenda, S. 10—11 mit Tabellen B und D; und insbesondere S. 19—21). Bei der Methode Kelley kann der S-Wert in zweierlei Weise bestimmt werden. Kelley laugt den Boden mit einer NH_4Cl -Lösung aus und bestimmt die Menge der in Lösung gegangenen Basen ($\text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$); diesen Wert habe ich in meiner Arbeit den S-Wert (Kelley-Gesamtbasen) genannt. Der Boden, der nach dem Auszug mit NH_4Cl -Lösung zurückbleibt, wird nach Kelley mit destilliertem Wasser ausgewaschen, bis er frei von Cl-Ionen ist, dann in eine Flasche gebracht und das vom Boden adsorbierte NH_4 durch Destillation mit Natronlauge bestimmt. Von diesem Wert wird das bei einer Blindbestimmung gefundene NH_4 subtrahiert. Diesen zweiten S-Wert habe ich den S-Wert (Kelley- NH_4 adsorbiert, nach Korrektion) genannt. Die Werte Kelley (Gesamtmenge Basen) und Hissink stimmen bei den 13 CaCO_3 -freien oder nahezu freien Böden ziemlich gut miteinander überein. Sobald die Böden CaCO_3 enthalten, werden diese Kelley-Werte zu hoch, weil die NH_4Cl -Lösung einen Teil des Kalkes des CaCO_3 in Lösung bringt. Von Kelley ist vorgeschrieben, in diesem Falle den Gehalt an CaCO_3 des Bodens vor und

nach dem Auslaugen mit NH_4Cl zu bestimmen. Da Athen den S-Wert nach Kelley bei Probe II (mit rund 9 % CaCO_3) nicht erwähnt, nehme ich an, daß Athen den S-Wert (Kelley-Gesamtbasen) bestimmt hat. Allerdings enthält Probe I auch noch ziemlich viel CaCO_3 , ungefähr 2,5—3,0 %, welche Menge bei der Analyse auch ihren Einfluß ausübt; ob Athen in diesem Falle die in Lösung gegangene Menge CaCO_3 abgezogen hat, ist mir unbekannt.

Bei der Bestimmung des zweiten S-Wertes nach Kelley (NH_4 -adsorbiert) geht beim Auswaschen des NH_4 -Bodens mit Wasser ein Teil der NH_4 -Ton-Humus-Substanz in Lösung, so daß NH_4 mit dem Wasser ausgewaschen wird. Schon in einer im Jahre 1913 erschienenen Arbeit habe ich hierauf gewiesen. Infolgedessen wird der Wert S-Kelley (NH_4 -adsorbiert) geringer (1). Dieser Faktor tritt insbesondere bei Böden, welche reich an Humus und Ton sind, in den Vordergrund, und je weniger sauer diese Böden sind, desto mehr. Denn ein Boden, welcher neutral oder schwach alkalisch reagiert, wird seine Ton-Humus-Substanz beim Auslaugen mit NH_4Cl gut mit NH_4 sättigen, infolgedessen beim Auswaschen mit Wasser auch einen größeren Teil von adsorbierten NH_4 verlieren. Von Kelley wird vorgeschlagen, daß In-Lösung-gehen von NH_4 durch Auswaschen mit Methylalkohol (2) zu verhindern. Harburg hat den Wert S-Kelley (NH_4 -adsorbiert) bestimmt und vergleichsweise sowohl mit Wasser als auch mit durch Methylalkohol vergälltem 80prozentigen Weingeist ausgewaschen. Die Werte finden sich in Tabelle D. Die S-Werte der von Harburg mit Wasser ausgewaschenen Proben liegen im allgemeinen etwas niedriger als die mit Weingeist ausgewaschenen; nur bei Standard Probe II ist der Unterschied größer. (Siehe auch Nachschrift.)

In erster Linie sei nun bemerkt, daß die Ergebnisse bei Probe III, welche sauer reagiert (pH ungefähr 5,2—5,5), wenig Humus und kein CaCO_3 enthält, ziemlich gut miteinander übereinstimmen (Tabelle A). Der Mittelwert von Athen ist 23,6 und ohne die niedrige Vageler-Zahl 24,2, während Harburg 20,1 und Groningen 23,4 gefunden haben (siehe Tabelle A). Harburg hat die niedrigste Zahl (20,1) gefunden, noch niedriger als die Vageler-Zahl (21,9).

