Untersuchungen des Bodens der Umgegend von Berlin

Laufer, Ernst
Wahnschaffe, Felix

Berlin, 1881

Abschnitt I.

urn:nbn:de:kobv:517-vlib-11369

Abschnitt I.

1. Die Vertheilung der gesammten Untersuchungen auf die mechanische und chemische Zerlegung.

(E. L.)

Bisher war die Bodenuntersuchung scharf getrennt in eine mechanische und chemische, das heisst, man zerlegte den Boden mechanisch in seine Korngrössen, führte aber nur vom Gesammtboden chemische Analysen aus, wobei man allerdings meist von einer Probe ausging, welche durch ein gröberes Sieb gegeben und als „Feinerde", häufig auch als „Feinboden", bezeichnet war. Die Definition von Feinerde und Feinboden weicht bei den verschiedenen Agriculturchemikern mehrfach ab. So bezeichnet Knop[1]) den durch das $^1/_4$-Millimeter-Sieb gegebenen ursprünglichen Boden als „Feinerde", als „Feinboden" dagegen den Glührückstand der Feinerde.

In unserer Abhandlung ist unter Feinboden der durch das 2-Millimeter-Sieb gegebene ursprüngliche Boden zu verstehen, wie S. 14 näher begründet ist. Beide Theile der Untersuchung, der chemische und mechanische, wurden nicht mit einander in Beziehung gebracht, wie dies z. B. deutlich hervorgeht aus dem von E. Wolff[2]) angegebenen ganz vortrefflichen Gange der

[1]) Knop, die Bonitirung der Ackererde. 2. Aufl., Leipzig 1872.

[2]) E. Wolff, Anleitung zur chem. Untersuchung landwirthschaftlich wichtiger Stoffe. Berlin, 1875.

Bodenanalyse, welcher als maassgebend von den Agriculturchemikern angenommen wurde. Durch die mechanische Analyse soll die Körnung des Bodens ermittelt und daraus seine physikalischen Eigenschaften abgeleitet werden, durch die chemische Analyse wollte man vermittelst einer successiven Behandlung mit immer stärker auflösend wirkenden Säuren die nach und nach disponiblen mineralischen Nährstoffe des Bodens bestimmen.

Dass die mechanische Analyse unbedingt zur Untersuchung des Bodens gehört, darüber ist man schon längst im Klaren.

Das verschiedene physikalische Verhalten der Bodenarten ist nicht allein durch die chemische Zusammensetzung der Hauptbodenconstituenten bedingt, sondern auch von der verschiednenen Korngrösse der Bestandtheile wesentlich abhängig. Die mechanische Analyse des Bodens, d. h. die Zerlegung desselben in verschiedene Korngrössen, kann daher einen wichtigen Maassstab für die Beurtheilung seines Werthes abgeben, wie dies Herr Professor Dr. Orth in der Durchforschung des schlesischen Schwemmlandes und der geognostisch-agronomischen Kartirung des Rittergutes Friedrichsfelde bereits früher gezeigt hat.

Auch in technischen Kreisen ist selbst bei sehr gleichmässigen Materialien (Thonen, Cement u. dergl.) die Wichtigkeit der mechanischen Analyse bekannt.

Seger. Notizbl. des d. Vereins für Fabr. von Ziegeln etc. VIII, S. 313. Für die Kenntniss der Eigenschaften der Thone liefert die chemische Analyse unzureichende Aufschlüsse, wenn dieselbe nicht durch eine mechanische Sonderung des Ungleichartigen, durch die mechanische Analyse, unterstützt wird.

Die chemische Gesammt-Untersuchung, mit der Feinerde nach E. Wolff (Boden unter 3 mm D.) ausgeführt, hat so gut wie gar keinen praktischen Werth. Dagegen legt dieser Autor grosse Bedeutung den nach und nach zu erhaltenden Auszügen mit immer stärkeren Säuren bei. Es werden diese Auszüge mit dem Gesammtboden, resp. mit der Feinerde, ausgeführt. Derselbe sagte aber auch in der älteren Auflage des S. 5 genannten Buches im vollen Einverständniss mit unseren Anschauungen: „Das eigentlich Bedingende für die Thätigkeit der Nährstoffe ist die mechanische

Beschaffenheit des Bodens, seine Durchdringbarkeit für die Pflanzenwurzeln, für Wasser und die Bestandtheile der atmosphärischen Luft.“ (S. 52, ibid. II. Auflage.)

Hinsichtlich der chemischen Bodenuntersuchung im Allgemeinen hat Herr Professor A. ORTH[1]) zuerst darauf hingewiesen, dass am besten die Feinsten Theile untersucht würden.

So wurden denn auch in unserem Laboratorium bereits im Jahre 1874 chemische Analysen der Feinsten Theile ausgeführt.

Auch Dr. FESCA[2]), welcher im Jahre 1876 persönlich den Gang der Arbeiten im hiesigen Laboratorium kennen lernte, hat in seiner später 1879 publicirten Arbeit die Vertheilung der Analyse auf eine mechanische und chemische Zerlegung, welche zu einander in Beziehung gesetzt werden, bei seinen Bodenuntersuchungen angewandt.

Behufs Abscheidung des Thones, eines der wichtigsten Bodenconstituenten, hat ARON darauf hingewirkt, die mechanische mit der chemischen Analyse in Verbindung zu setzen, d. h. die auf chemischem Wege aus dem mechanisch abgesonderten Theilprodukte des Bodens gewonnenen Resultate auf den Gesammtboden zu beziehen.

Gegen ARON's „Combination der mechanischen Analyse mit der chemischen“ spricht sich C. BISCHOF[3]) entschieden aus.

Er sagt: es entstehen Ungenauigkeiten, verbunden mit Willkürlichkeit, wenn nicht die analytischen Bestimmungen weiter ausgedehnt werden. Die Gewinnung der Thonsubstanz ist nicht genau, man erhält überhaupt keinen reinen Thon bei geringer Geschwindigkeit, bei grösserer aber erhält man Schluff und Sand mit; häufig sind auch Thonknötchen vorhanden.

BISCHOF hat bei dieser Kritik Recht, insofern er nur die Untersuchung der Thone im Auge hat.

So fand SEGER (Notizbl. 1873, S. 109) in dem Staubsande (0,025 — 0,04 ^{mm} D. oder 1,5 ^{mm} Geschw.) des Thones von Senftenberg

---

[1]) Geogn. Durchforschung d. Schlesischen Schwemmlandes. Berlin 1872, S. 9.

[2]) FESCA, die agronomische Bodenuntersuchung und Kartirung auf naturw. Grundl. Berlin 1879.

[3]) C. BISCHOF, Feuerfeste Thone. Leipzig 1876, S. 87.

noch 9,30 pCt. Thonerde, ja in demselben Schlämmprodukte aus dem Thone von Andennes sogar 25,32 pCt. Thonerde.

Bei den Bodenarten des norddeutschen Flachlandes pflegt sich dagegen bei der mechanischen Sonderung eine Grenze einzustellen, wo kein Thon mehr vorhanden ist. Der blosse Augenschein zeigt, dass die bei der mechanischen Analyse abgetrennten Körner von 0,1 — 0,05 mm D. (7,0 mm Geschw.) reine Sande sind und nur ausnahmsweise concretionäre Bildungen dieselben verunreinigen.

Dagegen muss man Bischof zugeben, dass bei mechanischer Sonderung auch mehrere chemische Analysen nöthig sind.

Zur Charakterisirung eines Bodens würde man am weitesten kommen, wenn man sämmtliche mechanisch abgeschiedene Produkte für sich untersuchte.

Bei vollständigen Untersuchungen würde man die Körnungs- und Schlämmprodukte auch mit verschieden stark wirkenden Säuren behandeln müssen.

Von diesem Gesichtspunkte aus und in dieser Vollständigkeit muss eine Bodenanalyse ausgeführt sein, welche sowohl über die Zugänglichkeit der mineralischen Nährstoffe für die Pflanzen, als auch namentlich über die Zusammensetzung des Bodens vollen Aufschluss geben soll.

Da die Bodenarten des norddeutschen Flachlandes eine gewisse Gleichmässigkeit besitzen, so ist die Frage zu erörtern, wie weit man bei derartigen Untersuchungen im engeren Rahmen zu gehen hat. Jedenfalls werden dann, wenn an einzelnen charakteristischen Bodenarten von verschiedenen Punkten des Flachlandes eingehende Untersuchungen ausgeführt worden sind, die Resultate derselben übertragen werden können auf nicht so eingehend untersuchte.

Aus unserem Laboratorium liegt eine Reihe derartiger vollständiger Bodenuntersuchungen zur Zeit noch nicht vor, wenn auch einige Bodenarten bereits eingehender untersucht sind. Siehe z. B. das Profil von Rixdorf (s. die Analysen). Es ist dies darin begründet, dass zunächst die Untersuchungen zu den betreffenden Erläuterungen für die geognostischen Karten einen baldigen Abschluss finden mussten und die Analytiker ausserdem während des Sommersemesters

sowie auch einen Theil des Winters mit der geologischen Kartenaufnahme und Ausarbeitung derselben beschäftigt waren. Es werden jedoch demnächst derartige Arbeiten zur Ausführung gelangen.

Bis jetzt wurden von den mechanisch abgeschiedenen Produkten für gewöhnlich nur die feinsten Theile untersucht und dieselben mit Rücksicht auf die Abscheidung des Thones, anfangs mit concentrirter Schwefelsäure oder zweifach schwefelsaurem Kali, später zur Vereinfachung der Arbeit und zur Bestimmung aller in den Feinsten Theilen enthaltenen Nährstoffe mit Fluorwasserstoffsäure aufgeschlossen.

Bei einigen Untersuchungen wurde auch der Staub (Körner von 0,05 — 0,01 ^{mm} D.) der chemischen Analyse in gleicher Weise unterworfen.

Die gröberen Theile (bis zu 1 ^{mm} D.) wurden mehrfach petrographisch untersucht.

In Bezug auf die Vertheilung des Kalkgehaltes im Boden liegen eine grosse Reihe von Versuchen vor, die an den sämmtlichen einzelnen Schlämm- und Körnungsprodukten der mechanischen Analyse vorgenommen wurden. (Siehe die Analysen.)

Nur in wenigen Fällen wurden Auszüge mit Salzsäure zur Ermittelung der Nährstoffe ausgeführt, um deren Verhältniss zu den Hauptbodenconstituenten zu erfahren, vielmehr kam es darauf an, die Hauptbodenconstituenten selbst zu bestimmen, welche nach dem Thaer'schen Ackerclassificationsprincip als: Thon, Sand, Kalk und Humus unterschieden werden.

In Wirklichkeit werden auch die Unterschiede der Bodenarten des norddeutschen Tieflandes — und nur um diese, wie nicht genug betont werden kann, handelt es sich hier — durch das quantitative Vorkommen dieser Haupt-Gemengtheile in erster Linie bedingt.

Der Thongehalt der Bodenarten ist bisher derart bestimmt worden, dass die Thonerde der Feinsten Theile, anfangs die durch Aufschliessen mit Schwefelsäure erhaltene, später die mit Fluorwasserstoffsäure ermittelte Gesammtmenge derselben, auf wasserhaltigen Thon berechnet wurde. Diese Zahl wurde auf den Gesammtboden bezogen. Der Thongehalt, welcher noch im Staube vorhanden

ist, wurde bis jetzt nicht mit in Rechnung gebracht. Von nun ab soll aber derselbe mit berücksichtigt werden. (Näheres siehe S. 38 „die Bestimmung des Thongehaltes“.)

Bei den Sanden wurden die mechanisch abgetrennten gröberen Theile zwar nicht chemisch, aber doch häufig petrographisch auf ihren Bestand untersucht; zum Theil wurden auch die Feinsten Theile aus grösseren Mengen Sandes abgeschieden und für sich der Analyse unterworfen. Bei den gewöhnlichen Diluvialsanden ist eine Gesammtanalyse sehr gerechtfertigt, da Staub und Feinste Theile zurücktreten. (Näheres siehe „Die Petrographische Untersuchung“ und „Erfahrungsmässige Resultate etc. “)

Bei humosen Bodenarten wurde selten der Humusgehalt der einzelnen Schlämm- resp. Körnungsprodukte ermittelt, da bei gut gemengtem Humus derselbe sich bei den Feinsten Theilen der mechanischen Analyse vorfindet. Die Humusbestimmung wurde daher mit dem Gesammtboden ausgeführt. (Siehe „Bestimmung des Humusgehaltes“.)

Bei kalkigen Bildungen wurden Gesammtboden und Theilprodukte auf kohlensauren Kalk geprüft. (Siehe „Bestimmung des Gehaltes an Calcium- bezw. Magnesiumcarbonat“.)

Bei dieser Vertheilung der Untersuchung auf einen mechanischen und chemischen Theil ergab sich, wie später im analytischen Theile ausgeführt werden soll, dass bei geognostisch gleichartigen Bodenarten die mechanische Analyse allein schon Schlüsse über die chemische Zusammensetzung des Bodens ermöglichte.

2. Die verschiedenen Methoden der mechanischen Trennung.

A. Die Körnung mit dem Siebe.

(F. W.)

Während zur Abtrennung der feineren, nur mikroscopisch messbaren Bestandtheile des Bodens die Schlämmanalyse diente, wurde zur Sonderung des gröberen Materials die Körnung mit dem Rundlochsiebe vorgenommen. Das Rundlochsieb verdient den auch sonst in anderen landwirthschaftlichen Laboratorien angewandten Drahtnetzsieben mit quadratischen Maschenöffnungen entschieden vorgezogen zu werden, sobald es sich um genauere Messungen handelt[1]). Bei den Sieben mit kreisrunden Löchern finden die Körner bei dem Auffallen stets eine Durchgangsöffnung von gleichem Durchmesser, während bei den quadratischen Maschen die Durchgänge in den Diagonalrichtungen mit in Betracht zu ziehen sind.

Für die Zerlegung des Bodens in verschiedene Korngrössen wurde das Metermaass zu Grunde gelegt und für die Durchmesser der abzuscheidenden Bestandtheile bestimmte Grenzwerthe festgesetzt, welche sowohl eine Vergleichung der verschiedenen Produkte unter sich, als auch mit verwandten Bodenarten ermöglichte.

Für die durch Schlämmanalyse und Körnung abzuscheidenden Produkte wurden folgende Grenzwerthe für die Durch-

---

[1]) Auch E. Wolff empfiehlt das Rundlochsieb in seiner neuen Auflage Chem. Unt. landw. Stoffe. Berlin 1875, S. 10.

messer durch Herrn Professor ORTH empfohlen und bisher bei allen mechanischen Analysen innegehalten:

1. Körner grösser als 2 mm Durchmesser,
2. - von 2 — 1 mm Durchmesser,
3. - - 1 — 0,5 mm -
4. - - 0,5 — 0,2 mm -
5. - - 0,2 — 0,1 mm -
6. - - 0,1 — 0,05 mm -
7. - - 0,05 — 0,01 mm -
8. - kleiner als 0,01 mm Durchmesser.

Hierbei wurden die Korngrössen von kleiner als 0,01 bis zu 0,1 mm D. durch Abschlämmen, diejenigen von 0,2 bis über 2 mm D. durch Absieben ermittelt. Das dabei angewandte Sieb, aus starkem Messingblech gefertigt, ist ein zusammensetzbares System von vier Sieben und bildet einen Cylinder von 16 cm Höhe und 18 cm Umfang. Das Siebsystem wird aus sechs gut an einander passenden Theilen zusammengesetzt, welche aus einem unteren Gefässe zur Aufnahme der abgesiebten Körner, aus vier Sieben und einem gut schliessenden Deckel bestehen. Die Siebe haben starke Böden und sind mit kreisrunden Löchern von 2, 1, 0,5, 0,2 mm Durchmesser versehen.

Bei der Ausführung der mechanischen Analyse wurden bei den Bodenarten mit gröberen Gemengtheilen, um gute Durchschnittsproben zu bekommen, 500 bis 1000 Gramm Boden vor dem Abschlämmen durch das 2 mm-Sieb, in manchen Fällen auch noch durch das 1 mm-Sieb gegeben. Der abgesiebte Boden wurde gut durch einander gemengt und gewöhnlich 30—100 Gramm zur Schlämmanalyse verwandt. Der nach beendeter Schlämmanalyse bleibende Rückstand bei 7 mm Geschw., entsprechend einer Korngrösse über 0,1 mm D., wurde nach dem Trocknen und Wägen durch das 1 mm-Sieb gegeben und von dem Durchgesiebten etwa 5—8 Gramm Durchschnittsprobe zur Siebung durch die Siebe von 0,5 mm und 0,2 mm Lochweite verwandt. Bei der letzten Siebung, die wegen der Feinheit der Löcher sehr schwer auszuführen war, wurde unter wiederholter Reinigung des Siebbodens mit einem harten Pinsel die Manipulation so lange fortgesetzt, bis keine wägbare Menge von Körnern mehr durch das Sieb ging. Da diese letzte

Bestimmung sehr zeitraubend ist und ausserdem keine genauen Resultate giebt, und weil es sich schwer bestimmen lässt, wann mit dem Sieben aufzuhören ist, ausserdem aber auch die genaue Bohrung der Löcher dem Mechanikus grosse Schwierigkeiten bereitet, so werden wir in Zukunft die betreffende Korngrösse von 0,1—0,2^{mm} D. ebenfalls noch durch die Schlämmmethode bei grösserer Geschwindigkeit, unter Anwendung eines Piëzometers mit weiter Ausflussöffnung, abtrennen. Herr Dr. LAUFER hat bereits in dieser Hinsicht Versuche ausgeführt, die zu einem günstigen Resultate geführt haben. Die zur Abschlämmung nöthige Geschw. ist nahezu 25^{mm} in der Sekunde.

Vor dem Gebrauch eines neuen Siebsystems ist es nöthig, dasselbe einer genauen Prüfung zu unterziehen. Dies war auch mit dem von uns gebrauchten Siebe geschehen. Wir liessen dasselbe jedoch, nachdem es 5 Jahre hindurch in fortwährendem Gebrauch gewesen war, durch den Mechanikus J. WANSCHAFF[1]) genau nachmessen. Dabei stellten sich bei den Sieben von 0,5 und 0,2^{mm} Lochweite so grosse Differenzen heraus, dass wir ein neues Sieb anfertigen lassen mussten. Dasselbe von J. WANSCHAFF gearbeitet, von der Firma GREINER (FUESS) demnächst einer Controlmessung unterworfen, ist mit solcher Genauigkeit ausgeführt, dass es als Normal-Sieb betrachtet werden kann. Um seiner Veränderung durch den Gebrauch vorzubeugen wurden die Siebböden aus Aluminiumbronze gefertigt.

Zur Ausführung einer weiteren Trennung der gröberen Bestandtheile über 2^{mm} D. wurde entweder der grösste Durchmesser mit einem genauen Maassstabe ermittelt, wie dies z. B. bei einer Oberkrume aus dem Rüdersdorfer Forst geschah, oder es wurde die Körnung durch Absieben in verschiedenen Pappkästen bewirkt, in deren Böden mit einem Korkbohrer kreisrunde Löcher von der gewünschten Weite eingeschlagen waren. In beiden Fällen wurden folgende Korngrössen bestimmt:

Körner von 3—10^{mm} Durchmesser,
- - 10—20^{mm} -
- über 20^{mm} -

[1]) Berlin, Alte Jacobstrasse 108.

B. Die Schlämmmethoden.

(E. L.)

Um einen Boden in seine verschiedenen Korngrössen zu zerlegen und Körner abzuscheiden, welche kleiner sind, als dass ihre Trennung nur annähernd durch messbare Siebe möglich wäre, ist man genöthigt sich des Abschlämmens desselben zu bedienen. Dabei sucht man durch beobachtete Fall-Geschwindigkeiten der Körperchen im Wasser die verschiedenen Korngrössen abzusondern und ihre Menge zu ermitteln.

Das zu dieser Arbeit sich eignende Material bereiteten wir in folgender Weise vor.

Es wurde auf einem grossen Bogen Papier das Bodenmaterial ausgebreitet und von verschiedenen Punkten kleine Proben hinweggenommen. Die abgewogene Menge, von welcher, je nach dem weiteren Zwecke der mechanischen Sonderung, 30 — 100 Gramm entnommen sind, wurde je nach Beschaffenheit $^1/_2$ bis 1 Stunde, öfter auch länger, unter beständigem Umrühren gekocht und dann durch ein Sieb von 2^{mm} Lochweite[1]) gegeben. Der so vorbereitete Boden (Feinboden) gelangte in den Schlämmapparat.