Bei den Proben I und II ist die Übereinstimmung zwischen den 4 bzw. den 3 S-Werten von Athen nicht schön; im Mittel findet Athen bei I S = 51,5 und bei II S = 29,1. Bei Probe I werden also die folgenden S-Werte gefunden 49,2 (Harburg) — 58,5 (Groningen) — 51,5 (Athen); bei Probe II 18,1—30,8—29,1. Insbesondere fällt der niedrige Wert von Harburg bei Probe II (18,07) auf. Über diesen niedrigen Wert werden hierunter noch einige Bemerkungen gemacht.

Tabelle A.
Standard-Bodenproben.

Bodenprobe Nr.	Korngrößenzusammensetzung (granuläre Zusammensetzung) des Feinbodens (in Millimeter)	CaCO ₃	PH	S
-------------------	--	-------------------	----	---

Ergebnisse Laborat. Harburg-Wilhelmsburg (1937).

	> 0,2	0,2 bis 0,02	< 0,02	0,02 bis 0,002	< 0,002		H ₂ O	KCl	
I	3,2	26,1	70,7	16,8	53,9	2,9	8,1	7,1	49,15
II	0,2	30,1	69,7	28,8	40,9	9,0	7,6	6,9	18,07
III	0,2	22,8	77,0	33,1	43,9	0	5,5	4,3	20,09

Ergebnisse Bodenk. Institut Groningen (Bodenk. Forschungen VII, 1—21).

	> 0,208	0,208 bis 0,016	< 0,016 (I + II)	0,016 bis 0,002 (II)	< 0,002 (I)		Quin- hydr. (H ₂ O)	Glas- elekt. (H ₂ O)	
I	2,7	21,8	75,5	9,1	66,4	2,4	8,9	8,6	58,5
II	0,8	24,5	74,7	20,9	53,8	8,7	7,8	7,5	30,8
III	0,7	25,0	74,3	24,7	49,6	0	5,4	5,2	23,4

Ergebnisse N. Liatsikas und Th. Murabas (Griechische Zeitschrift 1938).
S-Werte.

Bodenprobe Nr.		Hissink	Tjurin- Gedroiz	Kelley	Vageler	Mittelwert
I		48,95	53,00	52,70	51,23	51,5
II		27,16	32,61	—	27,54	29,1
III		23,90	23,88	24,69	21,85	23,6

Die Übereinstimmung ist also bei Probe I leidlich gut, bei Probe II schlecht und bei Probe III gut.

Der Gehalt an CaO, MgO, K₂O und Na₂O und das relative Verhältnis der Basen je 100 Milligrammäquivalenten. Von Groningen und Athen sind auch die einzelnen Basen CaO, MgO, K₂O und Na₂O bestimmt, und das relative Verhältnis ist berechnet (siehe Tabelle B).

Tabelle B.
Standard-Bodenproben.

Milligrammäquivalente Basen je 100 g Boden (Trockensubstanz 105° C).															
Bodenprobe	Nr. I				Nr. II				Nr. III						
	Ca	Mg	K	Na	S	Ca	Mg	K	Na	S	Ca	Mg	K	Na	S
Groningen	44,6	7,9	1,6	4,4	58,5	26,5	2,8	1,2	0,3	30,8	16,1	6,2	0,8	0,3	23,4
Ergebnisse Liatsikas und Murabas.															
Methode															
Hissink	37,2	6,1	1,6	4,1	49,0	22,4	2,0	1,3	1,5	27,2	15,4	5,5	1,0	2,0	23,9
Tjurin-Gedroiz	41,4	6,1	1,4	4,1	53,0	27,1	2,0	1,3	2,2	32,6	15,6	5,5	0,9	1,9	23,9
Kelley	40,6	6,4	1,6	4,1	52,7	—	2,9	1,3	1,5	—	16,0	5,7	1,0	2,0	24,7
Vageler	38,9	6,3	1,6	4,4	51,2	22,3	2,1	1,1	2,0	27,5	14,0	5,1	0,9	1,9	21,9
Ergebnisse Liatsikas und Murabas.															
Relatives Verhältnis Basen je 100 Milligrammäquivalente.															
Bodenprobe	Nr. I				Nr. II				Nr. III						
	Ca	Mg	K	Na	S=100	Ca	Mg	K	Na	S=100	Ca	Mg	K	Na	S=100
Groningen	76,2	13,6	2,6	7,6	100	86,1	8,9	4,0	1,0	100	68,8	26,4	3,6	1,2	100
Ergebnisse Liatsikas und Murabas.															
Methode															
Hissink	76,0	12,4	3,3	8,3	100	82,3	7,4	4,8	5,5	100	64,2	23,2	4,2	8,4	100
Tjurin-Gedroiz	78,2	11,4	2,6	7,8	100	83,0	6,1	4,1	6,8	100	65,1	23,3	3,6	8,0	100
Kelley	77,1	12,1	3,0	7,8	100	—	—	—	—	—	64,9	22,9	4,1	8,1	100
Vageler	75,9	12,3	3,1	8,7	100	81,0	7,8	3,9	7,3	100	64,2	23,4	3,9	8,5	100