Von den zahlreichen Schlämmapparaten wurde im Laboratorium für Bodenkunde der geologischen Landesanstalt durch Herrn Professor A. Orth die Prüfung des Schlämmresultates veranlasst mit dem einfachen Cylinder, dem Nöbel'schen Apparate, demselben mit aufgesetztem Druckmesser (Piëzometer) und dem Schöne'schen Schlämmcylinder.

Als Feinboden hat Fesca[2]) neuerdings betrachtet Boden unter 4^{mm} D. (S. 20), dagegen bestimmt er den Humus- und Kalkgehalt im Boden unter $0{,}5^{mm}$ D. der Körner. (S. 35—37.) E. Wolff bezeichnet als Feinerde den Boden unter 3^{mm} D. Sehr oft sind

---

[1]) Bei den Arbeiten aus dem hiesigen Laboratorium ist die Berechnung fast stets auf den Gesammtboden bezogen. Es ist, wenn man sehr grobkörnige Bodenarten untersucht, von Vortheil auch eine bestimmte Grenze der Korngrösse nach oben inne zu halten. Leider ist bei der Auswahl derselben noch keine Uebereinstimmung zu finden.

[2]) M. Fesca. Die agronom. Bodenuntersuchung und Kartirung. Berlin 1879.

auch Bodenanalysen mit Boden unter 1^{mm} D. ausgeführt. Wenn nun jeder Bodenanalytiker einen besonderen Feinboden resp. Feinerde auswählt, so hört natürlich jegliche Vergleichbarkeit auf.

Bei der Untersuchung von diluvialen Böden stellt sich aber heraus, dass man am besten Boden unter 2^{mm} als Feinboden bezeichnet, da ein Durchschnittsboden unter 1^{mm} D. mit bedeutend grösseren Schwierigkeiten herzustellen ist. Die Grenze von 2^{mm} D. wird wohl auch bei allen Gebirgsböden leicht durch das Sieb zu erreichen sein, wenngleich dort gröberes Material verhältnissmässig häufiger aufzutreten pflegt.

a. Decantirmethode im Cylinder.

Das Schlämmen im Cylinder wurde derartig ausgeführt, dass in einen Glascylinder mit Fuss der gekochte und durch das 2^{mm}-Sieb gegebene Boden gebracht und von einem dem sandigen Absatze genügend entfernten Niveau eine bestimmte Wassersäule als Fallhöhe abgemessen wurde, welche in Verbindung mit der Zeitdauer (in Secunden) benutzt wurde, um die Fallgeschwindigkeiten zu erfahren. Das obere Niveau war dicht unterhalb des Verschlusses, welcher mittelst eines Korkes geschah, eingestellt und gestattete nur den Einschluss einer kleinen Luftblase. Nun wurde der Cylinder bei aufgesetztem Stöpsel umgedreht, die Zeit genau notirt und der Boden durch den Fallraum eine bestimmte Anzahl von Secunden fallen gelassen. Die dann noch schwebenden Theile wurden mit einem am kurzen Ende etwas aufwärts gebogenen Glasheber abgehebert und dieses Verfahren bis zur Klärung des Wassers im Cylinder wiederholt, darauf die Produkte zur Trockne gebracht und gewogen.

Fehlerhaft ist bei dieser Methode, dass die Luftblase störend auf die Sonderung einwirken kann und dass eine vollständige Auswaschung wie bei allen Sedimentirapparaten nicht leicht erreichbar, da die schwereren Körner feineres Material mit herabreissen.

Die Luftblase ist übrigens auf ein Minimum zu beschränken, wenn man nicht einen Pfropfen zum Verschliessen wählt, sondern den Cylinder mit einer aufgeschliffenen Glasplatte versieht.

Für praktische Zwecke ist dies Verfahren jedoch zu empfehlen, wenn man nicht im Besitze von den erwähnten feineren Apparaten ist.

Einen Vergleich von Schlämmanalysen mit dem SCHÖNE'schen Apparate gestatteten folgende Versuche.

Diluvialmergel. Bahnhof Rüdersdorf.

Bei 2,0^{mm} Geschw. wurde abgeschlämmt

im gewöhnlichen Cylinder	im SCHÖNE'schen Cylinder
29,7[1]) (L.)	30,7 (D.)

Wenn man annimmt, dass hier zwei Proben verwandt sind, welche nicht direct zu einem vergleichenden Versuche ausgewählt wurden, so ist dies Resultat ein sehr günstiges.

Einen weiteren Vergleich geben folgende Versuche.

Lehmiger Sand (unterhalb der Ackerkrume). Bahnhof Rüdersdorf.

Schlämmprodukte	I. Versuch im Cylinder. pCt.		II. Versuch im Cylinder. pCt.	III. Versuch im SCHÖNE'schen Cylinder. pCt.	
bei 0,2^{mm} Geschw.	11,4	22,2	20,7	10,9	20,6
„ 0,5^{mm} „	3,4			2,0	
„ 2,0^{mm} „	7,4			7,7	
„ 7,0^{mm} „	15,1			17,6	

Die Abweichungen von Versuch I und III liegen wieder zum Theil daran, dass nicht bei beiden Versuchen von ein und derselben Durchschnittsprobe ausgegangen ist.

b. NÖBEL'scher Schlämmapparat.

Der NÖBEL'sche Schlämmapparat ist auf Grund eines Beschlusses der Agriculturchemiker in Göttingen im Jahre 1864 zu zahlreichen Analysen verwandt worden. Er besteht aus vier Trichter-Gefässen verschiedener Grösse, welche durch Glasröhren in Verbindung stehen. Ihre Volumina sollen nahezu sich verhalten wie 1 : 8 : 27 : 64. Man acceptirte diesen Apparat mit der aus-

[1]) Bei den mechanischen Analysen des hiesigen Laboratoriums sind stets nur die Zehntel Procente aufgeführt, da wir eine Angabe mit drei Decimalstellen, wie dies jüngst FESCA gethan, für zu weitgehend erachten.

drücklichen Uebereinkunft, genau 9 Liter Wasser bei jedesmaligem Schlämmprocess in 40 Minuten durch den Apparat zu lassen und dann die in den Trichtern zurückgebliebenen Produkte, wie den Auslauf zu wägen. Den zu schlämmenden und durch das 1^{mm}-Sieb gegebenen Boden bringt man in den Trichter No. 2. (Genaueres siehe E. Wolff, Anleitung zur Untersuchung landwirthschaftlich wichtiger Stoffe, S. 7, woselbst als Verbesserung dieses Apparates cylinderförmige Gefässe vorgeschlagen werden.)

Die mit dem Nöbel'schen Apparate hier ausgeführten Analysen sind meist publicirt in den Abhandlungen zur geologischen Special-Karte von Preussen, A. Orth: Rüdersdorf und Umgegend. Später wurden Versuche mit diesem Apparate nicht mehr angestellt.

Die sichtbaren Fehler bei der Methode sind hauptsächlich die, dass der Boden nicht bei jedem Versuche mit 9 Liter Wasser in der vorgeschriebenen Zeit ausgewaschen wird, wodurch zunächst das Resultat des Auslaufes beeinflusst ist.

Versuche:

1. Staubiger Decksand, Hortwinkel, Rüdersdorf. Nach 40 Minuten wurden noch erhalten . . . . . 1,5 pCt. Feinste Theile.
2. Oberer Mergel, Tasdorf. Nach 40 Minuten wurden noch erhalten . . . . 1,8 pCt. Feinste Theile.

Ferner schlämmen die einzelnen Trichter nicht ordentlich aus, indem seitliche Strömungen in denselben entstehen und dadurch einige Theile sich der weiteren Bewegung entziehen. Ausserdem werden die von verschiedenen Laboratorien angewandten Nöbel'schen Apparate alle in dem Inhalte der einzelnen Trichter abweichen. Darin besteht der Hauptübelstand, denn nur Trichter von genau gleichem Querschnitt können bei gleicher Schlämmgeschwindigkeit gleiche Resultate geben.

Mit dem Auslauf beabsichtigte man beim Nöbel'schen Apparate die sogenannten thonigen Bestandtheile des Bodens zu erhalten. Dasselbe sucht man zu erreichen, indem man jetzt mit dem später zu beschreibenden Schöne'schen Cylinder bei $0{,}2^{mm}$ Geschw. abschlämmt. Es fragt sich nun, wie sich bei der praktischen Ausführung das mit dem Nöbel'schen Apparate gewonnene Schlämm-

resultat zu dem mit dem SCHÖNE'schen Cylinder erhaltenen stellt, da zahlreiche Analysen nach NÖBEL vorliegen. Hierzu folgendes Beispiel:

Profil des Unteren Geschiebemergels. Bahnhof Rüdersdorf.

Feinste Theile	gewonnen nach NÖBEL	nach SCHÖNE
des lehmigen Sandes	10,25 pCt.	10,87 pCt.
- Geschiebelehmes	26,16 -	28,70 -
- Geschiebemergels	15,67 -	19,68 -

Man sieht aus diesen Zahlen, dass die Versuche mit dem NÖBEL'schen Apparate bei den drei Böden eine geringere Menge von abschlämmbaren Theilen gaben, als im SCHÖNE'schen Cylinder. Die Differenzen steigen mit höherem Gehalt an Feinsten Theilen.

Ferner wurden Versuche angestellt mit dem NÖBEL'schen Apparate mit aufgesetzter Piëzometerröhre, wie dieselbe zum SCHÖNE'schen Apparate in Anwendung kommt (siehe folgende Seite). Der grösste Durchmesser des Trichters IV wurde ausgemessen und die Schlämmgeschwindigkeit von 0,2 mm auf den berechneten Querschnitt bezogen. Derartige Analysen sind mehrfach ausgeführt und einige derselben in der Arbeit „Rüdersdorf und Umgegend" publicirt. Man kommt hiermit den Versuchen mit dem SCHÖNE'schen Apparate näher, jedoch können die gewonnenen Resultate keine praktische Bedeutung erlangen, da man mechanische Analysen jetzt stets mit dem SCHÖNE'schen Cylinder ausführen wird.

c. SCHÖNE'scher Schlämmapparat.

(F. W.)

Nachdem anfangs bei einigen Bodenuntersuchungen aus der Rüdersdorfer Umgegend die bereits beschriebene Schlämmmethode mit dem NÖBEL'schen Apparat, sowie das Decantirverfahren im Cylinder angewandt waren, wurde später für alle mechanischen Bodenanalysen durch Herrn Professor ORTH der SCHÖNE'sche Schlämmtrichter eingeführt. Da dieser Apparat sowohl von SCHÖNE[1])

[1]) E. SCHÖNE. Ueber Schlämmanalyse und einen neuen Schlämmapparat. Berlin. W. MÜLLER 1867.

selbst, wie auch von anderen[1]) wiederholt abgebildet und ausführlich beschrieben worden ist, so will ich mich hier nur auf das Wesentlichste beschränken.

Der SCHÖNE'sche Apparat ist ebenso wie der NÖBEL'sche ein Spülapparat, bei welchem der Stoss eines senkrecht aufsteigenden constanten Wasserstromes benutzt wird. Um eine völlig gleichmässige und genau messbare Stromgeschwindigkeit zu erzielen, besteht der SCHÖNE'sche Schlämmtrichter aus einem Glasgefässe, gebildet durch einen oberen 10^{cm} langen cylindrischen Theil, von etwa 4,5^{cm} lichtem Durchmesser, an welchen sich nach unten zu ein ganz allmählich sich verjüngender conischer Theil von 50^{cm} Länge anschliesst. Letzterer geht an seinem unteren Ende in ein Rohr von etwa 4^{mm} lichtem Durchmesser über, welches halbkreisförmig umbogen ist und nach oben zu sich weiter fortsetzt. Oberhalb des cylindrischen Theiles ist das Glasrohr eingezogen und geht in einen cylindrischen Hals über, in welchem das zum Messen der Stromgeschwindigkeit dienende graduirte Piëzometer mittels eines Korkes eingesetzt werden kann. Das Piëzometerrohr ist 8^{cm} über seinem unteren Ende knieförmig im Winkel von 45^{0} abwärts und dann in gleicher Höhe mit dem unteren Ende wieder im Winkel von 45^{0} aufwärts gebogen. In dem Scheitelpunkte des letzteren Kniees befindet sich die etwa 1,5^{mm} weite, kreisrunde Ausflussöffnung. Das Wasser, dessen Zufluss durch einen Hahn beliebig regulirt werden kann, wird aus hochgestellten, flachen, aber sehr geräumigen Zinkkästen dem Schlämmapparate zugeleitet, so dass der durch das Wasser bewirkte Druck, da sich während des Schlämmprocesses das Wasserniveau nur wenig verändert, ziemlich constant bleibt.

---

[1]) ROSE's Handbuch der analytischen Mineralchemie, vollendet von R. FINKENER.

FRESENIUS' Zeitschr. f. analyt. Chemie, Bd. VII, 29—47, 1868.

E. WOLFF, Anleitung zur chem. Untersuchung landwirthsch. wichtig. Stoffe. Berlin 1875, S. 5 ff.

W. SCHÜTZE, Notizbl. für Fabrikat. v. Ziegeln etc., 1872.

C. BISCHOF, Die feuerfesten Thone, Leipzig 1876. Abdruck des Artikels von W. SCHÜTZE.

M. FESCA, Die agronomische Bodenuntersuchung etc. Berlin 1879.

Die Stromgeschwindigkeit, bei welcher die verschiedenen Produkte während der mechanischen Analyse abgeschlämmt werden, ist abhängig von dem weitesten Theile des Schlämmtrichters, von seinem cylindrischen Raume. Die Geschwindigkeit, mit welcher der Wasserstrom in diesem, von SCHÖNE als Schlämmraum bezeichneten Theile, sich fortbewegt, ist durch den Querschnitt des Cylinders bedingt und entspricht bei bestimmtem Wasserstand im Piëzometerrohr einem bestimmten Ausflussquantum. Bei der Ermittelung der Stromgeschwindigkeit ist es daher nöthig, zuerst den Querschnitt des cylindrischen Raumes genau zu messen. Zu diesem Zwecke theilt man durch aufgeklebte Papierstreifen die Aussenfläche des Glascylinders ein, misst sodann den Abstand zweier Papierstreifen von einander und darauf die im Inneren zwischen denselben eingeschlossene Wassermenge. Letztere Zahl durch die zuerst erhaltene dividirt, giebt den Querschnitt des Cylinders. Um nun eine bestimmte Geschwindigkeit in der Secunde festzustellen, regulirt man den Wasserzufluss durch den Hahn in der Weise, dass der Wasserstand im Piëzometer zuerst ein sehr hoher und dann ein sehr niedriger ist. Bei beiden Versuchen fängt man das Ausflussquantum in einer Maassflasche auf und notirt nach einer Secundenuhr die Anzahl der Secunden, welche bis zum Volllaufen des Messgefässes erforderlich gewesen sind. Bei grösseren Geschwindigkeiten wird man mit einer Maassflasche von 1 Liter, bei geringeren Geschwindigkeiten mit einer solchen von 100^{kcm} Inhalt auskommen. Das hieraus berechnete Ausflussquantum in einer Secunde in Kubikmillimetern dividirt durch den Querschnitt in Quadratmillimetern ergiebt die Geschwindigkeit im cylindrischen Schlämmraum. Durch einige Versuche, bei welchen man den Wasserstand im Piëzometer so regulirt, dass immer die Mitte zwischen den beiden zuletzt bestimmten Grenzen genommen wird, kommt man leicht zu dem Wasser-Stande im Piëzometer, welcher der gewünschten Geschwindigkeit entspricht. Die Höhe des Wasserstandes im Piëzometer dient dann später als Indicator für die einzustellende Schlämmgeschwindigkeit.

Bestimmten Schlämmgeschwindigkeiten entsprechen beim Abschlämmen ganz bestimmte Korngrössen bei annähernd gleichem

specifischen Gewicht und kugeliger Form des Materials. Die Zerlegung des Bodens mit dem wissenschaftlich genau arbeitenden SCHÖNE'schen Apparate ist demnach als eine Körnung anzusehen. Der erste, welcher diesen Apparat zum Abschlämmen bestimmter Korngrössen bei Thonen praktisch verwerthete, war ARON; für die Bodenanalyse ist derselbe jedoch zuerst durch Herrn Professor ORTH angewandt und sind von ihm folgende Schlämmgeschwindigkeiten in Vorschlag gebracht worden: 0,2^{mm} — 0,5^{mm} — 2,0^{mm} und 7,0^{mm} in der Secunde. Die bei diesen Schlämmgeschwindigkeiten erhaltenen Produkte entsprechen nach den genauen Messungen von SCHÖNE und nach unseren eigenen Untersuchungen Korngrössen von folgendem Durchmesser auf Quarz in Kugelform bezogen:

Schlämmprodukt	bei 0,2^{mm} G.	Körner	unter 0,01^{mm} D.
-	- 0,5 - -	-	0,01—0,02 - -
-	- 2,0 - -	-	0,02—0,05 - -
-	- 7,0 - -	-	0,05—0,1 - -
Schlämmrückstand	- 7,0 - -	-	über 0,1 - -

Um mit den mechanischen Theilprodukten des Bodens einen bestimmten praktischen Begriff verbinden zu können, wurden die Körnergrössen unter 0,01^{mm} D. als Feinste Theile, von 0,01 bis 0,05^{mm} D. als Staub[1]), von 0,05—2,0^{mm} D. als Sand (feinster, feiner, mittelkörniger, grober) und über 2,0^{mm} D. als Grand bezeichnet.

Da die Schlämmgeschwindigkeit von 0,5^{mm} derjenigen von 0,2^{mm} sehr nahe liegt und in Folge dessen bei den meisten Bodenarten nur geringe Mengen bei 0,5^{mm} G. abgeschlämmt wurden, so gaben wir bei späteren Arbeiten die Versuche bei dieser Geschwindigkeit auf, so dass dann das Schlämmprodukt bei 2,0^{mm} G. die Korngrössen von 0,01 — 0,05 umfasst.

Als Beispiele für die geringen Mengen des bei 0,5^{mm} G. abgeschlämmten Materials seien einige Untersuchungen von verschiedenen Bodenarten mitgetheilt:

---

[1]) Als Staub bezeichnet SEEGER ein feineres Schlämmprodukt.

			Abgeschlämmtes Material bei 0,5^{mm} Geschw. (0,01—0,02^{mm} D.)
Unterer Diluvialsand. N. Vorwerk Wolfsberg, Section Rohrbeck			0,12 pCt.
Lehmiger Sand	des oberen Diluvial-Mergels	Rohrbeck	0,98 -
Lehm		(Höhenrand)	2,27 -
Ob. Dil.-Mergel. Rohrbeck (Höhenrand)			1,44 -
Ob. Dil.-Mergel. Callin, Sect. Nauen			2,75 -
Alluviallehm, Ziegelei Birkheide, Sect. Nauen			3,06 -

Bei Anwendung der Geschwindigkeit 7,0^{mm} reicht der oben beschriebene Schlämmapparat bei gleichbleibendem Piëzometerrohr nicht aus. Um daher den Schlämmversuch nicht durch Auseinandernehmen des Apparates unterbrechen zu müssen, wurde nach Herrn Professor Orth's Angabe ein kleinerer Hülfscylinder vom halben Durchmesser des grösseren vor demselben eingeschaltet. Der cylindrische Theil desselben (30^{cm} lang) scheint uns genügend gross zu sein, so dass eine Verlängerung des conischen Theiles, wie dies Fesca[1]) gethan, nicht für nöthig erachtet wird.

Bei der Ausführung der Schlämmanalyse wurden bei ungleichmässigen Bodenarten etwa 500 Gramm durch das 2^{mm}-Sieb gegeben und von dem Abgesiebten meist 100 Gramm zur Schlämmanalyse verwandt. Bei gleichmässigen, feinzertheilten Bodenarten dagegen, wo ein Absieben der gröberen Gemengtheile oft gar nicht vorgenommen zu werden brauchte, wurden oft nur 30 Gramm abgeschlämmt, was dann auch den Vortheil für sich hatte, die Zeit des Schlämmprocesses bedeutend abzukürzen. Das für die Schlämmanalyse vorbereitete Material wurde mittels eines weiten Trichters, nach vorherigem Abgiessen der überstehenden Flüssigkeit in den grossen Schlämmtrichter, mit Hülfe einer Spritzflasche in das kleinere Gefäss eingefüllt. Dabei ist zu bemerken, dass der kleine Trichter stets zuvor bis zu der halbkreisförmigen unteren Biegung mit Wasser gefüllt werden muss, einmal um das Rohr durch das Hinaufsteigen des Bodens in den anderen Schenkel nicht zu verstopfen, und zweitens, um beim Schlämmprocess durch aufsteigende Luftblasen keine Fehler zu erhalten.