Für CaO weichen die Zahlen von Athen nach den verschiedenen Methoden ziemlich voneinander ab, trotzdem sind hier wegen der Übersicht die Mittelwerte berechnet, also für Probe I 39,5, usw. (siehe Tabelle C). Für MgO, K₂O und Na₂O ist die Übereinstimmung der Athener Zahlen nach den verschiedenen Methoden sehr gut bis ziemlich gut, so daß hier ohne Bedenken Mittelwerte berechnet werden können. Die Tabelle C enthält diese Mittelwerte und die Groninger-Zahlen.

Tabelle C.

Probe	Ca	+	Mg	+	K	+	Na	=	S
I { Gron.	44,6	+	7,9	+	1,6	+	4,4	=	58,5
	Ath.	39,5	+	6,2	+	1,6	+	4,2	=
II { Gron.	26,5	+	2,8	+	1,2	+	0,3	=	30,8
	Ath.	23,9	+	2,3	+	1,2	+	1,9	=
III { Gron.	16,1	+	6,2	+	0,8	+	0,3	=	23,4
	Ath.	15,3	+	5,5	+	0,9	+	1,9	=
I { Gron.	76	+	13	+	3	+	8	=	100
	Ath.	76	+	12	+	3	+	8	=
II { Gron.	86	+	9	+	4	+	1	=	100
	Ath.	82	+	7	+	4	+	7	=
III { Gron.	69	+	26	+	4	+	1	=	100
	Ath.	65	+	23	+	4	+	8	=

Die Groninger Zahlen für CaO und MgO sind höher als die Athener Zahlen; die K₂O-Zahlen sind praktisch gleich; für Na₂O ist die Übereinstimmung bei Probe I sehr gut, während Athen bei Probe II und III mehr Na₂O findet.

Für das relative Verhältnis findet Athen bei II und III etwas weniger Ca und Mg und ziemlich viel mehr Na, während diese Zahlen bei I praktisch gleich sind. Die K₂O-Zahlen sind bei allen drei Proben gleich.

Ungesättigtheit des Bodens (Up) und Sättigungszustand (V). Harburg hat noch die Ungesättigtheit des Bodens bestimmt, welche mit Up angedeutet wird und dabei die Methode von di Gleria angewandt (Kopenhagener Verhandlungen 1933, S. 79: 10 g lufttrockener Feinboden + 100 ccm 0,1 n NH₃; nicht gebundenes NH₃ vertreiben und den Rückstand mit MgO nach Kjeldahl destillieren).

Der Sättigungszustand V wird dann gleich 100 mal $S:(S + Up)$. Der Wert Up ist bekanntlich viel niedriger als mein (T—S)-Wert, und so sind die V-Werte nach Harburg größer als meine V-Werte. Es folgen die Zahlen nach Harburg und Groningen in Milligrammäquivalenten auf 100 g Trockensubstanz (siehe Tabelle D).

Tabelle D.

Bodenprobe	Harburg				Groningen			
	S	Up	S + Up	V	S	T—S	T	V
I	49,15 <i>50,32*</i>	2,70	51,85 53,02	94,80 94,91	58,5	48,0	106,5	55
II	18,07 <i>23,38*</i>	1,17	19,24 24,55	93,94 95,23	30,8	36,0	66,8	46
III	20,09 <i>23,31*</i>	11,97	32,06 35,28	62,66 66,07	23,4	48,5	71,9	33

*) Kursiv gedruckte Werte nach Auswaschung mit durch Methylalkohol vergälltem 80prozentigen Weingeist bei der S-Wertbestimmung nach Kelley — NH_4 — adsorbiert.