---

[1]) Fesca, ibid. S. 144.

Bei den Bodenarten, deren Schlämmprodukte zu weiterer chemischer Untersuchung dienen sollten, wurde stets mit destillirtem Wasser geschlämmt. Dabei wurde nach Dr. LAUFER's Vorschlag in der Weise verfahren, dass, nach Einstellung der Geschwindigkeit von 0,2^{mm}, zuerst 2—3 Liter der auslaufenden Flüssigkeit besonders aufgefangen und in einer grossen Porzellanschale auf dem Wasserbade eingedampft wurden, um sicher zu sein, alle im Boden löslichen Bestandtheile in dieser Substanz mit zu erhalten. Das ferner bei dieser Geschwindigkeit auslaufende Schlämmwasser wurde in grossen Porzellanschalen erhitzt und nach dem Absetzen der suspendirten Theile abgehebert[1]), welch letztere dann zu dem zuerst erhaltenen Schlämmprodukte hinzugefügt wurden. Im Falle die weiteren Schlämmprodukte zu einer chemischen Untersuchung nicht verwandt werden sollten, wurde der Schlämmprocess mit gewöhnlichem Wasser fortgesetzt. Zur grösseren Bequemlichkeit standen 3 Zinkkästen mit je zwei nach unten führenden und mit Hähnen versehenen Rohren zur Verfügung, die zum Theil mit destillirtem, zum Theil mit gewöhnlichem Berliner Leitungswasser gefüllt waren.

Das von Dr. FESCA[2]) geäusserte Bedenken, dass durch Anwendung nicht inwendig mit Oelfarbe gestrichener Zinkkästen eine Verunreinigung der Schlämmprodukte durch kohlensaures Zink stattfinden könnte, habe ich bestätigt gefunden. Es bildet sich auch in den mit destillirtem Wasser gefüllten Zinkkästen nach einiger Zeit kohlensaures Zink, welches sich in den Schlämmprodukten, im Fall dieselben mit grossen Wassermengen eingedampft werden, in nicht unbedenklicher Weise anhäufen kann. In einem Liter destillirten Wassers, welches 14 Tage lang im Zinkkasten gestanden hatte, fand ich 0,0052 Gramm Zinkoxyd.

Um nun hieraus entstehende Fehler bei der chemischen Untersuchung der Schlämmprodukte zu vermeiden und in Rücksicht darauf, dass es uns bedenklich scheint, das destillirte Wasser

---

[1]) Dr. E. LAUFER hat über „Die Klärung der Schlämmwässer bei Bodenanalysen" in den landwirthschaftlichen Versuchsstationen ed. Prof. Dr. F. NOBBE, Band XVIII, 1875 eine desbezügliche Notiz gegeben.

[2]) FESCA. Die agronomische Bodenuntersuchung und Kartirung auf naturwissenschaftliche Grundlage. Berlin 1879, S. 144.

längere Zeit in mit Oelfarbe gestrichenen Kästen aufzubewahren, haben wir jetzt die Einrichtung getroffen, aus einem grossen, hochgestellten Glascylinder, welcher 14 Liter Wasser fasst, mittels eines Hebers dem Schlämmapparate das Wasser zuzuführen und durch einen zwischengeschalteten Glashahn die Stromgeschwindigkeit zu reguliren. Nach Dr. LAUFER's Angabe ist der Glascylinder mit einem Wasserstandsrohr mit selbstthätigem Abfluss versehen und aus einem höher stehenden Cylinder wird mittels eines mit Quetschhahn versehenen Hebers genau so viel Wasser zugeführt, wie beim Schlämmen abfliesst, so dass das Wasserniveau im Reservoir immer dasselbe und der Druck stets constant bleibt.

Nach Beendigung des Schlämmprocesses bei den angegebenen Geschwindigkeiten, wurden die in grossen, dickwandigen, cylindrischen Glasgefässen von 10—14 Liter Inhalt aufgefangenen Schlämmprodukte und die Schlämmrückstände aus beiden Schlämmtrichtern durch längeres Stehenlassen gehörig geklärt, dann abgehebert und in kleine gewogene Porzellanschälchen gebracht. Die Schlämmprodukte wurden darauf bei 100° C. getrocknet und nach ein bis zwei Tage langem Stehenlassen an der Luft, in lufttrocknem Zustande gewogen.

Für die Brauchbarkeit des SCHÖNE'schen Schlämmapparates sei hier nur die doppelt ausgeführte mechanische Analyse eines Sandes von Rohrbeck angeführt.

Analytiker	Grand über 2mm	Sand 2–1mm	Sand 1–0,5mm	Sand 0,5–0,2mm	Sand 0,2–0,1mm	Sand 0,1–0,05mm	Staub 0,05–0,01mm	Feinste Theile unter 0,01mm	Summa
Wahnschaffe	—	91,3					5,7	2,8	99,8
		—	—	—	33,9	57,4			
Dulk	—	90,3					5,9	3,5	99,7
		—	—	0,1	27,0	63,2			

Die grösseren Differenzen in den Körnungsprodukten von 0,2—0,1 mm und 0,1—0,05 mm D. rühren davon her, dass verschiedene Proben von zwei, allerdings nahegelegenen, Fundorten untersucht worden sind.

d. Abgekürztes Verfahren bei der Untersuchung kalkhaltiger Diluvialböden.

(E. L.)

Um die von Herrn Professor BERENDT in den Allgemeinen Erläuterungen „Die Umgegend von Berlin I, der Nordwesten" S. 24—27 angegebenen, aus unseren Untersuchungen combinirten (mechanisch-chemischen) Bodenanalysen von vornherein einzuleiten für eine derartige Aufstellung nach den Bestandtheilen: Grand, Sand, Thon und Kalk, habe ich folgenden Weg eingeschlagen.

Von dem kalkhaltigen Boden wurden zunächst die feinsten Theile abgeschlämmt und deren Kalkgehalt bestimmt. Dann wurde der Boden aus dem Apparate wieder herausgespült und mit stark verdünnter Salzsäure in der Kälte behandelt. Hierdurch wird bei diluvialen Böden nur wenig Eisenoxyd, noch weniger Thonerde gelöst, aber sämmtlicher kohlensaurer Kalk ausgezogen. Nach mehrmaligem Decantiren wird das Chlorcalcium entfernt und der so behandelte Boden zur Fortführung der Schlämmanalyse wieder in den Cylinder gebracht. Die nun erhaltenen Schlämmprodukte sind kalkfrei und ergiebt sich der denselben zukommende Kalkgehalt aus der Differenz des Kalkes des Gesammtbodens und der feinsten Theile.

Diese Methode muss hier aufgeführt werden, da einige Analysen nach derselben vorgenommen wurden. Jedoch ist dieselbe nur anzuwenden, wenn man rasch für derartig combinirte Analysen arbeiten will, sonst ist jedes Schlämmen mit verändertem Materiale zu verwerfen, weil dadurch der Werth der Schlämmanalyse herabgesetzt wird[1]).

C. Die petrographische Untersuchung der gröberen Gemengtheile.

(E. L.)

Die Untersuchung der gröberen Gemengtheile eines Bodens gehört nach den jetzigen Ansichten erst in zweiter Reihe zur Beurtheilung des agronomischen Werthes desselben, dagegen wird

[1]) Siehe auch FESCA, Agron. Bodenuntersuchung und Kartirung, S. 33—34.

sie für die geognostische Betrachtung von grösster Wichtigkeit, ist man ja oft erst nach dem Abschlämmen aller thonigen und feineren Theile im Stande einen Boden in seiner geologischen Stellung zu bestimmen. So würde beispielsweise das Fehlen nordischen Materials bei einem sonst in seinem geologischen Alter fraglichen Boden des norddeutschen Flachlandes darauf hinweisen, dass er dem Quartär entschieden nicht, wohl aber einer älteren Gebirgsformation angehört. Auch für die Agronomie ist es nicht ganz gleichgültig, welche Mineralien und Gesteine ein Boden enthält und zwar kommen bei den gröberen Gemengtheilen chemische und physikalische Eigenschaften in Betracht. Leicht zersetzbare Silicate und andere Mineralien werden günstiger sein, als ein Reichthum an schwer- oder gar unzersetzbaren Bestandtheilen. Kalk- und Phosphatgesteine werden, wenn auch in grobem Korn vorhanden, stets nützlich sein für die Pflanzenwelt. Wird doch in manchen Gegenden gröberer Kalkschutt zur Melioration gebraucht.

Je nach der Farbe, Oberflächengestalt, ob rauh, porös, glatt und dicht, werden die physikalischen Eigenschaften auch in Betracht kommen.

Ferner sind die gröberen Gemengtheile von Bedeutung als Material für Neubildung thoniger Theile bei der Verwitterung, weshalb auch hier ihre mineralische Natur zur Geltung kommt.

So mühevoll vor der Hand die petrographische Bestimmung der gröberen Theile ist, so kann man doch dieselbe nicht ganz entbehren. Speciell auf dem Gebiete des norddeutschen Diluvialbodens werden petrographische Bestimmungen der gröberen Gemengtheile in wissenschaftlicher Beziehung einen grösseren Werth haben, in sofern dieselben beitragen können, Verbreitungsgebiete von Geschieben kennen zu lernen. Dazu werden aber eine grosse Zahl von solchen Beispielen erforderlich sein.

Zur Zeit ist die petrographische Bestimmung eine der schwierigsten und zeitraubendsten Arbeiten.

Wird man erst einen Weg gefunden haben, auf welchem man leicht einzelne Mineralien eines Bodens isoliren kann, so werden Resultate für die Bodenuntersuchung genügend hervorgehen, um die Wichtigkeit dieser Arbeiten erkennen zu lassen.

Bei den im Laboratorium der geologischen Landesanstalt bis jetzt von mir und Herrn WAHNSCHAFFE ausgeführten petrographischen Untersuchungen wurden stets die verschiedenen Mineralien mit der Loupe und der Härtescala geprüft, gleichartige Körner mit der Pincette ausgelesen uud dann gewogen. Bei fraglichen Körnchen wurde durch Zerschlagen auf Spaltbarkeit untersucht. So wurde von der abgewogenen Menge Korn für Korn durchgesehen und dabei zunächst die Mineralspecies bestimmt nach Farbe, Glanz, Härte, Spaltbarkeit, manchmal auch Schmelzbarkeit. Mit dem Magneten konnte zuweilen aus Sanden auch Magneteisen ausgezogen werden. Verhältnissmässig rasch kann man die Quarzkörner auslesen, die alle mehr oder weniger gerundet, nie krystallinisch in den Bodenarten der Mark angetroffen wurden. Kalksteine kann man auch direkt auslesen, wenn man dieselben in eine ganz verdünnte Salzsäure legt und sie sofort, nachdem man sie an der Kohlensäureentwicklung erkannt hat, herausnimmt. Der Verlust ist nur sehr gering.

Was die Korngrössen anbelangt, so wurden Untersuchungen ausgeführt mit Körnern über 3^{mm}, $3-1^{mm}$ und $1-0{,}5^{mm}$ D., meistens aber bei letzterem Durchmesser nur der verhältnissmässig leicht erkennbare Quarz herausgelesen.

Dadurch, dass nur geringe Mengen dieser Körnungsprodukte untersucht werden konnten, wird der allgemeine Werth der petrographischen Bestimmung, besonders der Procentzahl, herabgedrückt. Denn oft wurde nur 0,5 — 1 Gr. Körner untersucht, natürlich weniger, je feiner der Sand war.

Nur selten sind die Gesteinsfragmente des Diluvialbodens so stark verwittert, dass eine petrographische Bestimmung überhaupt nicht möglich. Hat man es mit Sanden zu thun, welche Ueberzüge von Eisenoxyd besitzen, so thut man gut, diese mit schwacher Salzsäure zu entfernen. Oft wird die petrographische Untersuchung auch dadurch erleichtert, dass man die Körner schwach anfeuchtet.

Trotz alledem ist ein guter Procentsatz als Unbestimmbar zu bezeichnen.

Einen grossen Vortheil würde man erzielen, wenn es gelänge, grössere Quantitäten zu untersuchen.

Ein Verfahren, derartige Versuche mit grösseren Mengen auszuführen, hat SENFT angegeben (Gesteins- und Bodenkunde S. 400) und daselbst auch seinen diesem Zwecke dienenden Schlämmapparat abgebildet. Derselbe besteht aus einem mit ziehbarem Schutz versehenen Reservoir, in welchem der Sand mit Wasser aufgerührt wird, und einer langen, etwas geneigten Glasplatte, über welche, wenn der Schutz gezogen, die Sandmasse hinweggespült werden soll.

Nach SENFT's Angabe sondern sich bei dieser Methode die Körner nach ihrem spec. Gewicht in einzelnen Zonen ab.

Die Versuche, welche mit diesem Apparate von mir wiederholt aufgenommen worden sind, haben noch zu keinem Ziele führen können.

Es werden demnächst Versuche auszuführen sein mit Lösungen von spec. schweren Flüssigkeiten und sind dieselben nach Art der von THOULET[1]) neuerdings angegebenen Methode vorzunehmen.

THOULET verwandte eine Lösung von Quecksilberbijodid in Jodkalium; es fragt sich, wie weit die bequemer darstellbare Lösung von Quecksilbernitrat dieselbe zu ersetzen vermag. Ich brachte letztere Lösung durch Concentration auf ein so hohes spec. Gewicht (3,54), dass Quarz und selbst Flussspath auf derselben schwamm.

Doch wird, wenn auch hierdurch eine Trennung grösserer Quantitäten gelingen würde, eine Schwierigkeit bleiben, insofern die gröberen Gemengtheile, wenn man nicht deren Zerkleinerung anwenden darf, immer Gesteinsfragmente und nicht reine Mineralien enthalten. Bei den ausgeführten petrographischen Untersuchungen wurde z. B. ein grosser Procentsatz stets gefunden, der als „Quarz + Feldspath" gewogen werden musste. Diese Gemenge abzuscheiden, wird stets Mühe machen, zumal die spec. Gewichte von Quarz und Feldspath sich in engen Grenzen bewegen.

Bis jetzt liegen folgende Untersuchungen vor, welche, wie oben genauer angegeben, mit der Loupe ausgeführt wurden und zum

---

[1]) FOUQUÉ et MICHEL LEVY, Minéralogie micrographique des montes français. V. GOLDSCHMIDT, über Verwendbarkeit einer Kaliumquecksilberjodidlösung bei miner. u. petrogr. Unt. N. Jahrbuch f. Min. 1881.

Theil in den Abhandlungen zur Special-Karte von Preussen u. s. w. ORTH: Rüdersdorf und Umgegend, publicirt sind. Beigefügt ist eine Zusammenstellung der von Herrn Professor ORTH bestimmten Quarzmengen von schlesischen Diluvialböden.

Petrographische Untersuchungen.

Die groben Sande (3—1 mm und 1—0,5 mm D.) des Profiles des Unteren Geschiebemergels vom Bahnhof Rüdersdorf.

(E. LAUFER.)

	Lehmiger Sand. Ackerkrume		Lehmiger Sand unterhalb der Ackerkrume		Lehm		Geschiebemergel	
	3–1 mm	1–0,5 mm	3–1 mm	1–0,5 mm	3–1 mm	1–0,5 mm	3–1 mm	1–0,5 mm
Quarz	**44,7**	**92,6**	**51,0**	**83,7**	**60,1**	**87,8**	**42,1**	**80,0**
Granit u. Gneiss .	3,6	—	9,0	—	13,3	—	10,2	—
Diorit	3,1	—	0,9	—	—	—	—	—
Feldspath	12,8	—	18,8	—	22,1	10,5	24,9	3,1
Sandstein	1,9	—	—	—	—	—	—	—
Feuerstein. . . .	1,8	—	9,7	—	—	—	1,8	—
Kalkstein	11,7	—	—	—	—	—	11,7	—
Unbestimmbar . .	32,0 weil zu verwittert.	16,4	11,5	—	5,0	1,9	9,3	16,4

Der Kies (Körner über 3 mm D.). Profiel des Unteren Geschiebemergels vom Bahnhof Rüdersdorf.

(Angewandt die bei der Schlämmanalyse erhaltenen Körner.)

(E. LAUFER.)

	Lehmiger Sand. Ackerkrume	Lehmiger Sand. Unterhalb der Ackerkrume	Lehm	Geschiebemergel
Quarz	21,6	83,3	—	—
Granit und Gneiss . . .	—	16,7	0,9	32,2
Porphyr	—	—	—	23,6
Feuerstein	8,3	—	—	13,9
Unbestimmbar	65,0 (nur 0,078 gr.)	—	—	29,6
Wurzel-Fasern	5,1	—	—	—

Der Kies (Körner über 3 mm D.). Profil des Unteren Geschiebemergels vom Bahnhof Rüdersdorf.

(Angewandt 500 Gr. Boden, dessen Kies untersucht.)

(E. Laufer.)

	Lehmiger Sand. Ackerkrume	Lehmiger Sand. Unter der Ackerkrume	Lehm	Geschiebemergel
Quarz	5,3	6,5	17,3	11,4
Granit und Gneiss	29,4	17,8	36,6	3,0
Porphyr	0,85	8,3	—	2,1
Diorit	—	—	5,55	—
Feldspath	0,7	0,4	—	1,0
Hornblende	0,2	—	—	—
Sandstein	5,3	63,2 (ein Stein 58,6 %)	31,4	—
Feuerstein	51,5	—	3,9	0,5
Quarzit	—	0,5	2,6	—
Kalkstein	—	—	—	80,2 (1 Stein = 58,3)
Unbestimmbar	5,4	2,5	2,45	1,6

Kies und grober Sand.

(Unter Geschiebemergel.)

Kiesgruben zwischen Rüdersdorfer Grund und Dorf Rüdersdorf.

(E. Laufer.)

	Ueber 3 mm D.	3–1 mm D.	1–0,5 mm D.
Granit und Gneiss	16,7	7,6	—
Feldspath	15,8	19,7	—
Grünstein (?)	4,4	—	—
Kalkstein	15,4	12,1	—
Feuerstein	16,8	4,8	—
Quarz	24,1	29,8	61,1
Unbestimmbar	6,5	24,7	—

Feiner Diluvialsand. Ebenda.
Körner von 1–0,5 mm D.
Feldspath = 15,5 pCt.
Quarz = 80,2

Der Grand des unteren Geschiebemergels. Bornstedt.
(E. Laufer.)

	Ueber 3mm D.	3-2mm D.	2-1mm D.	1-0,5mm D.
Quarz	11,97	24,01	46,29	78,57
Feldspath, verunreinigt mit Quarz	0,86	0,92	reiner 4,05 / unreiner 7,55 } 11,60	—
Feldspathreiches granitisches Gestein	23,33	11,46	6,15	—
Kalkstein (silur.)	55,44	54,63	22,73	—
Sandstein (meist grauer) .	6,35	0,69 (rother)	—	—
Unbestimmbar	2,34	8,29	13,23	—

Der kalkfreie Kies und Sand des Oberen Geschiebemergels von Tassdorf. WNW.
(E. Laufer.)

	Nach dem Auslaugen des Kalkes mit Salzsäure		1-0,5mm D.
	über 3mm D.	3-1mm D.	
Granit und Gneiss	34,30	7,61	—
Porphyr	0,76	—	—
Grünstein	0,45	—	—
Feldspath	2,24	22,84	17,03
Sandstein	6,39	6,29	—
Quarzit	1,11	—	—
Feuerstein	52,03	1,32	—
Quarz	**2,07**	**49,33**	**71,24**
Unbestimmbar	0,65	12,61	11,73 (undeutliche Quarze, Feldspath u. Gneissfragmente).

Oberkrume von Kies und grobem Sand.
Königliche Rüdersdorfer Forst, Jagen 187.
(F. Wahnschaffe.)
(Auf die einzelnen Korngrössen bezogen.)

	Ueber 20mm D. 44.94 pCt.	10–20mm D. 14,47 pCt.	3–10mm D. 31,44 pCt.
Granit und Gneiss	58,40	47,83	55,46
Feldspath	—	—	7,45
Diorit	—	—	4,00
Quarz	—	—	6,58
Quarzit und Sandstein	41,60	22,48	15,22
Feuerstein	—	13,85	5,70
Eisenconcretionen	—	5,55	0,73
Ausgewitterter Kalkstein	—	4,22	—
Unbestimmbare verwitterte kryst. Gesteine	—	6,07	4,86

Oberkrume von Kies und grobem Sand.
Königliche Rüdersdorfer Forst, Jagen 187.
(F. Wahnschaffe.)
(Auf die Körnung über 3mm D. bezogen.)