Bezüglich der Zahlen von Proben II und III sei noch folgendes bemerkt. Die Proben II und III sind beide Böden derselben Dollard-Formation aus dem nordöstlichen Teil der Provinz Groningen, Holland (3). Probe II ist ein sehr junger Boden, reich an $CaCO_3$, mit alkalischer Reaktion (p_H ungefähr 7,5—7,8); Probe III ist eine ältere Formation ohne $CaCO_3$ und mit saurer Reaktion (p_H ungefähr 5,2—5,5). Der letztere Boden hat nicht nur sein $CaCO_3$, sondern auch schon einen Teil seiner austauschfähigen Basen verloren. Da die beiden Böden ungefähr denselben Gehalt an Ton-Humussubstanz besitzen, liegt es auf der Hand, daß Probe II einen höheren S-Wert als Probe III hat, wie auch Groningen und Athen gefunden haben. Weiter ist der Boden unverändert geblieben, das heißt, daß das Gesamtbasen-Bindungsvermögen der Proben II und III, also der T-Wert nach Hissink oder der Wert (S + Up) nach Harburg, nahezu gleich sein muß. Groningen findet tatsächlich auch einen T-Wert von 66,8 bei Probe II und von 71,9 bei Probe III. Auf 100 g Ton-Humussubstanz wird das 83,1 bzw. 76,8 (siehe diese Zeitschrift, I, Tabelle III, S. 12). Harburg findet jedoch für S + Up bei II 19,24 bzw. 24,55 und bei III 32,07 bzw. 35,28 (siehe Tabelle D). Wenn man statt der S-Werte 18,07 bzw. 23,38 bei Probe II den S-Wert von Groningen = 30,8 nimmt, so wird der Wert S + Up bei II 30,8 + 1,17

= 31,97, also nahezu gleich den Werten $S + Up$ bei III $20,09 + 11,97 = 32,06$ bzw. $23,31 + 11,97 = 35,28$, was besser mit der Wirklichkeit übereinstimmt. Dies bestärkt mich in meiner Überzeugung, daß die Harburger S-Werte bei Proben I und II beim Auswaschen mit Wasser vermutlich zu niedrig sind. Auch beim Auswaschen mit Weingeist bleiben die Unterschiede nicht unerheblich (siehe Tabelle D: $S = 50,32$ gegen $58,5$; $S = 23,38$ gegen $30,8$) (4).

Molekularverhältnisse ($SiO_2 : Al_2O_3 : Basen$). Schließlich sind von Harburg noch die Molekularverhältnisse bestimmt (Auszug mit HCl , $d = 1,15$, einstündiges Kochen), wobei gefunden wurde ($SiO_2 : Al_2O_3 : Basen$): Probe I $4,52 : 1 : 1,15$; II $5,57 : 1 : 0,76$; III $6,09 : 1 : 1,18$.

Die oben mitgeteilten Ergebnisse beweisen deutlich, wie notwendig noch immer die vergleichenden Untersuchungen einer und derselben Bodenprobe an verschiedenen Instituten sind. Hauptzweck dieser kleinen Mitteilung ist hauptsächlich, die Institute, welche schon im Besitz der Standard-Bodenproben sind, zu bitten, diese zu untersuchen und die Ergebnisse zu veröffentlichen und mir zugehen zu lassen und andere Institute zu veranlassen, eine Sammlung der Standard-Bodenproben bei mir anzufordern und sich an unserer Gemeinschaftsarbeit zu beteiligen.

Bussum (Holland),

September-Oktober 1942.

Nachschrift

Auf Wunsch von Prof. Hartmann (Harburg) sei hier folgende Nachschrift aufgenommen:

Die Werte vergleichsweise herangezogener Verwitterungsböden des südlichen Eulengebirges (Waldboden des Gneis und Kohlenkalks bei Silberberg in Schlesien, Revier-Försterei Raschgrund) liegen gleichfalls nicht weit auseinander, wie die folgende, von Hartmann übermittelte Vergleichsübersicht zeigt:

Forstamt, Jagen, Horizont	Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens				Basensumme S-Wert in mval für 100 g Boden, ausgewaschen mit Wasser		mit Weingeist
	0,2	0,2 bis 0,02	0,02 bis 0,002	0,002			
Forstamt Heuscheuer Karlsberg, R.-Förs. Herzogswalde (b. Silberberg) Distr. 244 ab C ₁ des Kohlenkalks 85 bis 95 cm	50,1	28,5	15,6	5,8	11,625		13,359
Heuscheuer Karlsberg, Rev.-Förs. Raschgrund, Distr. 273a A ₁ 0—4 cm von Gneis	25,5	37,7	23,4	13,4	11,344		12,584
Heuscheuer Karlsberg, Rev.-Förs. Raschgrund, Distr. 273a A ₃ 25—35 cm von Gneis	31,3	40,9	18,5	9,3	7,114		7,138
Heuscheuer Karlsberg, Rev.-Förs. Raschgrund, Distr. 273a C ₁ 80—90 cm von Gneis	45,7	41,4	8,0	4,9	6,581		6,845