Granit und Gneiss	50,61
Feldspath	2,34
Diorit	1,26
Quarzit und Sandstein	26,72
Quarz	2,07
Feuerstein	3,80
Ausgewitterter Kalkstein	0,61
Eisenconcretionen	1,03
Unbestimmbare meist krystallinische Gesteine	2,41

Oberer Diluvialsand. Schenkendorf.
Quarzbestimmung mit der Loupe.
(E. Laufer.)

In den Körnern	$>2^{mm}$ D.	Quarz = 32,3 pCt.
	2—1 - -	- = 66,9 -
	1—0,5^{mm} D.	- = 88,9 -
	$<0,5$ - -	- = 97,2 -

Es war möglich, auch in den feinsten Körnern den Quarz abzusondern, da dieser sehr rein war und Durchsichtigkeit wie Glasglanz das Auslesen begünstigten.

Der Quarzgehalt von Sandböden Schlesiens.
(A. Orth. Geognostische Durchforschung des Schles. Schwemmlandes.)

	In den Körnern über 3^{mm} D.	3–1^{mm} D.
Quarz:	19,06 pCt.	58,63 pCt.
	27,27 -	60,40 -
	29,36 -	73,59 -
	29,37 -	79,83 -
	33,60 -	82,56 -
	53,17 -	83,75 -
	56,06 -	90,00 -
	67,26 -	90,67 -
	91,87 -	91,35 -

Aus den vorliegenden petrographischen Bestimmungen geht vorläufig nur das eine Resultat evident hervor, dass der Quarzgehalt mit dem Feinerwerden des Kornes erheblich zunimmt, mithin die Nährstoff liefernden Mineralien und Gesteine zurücktreten. Die weiteren Bestimmungen besitzen nicht allzu grossen Werth, wenn nicht für das häufigere oder seltenere Auftreten der genannten Mineralien und Gesteine.

3. Die chemischen Untersuchungsmethoden.

A. Bestimmung des Quarzgehaltes.

(E. L.)

Die Bestimmung des Quarzgehaltes eines Bodens ist sowohl direct als indirect zur Beurtheilung der Mengen von Nährstoff und Thon liefernden Mineralien von grösster Wichtigkeit. Die petrographischen Bestimmungen können diesen Bodengemengtheil nicht genau genug ermitteln, da die Körner, welche dort als Granit und Gneiss, Porphyr und dergl. aufgeführt werden müssen, oft sehr quarzreiche Felstrümmer darstellen und ohnehin diese Untersuchungen an enge Grenzen der Korngrösse gebunden sind.

Zumal wird die genauere Bestimmung dieses Bodenbestandtheiles bei der Untersuchung nordischer Bodenarten wünschenswerth, da er sich bis zu 90 pCt. an der Zusammensetzung der Sandböden der Mark zum Beispiel betheiligen kann, ja auch in grossen Mengen scheinbar sehr thonigen (fetten) Bodenarten beigemischt ist.

Wenn man bisher dieses Mineral bei Bodenanalysen nicht abgeschieden, so liegt dies zum Theil mit an der Schwierigkeit, sein Vorkommen quantitativ zu ermitteln.

So wurde denn die Bestimmung des Quarzes im Gemenge mit Silicaten vermittelst concentrirter Phosphorsäure willkommen geheissen, wie dieselbe im Journal für prakt. Chemie Bd. XCVIII, S. 14 von Al. Müller angegeben ist.

Daselbst wird die Aufschliessung des gepulverten Materials mit syrupdicker Phosphorsäure empfohlen, welche bei einer Temperatur von 190—200° einwirkend, in einigen Stunden die Silicat-

gesteine zersetzt, während der Quarz fast unangegriffen nach mehrmaligem Auskochen mit Natronlauge und Säure rein erhalten werden soll. Dabei werden auf 1 Gramm Boden 15—20 Gr. Phosphorsäure verbraucht, da sonst die Masse durch die sich kleisterartig abscheidende Kieselsäure zu sehr verdickt wird.

Die mühevolle Ausführung der Versuche lenkte meine Untersuchungen auf ein anderes Reagenz und zwar auf Phosphorsalz, welches bekanntlich in der Schmelzhitze die Metalloxyde der Silicate unter Zurücklassen der Kieselsäure auflöst, worauf die in den Laboratorien gebräuchliche qualitative Prüfung auf Kieselsäure basirt ist.

Die Arbeit wurde so ausgeführt, dass zu dem fein gepulverten Materiale (meist Diluvialsand), welches im Platintiegel abgewogen war, Phosphorsalz in grösserer Menge zugegeben wurde, als nöthig zur Lösung der vermutheten Menge von Metalloxyden, etwa so viel, dass der Tiegel nicht über die Hälfte gefüllt war. Dann wurde allmählig erwärmt und schliesslich vor dem Gebläse erhitzt. Die Schmelze wurde in verdünnter Salzsäure gelöst, der Rückstand mit Soda und Säure wiederholt behandelt. Die Ausführung der Versuche war bequem und rasch zu bewirken. Die Kieselsäure schied sich in pulvriger Form ab und war ein Auswaschen leichter zu erzielen als bei der bekannten Methode nach Al. Müller, weil bei jener die Phosphorsäure äusserst schwer zu entfernen ist. Der gewonnene Quarz war meist nicht ganz rein, doch hätte man diese geringen Verunreinigungen wohl bei dem Vortheil der bequemeren Arbeit übersehen können.

Hat man bei der Phosphorsäure-Methode nicht fein gepulvert, so erhält man, wie ich jüngsthin prüfte, auch einen noch stark verunreinigten Quarz. Der Versuch wurde mit einem Thone von Werder vorgenommen.

Die Methode mit Phosphorsalz aufzuschliessen, wurde zunächst im Vergleich zu der Aufschliessung mit Phosphorsäure an Sanden geprüft und es ergab sich, dass die Resultate genügend übereinstimmten.[1])

---

[1]) Näheres siehe E. Laufer: Ber. d. D. Chem. Ges. 1878, XI., S. 60.

Später wurde die Phosphorsalz-Methode an reinem Materiale geprüft und zwar wurde reinster Bergkrystall äusserst fein gepulvert, mit Phosphorsalz geschmolzen, dann der resultirende Rückstand wieder gepulvert und von Neuem geschmolzen. Hierbei zeigten sich bedeutende Verluste, die grösser wurden, wenn feiner gepulvert und höhere Temperatur angewandt wurde.

Ferner zeigen folgende Versuche, wie sich die Kieselsäure überhaupt zu dem Salze verhält, wenn dieselbe in feiner Form vorhanden ist.

Ein Glindower Thon gab, mit dem Salze geschmolzen, ein beinahe ganz reines, durchsichtiges Glas, ebenso Kaolin, dessen klare Schmelze schliesslich sich in Wasser bis auf einige Spuren löste, aus welcher Lösung sich nach einem Tage Kieselgallerte abschied.

Dadurch auf das Fehlerhafte der Methode hingeführt, wurde die Trennung mit Phosphorsäure auf ihre Genauigkeit in dieser Richtung geprüft und auch bei dieser Methode nachgewiesen, dass sich gleiche Verluste herausstellen. (Siehe E. L. Ber. d. D. Chem. Ges. 1878, XI, S. 935 u. 936. Conf. F. Wunderlich, Inaug.-Diss. Leipzig 1881. Beitrag zur Kenntniss der Kieselschiefer u. s. w. des nordwestlichen Oberharzes S. 47. Letzterem Autor scheint obige Notiz unbekannt.)

Neuerdings führte ich einen Versuch abermals aus, bei welchem die Vorschriften der Methode nach Al. Müller auf das Genaueste inne gehalten wurden. Fein gepulverter Bergkrystall wurde mit concentrirter Phosphorsäure in genau auf 200° C. erhitztem Luftbade sechs Stunden unter öfterem Umrühren behandelt und durch das peinlichste Decantiren (wobei später Klärung mittelst salpetersaurem Ammon gute Dienste that) gereinigt. Das Resultat war folgendes:

0,5164 Gramm reinster Bergkrystall gab nach der Behandlung mit Phosphorsäure nach Vorschrift

0,4881 Gramm

0,0283 Gramm Verlust = 5,48 pCt.

Dabei ist der rückständige Bergkrystall nicht mit Soda ausgekocht worden, wie sonst geschah. Es wäre möglich, dass man dann noch löslich gewordene Kieselsäure entfernt hätte.

Uebrigens geht aus den Versuchen, welche AL. MÜLLER im Journal f. prakt. Chemie Bd. II, S. 20 u. 21 veröffentlicht, sehr klar hervor, dass bei abermaliger Digestion mit Phosphorsäure die Quarzmengen bedeutende Verluste zeigen. Diese würden bei weitem grösser sein, wenn Herr MÜLLER die Rückstände vor nochmaliger Aufschliessung wieder fein gepulvert hätte.

Vergleicht man zwei von Herrn Prof. ORTH (Geogn. Durchforschung des Schles. Schwemmlandes S. 248) citirte Analysen mit Quarzbestimmungen, die jedenfalls, da die Untersuchung mit dem Autor AL. MÜLLER überschrieben, auch nach dessen Methode ausgeführt sind, so ist auffällig, dass die Sande, Gaarvida I und II, bei fast gleicher Zusammensetzung der chemischen Bestandtheile einen so erheblichen Unterschied im Quarzgehalte zeigen sollten. Ist es hier nicht sehr wahrscheinlich, dass zwar die Kieselsäure (I $SiO^2 = 73,41$. II $SiO^2 = 73,12$) genau bestimmt, aber die Trennung der Silicatkieselsäure von dem unlöslichen Quarz nicht richtig ist?

	I.	II.
Silicat	$SiO^2 = 35,71$	39,02
Quarz	$= 38,20$	34,10.

Beide Methoden, die mit Phosphorsäure als auch die mit Phosphorsalz, den Quarz abzuscheiden, sind unbrauchbar.

Es fragt sich nun, ob man zum Ziele gelangen wird, wenn man verdünnte Schwefelsäure im Rohr (nach M. MITSCHERLICH) bei höherer Temperatur einwirken lässt.

Diese Methode ist von den Analytikern des Laboratoriums für Bodenkunde hier vorgeschlagen, jedoch augenblicklich noch nicht so weit geprüft, dass dieselbe als brauchbar oder unbrauchbar angesehen werden darf. Bei Versuchen, welche ich bis jetzt ausführte mit einem Theil concentrirter Säure und 3 Theilen Wasser während 6 Stunden dauernder Einwirkung bei 340°, war der Rückstand ein sehr unreiner Quarz, selbst bei feinster Substanz.