Ein Verlust an NH₄ tritt in diesen mäßig sauren Waldböden nur bei den ersten beiden Proben, einem relativ gut gesättigten Unterboden des Kohlenkalks und einem humosen Oberboden des Gneis, wahrnehmbar, aber in mäßigem Umfange in Erscheinung. Hartmann weist auf ähnliche Unterschiede von Kelley und Brown (Base unsaturation in soils; Proceedings and papers of the First Internat. Congress of Soil Science, Washington 1928, S. 497, Tab. 3) hin, bei denen die Unterschiede in der NH₄-Absorption nach Wasser- bzw. Methylalkohol- auswaschung nicht über 10% steigen, bei stärkerer Sättigung also etwas höher (Beispiel 30,6 bzw. 43,4 bei Alkohol, 27,6 bzw. 39,2 bei Wasser), bei geringer NH₄-Sättigung aber niedrig liegen (7,4 bzw. 4,4 gegenüber 6,9 bzw. 3,2).

Schrifttum.

1. Die Festlegung des Ammoniakstickstoffs durch Permutit und Tonboden und die Zugänglichkeit des Permutit-Stickstoffs für die Pflanze, von Direktor Dr. D. J. Hissink, Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen, Band 81 (1913), S. 377—432. Der Gehalt an Ge-

sambasen (austauschfähig) des angewandten Tonbodens korrespondierte mit 0,395 % NH_4 ; nach Behandlung dieses Bodens mit einer Lösung von $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ und nachfolgendem Auswaschen mit destilliertem Wasser enthielt der Ammonium-Tonboden 0,230 % NH_4 , also nur rund 58 % der ursprünglich adsorptiv gebundenen Basenmenge; beim Auswaschen mit Wasser waren rund 42 % des adsorbierten NH_4 ausgelaugt. Zufälligerweise ist 18,07 % (S-Wert Probe II Harburg) auch 58 % von 30,7 (S-Wert Groningen).

2. Groninger Verhandlungen, 1927, Teil B, S. 204.

3. Für nähere Besonderheiten sei auf folgende leider nur in holländischer Sprache erschienene Arbeit hingewiesen: De bodemkundige gesteldheid van de achtereenvolgens ingedijkte Dollardpolders, door Dr. D. J. Hissink, Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen, Nr. 41 B, 47—172, Directie van den Landbouw, 's-Gravenhage 1935. Bei der Probenahme war Probe II ungefähr 70 Jahr, Probe III ungefähr 350—400 Jahr alt.

4. Die Bestimmung der S-Werte nach Kelley (NH_4 -adsorbiert), in der Weise, wie sie von Hartmann und Meyer angewandt worden ist, ist relativ einfach und für Serienanalysen bei karbonatarmen und -freien und nicht zu stark humosen Böden gut verwendbar. Die Unterschiede in den S-Werten bei Auswaschung mit Wasser bzw. mit Methylalkohol oder mit vergälltem Weingeist (80 %) sind hierbei fast durchweg gering (vgl. die oben mitgeteilten Werte), so daß der geringe Verlust an NH_4 bei der Auswaschung mit Wasser ohne wesentliche Einbuße hinsichtlich der zu fordernden Genauigkeit in Kauf genommen werden kann, besonders wenn Alkohol nicht unbegrenzt zur Verfügung steht. Der Hinweis von 'Sigmunds-Budapest (Verh. 2. Kommission der Internat. Bodenkundl. Ges. Groningen 1927, S. 143) verdient — worauf Hartmann in Hinblick auf die praktische Auswertung aufmerksam macht — in dieser Besprechung besondere Beachtung, wenn er sagt, „daß wir für die Beurteilung der Böden eine einfache und leicht ausführbare Methode (sc. für Zwecke von Serienanalysen) benötigen und diese Aufgabe nicht mit dem Ziele verwickelter Bodenstudien verwechseln dürfen“. Auf Wunsch von Prof. Hartmann hinzugefügt). [6]