Ob die Isolirung des Quarzes durch jene Methode noch zu erreichen sein wird, müssen erst weitere Versuche darthun.

Häufig hat man sich auch damit begnügt, den von der Schwefelsäure-Aufschliessung erhaltenen unlöslichen Rückstand,

nachdem vorher die lösliche Kieselsäure mit Soda ausgezogen war, auf Kieselsäure zu prüfen und diese als Quarz zu betrachten.

So sagt auch Fesca, Agron. Bodenunters. u. s. w. S. 24: Ziehen wir vom Gesammtgehalt an Kieselsäure die lösliche Kieselsäure ab, so erhalten wir den annähernden Quarzgehalt.

Da aber die bei norddeutschen Bodenarten erhaltenen Rückstände noch grössere Quantitäten Thonerde und Alkali enthalten, so können wir uns mit derartigem Resultate nicht begnügen.

Beispiele: Der Rückstand des Lehmes von der Aufschliessung mit Schwefelsäure von Velten enthielt noch 3,89 pCt. Thonerde, der des Diluvialmergels ebenda noch 2,38 pCt. Thonerde.

Der Rückstand des Schlämmproduktes vom Oberen Diluvialmergel zu Tasdorf enthielt noch

bei 0,1^{mm} Geschw. 6,56 pCt. Kalifeldspath,
- 0,2^{mm} - 7,66 - -

B. Bestimmung des Thongehaltes.

(E. L.)

In der Geognostischen Durchforschung des Schlesischen Schwemmlandes S. 8 ist von Orth bereits gesagt, „der alte Begriff Thon muss modificirt werden“, indem abschlämmbare Theile schon früher, bevor genauere Untersuchungen vorlagen, nicht mit dem Thone identisch erachtet werden konnten, denn der blosse Augenschein zeigt, dass das Schlämmprodukt oft mehr „Thonschlamm“, oft mehr „Kieselschlamm“ ist.

Ehe man aber specielle Methoden für die Bestimmung des Thongehaltes prüfen und durcharbeiten wird, muss man sich von vornherein einigen und zu einem entgültigen Resultat darüber kommen, was man bestimmen will oder was man im gegebenen Falle unter Thon versteht.

So einfach im gewöhnlichen Leben, ja selbst manchen Technikern die Beantwortung dieser Frage erscheint, so schwierig ist dieselbe für denjenigen, der sich eingehender mit ihr beschäftigt hat, der ihrer hohen Wichtigkeit wegen sich nicht mit den gewöhnlichen Definitionen des Begriffes „Thon“ begnügen kann.

Gehen wir auf die Entstehung des Thones zurück, so lernen wir ein mineralisches Gebilde als solchen kennen, welches sich überall da findet, wo vor Allem Feldspath-reiche Gesteine, wie Granite, Porphyre, auch Basalte u. s. w. verwittern, aber auch Hornblende- und manche Glimmer-reichen Gesteine vermögen diese Substanz zu erzeugen. Wir finden an den Gesteinen selbst eine weiche, meist hellgefärbte Verwitterungsrinde, die bei ihrer chemischen Prüfung sich als ein wasserhaltiges Bisilicat erweist und den Namen „Kaolin" besitzt, bald mehr, bald weniger rein von den Muttermineralien und Gesteinen in der Natur auftritt und vielfach der Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen ist. Wenn auch nur in seltenen Fällen dem Kaolin die Zusammensetzung zukommt, wie dieselbe Forchhammer aus der Berechnung des verwitterten Feldspathes abgeleitet, das ist 46,37 Kieselsäure, 39,72 Thonerde und 13,91 Wasser, so haben wir doch den Kaolin als „das Grundbildungsmaterial für alle thonartigen Substanzen", wie dies Senft, die Thonsubstanzen (S. 16) bezeichnet, zu betrachten und zunächst diesem Silicat die grösste Beachtung zu schenken.

Keineswegs wird nun in der Praxis Thon und Kaolin identificirt, sondern es werden unter Thon die verschiedenartigsten Gebilde verstanden. Kaolin ist eigentlich nur als Porzellanerde bekannt und wenige Ziegler kennen denselben in ihrer Ziegelerde. Wohl unterscheidet man aber bei den Ziegelmaterialien, wenigstens in der Mark: Lehm, Thon und Mergel.

Unter Lehm versteht der Ziegler ein eisenschüssiges thoniges Gebilde mit Steinen, Mergel nennt er den Lehm, wenn die weissgelbe Farbe der Erde den Kalkgehalt verräth, vor allem aber, wenn ihm Mergelknauern und Kalksteine in dem Materiale bekannt sind. Thon ist für ihn jede Erde, welche beim Graben am Spaten anhaftet, beim Abstich glänzt, im feuchten Zustande plastisch wird und zur Ziegelsteinfabrikation in Formen gestrichen werden kann ohne vorherige Schlämmung, oder, wenn solche doch nöthig, ohne grossen Schlämmrückstand. Er begnügt sich, wenn er seinen Thon zur genaueren Charakteristik als fett oder mager, sandig, sehr sandig, schluffig u. dergl. bezeichnet.

gewonnen wurden, nicht berechtigt, für das gefundene Kali und Natron die zugehörige Menge Thonerde zu berechnen, welche nöthig ist, um Feldspath zu bilden, und den Thongehalt dadurch zu corrigiren, da die Mengen der löslichen Salze des Bodens mit in dem Schlämmprodukt enthalten sind. Es sind sicher Trümmer von Feldspathen beim Thone noch vorhanden, aber dieselben bisher auf keine Weise zu ermitteln.

Noch schwieriger ist die Thonbestimmung im Diluvialglimmersande auszuführen.

Ein solcher ist hier untersucht worden. Die Probe ist von Birkenwerder (s. die Analysen). Der Sand wurde geschlämmt und gab 12,4 pCt. Feinste Theile, welche mit Schwefelsäure aufgeschlossen, 22,57 pCt. Thonerde enthielten.

Diese Zahl wird selbst bei Ermittelung der Gesammtmengen von Thonerde in den Feinsten Theilen lehmiger resp. thoniger Bildungen mit Flusssäure nicht erreicht und ist offenbar auf die erfolgte Zersetzung der Glimmerblättchen zu deuten.. Glimmer ist zwar in anderen diluvialen Bildungen nicht selten, tritt aber procentisch sehr zurück, so dass man derartige Störungen bei der Thonbestimmung sonst nicht vorfindet.

Wenn nun Fesca vorschlägt, davon abzusehen, den Thongehalt bei der Bodenanalyse anzugeben, sondern sich auf die direct gefundene Menge der Thonerde zu beziehen, so ist dies zwar wissenschaftlich sehr begründet, jedoch für den Praktiker eine Vorstellung von reinstem Thone (Kaolin) leichter verständlich, da man fortfahren wird, vom Thongehalte eines Bodens zu reden. Es wird auch die Berechnung der gefundenen Menge Thonerde auf wasserhaltigen Thon nicht unwissenschaftlich zu nennen sein, sobald man sich dabei, gerade wie bei der Berechnung des Humus mit 58 pCt. Kohlenstoff, auf eine bestimmte, wenn auch theoretische Zusammensetzung der Substanz bezieht.

Die alte Vorschrift, den Boden mit concentrirter Schwefelsäure in der Hitze zu behandeln, war auch hier diejenige, welche zuerst angewandt wurde. Nur führten wir diese Methode nicht mit dem Gesammtboden aus, wie die Angabe der Thonbestimmung

nach E. WOLFF vorschreibt[1]), sondern mit den mechanisch abgetrennten Feinsten Theilen.

Zu welchen irrigen Resultaten die Bestimmung des Thones durch Aufschliessen des Gesammtbodens mit concentrirter Schwefelsäure zuweilen führen kann, ist an folgenden Beispielen ersichtlich.

Feiner Diluvialsand. Dallgow. Sect. Rohrbeck.
(F. WAHNSCHAFFE.)

Aufschliessung des Gesammtbodens mit concentrirter Schwefelsäure.

Thonerde	= 0,556
Eisenoxyd	= 0,416
Kali	= 0,078
Kalkerde	= 0,065

Der Sand gab, bei 0,2^{mm} Geschw. im SCHÖNE'schen Apparat abgeschlämmt, nur 1,5 pCt. Feinste Theile. Es kann von einem Thongehalte kaum die Rede sein, zumal solche feine Sande nur ca. 2 pCt. Thonerde enthalten.

Feiner Alluvialsand. Südlich Seegefeld. Sect. Rohrbeck.

Aufschliessung des Gesammtbodens mit concentrirter Schwefelsäure und schwefelsaurem Kali.
(L. DULK.)

	I.	II.
Thonerde	= 0,99	1,45
Eisenoxyd	= 0,42	0,46
Kali	= 0,09	
Natron	= 0,09	
Kalkerde	= 0,15	
Kieselsäure	= 2,03	

[1]) Die Techniker bezeichnen diese Art der Thonbestimmung als rationelle Analyse. Sie führen bei vollständiger Untersuchung eines Thones eine Gesammtanalyse aus und eine Aufschliessung mit Schwefelsäure. Nach Abzug der durch Schwefelsäure aufgeschlossenen Basen und Säuren, finden sie die Zusammensetzung des Sandes. Ueberhaupt unterscheiden sie: Sand, Thon und Flussmittel.

Die chemische Prüfung dieser Schlämmprodukte ergab Folgendes:

Die bei geringen Geschwindigkeiten erhaltenen Schlämmprodukte des Unteren Diluvialmergels und seiner Verwitterungsböden von Rüdersdorf.

(Aufschliessung mit concentrirter Schwefelsäure.)

	Schlämmprodukt bei 0,2^{mm} Geschw.	0,1^{mm} Geschw.	0,02^{mm} Geschw.
Lehmiger Sand.			
Wasserfreier Thon	25,3	26,8	37,5
Wasserhaltiger Thon	29,4	31,1	43,6
Lehm.			
Wasserfreier Thon	42,5	50,7	61,8
Wasserhaltiger Thon	49,4	58,9	71,8
Mergel.			
Wasserfreier Thon	32,1	42,4	48,1
Wasserhaltiger Thon	37,3	49,3	55,9

Wohl sieht man aus diesen Untersuchungen, dass durch geringere Geschwindigkeiten sich Produkte mit steigendem Thongehalte erzielen lassen. Aber damit kommt man nicht viel weiter, denn in dem Schlämmprodukt bei 0,2^{mm} Geschw. ist sicher noch reichlich Thon vorhanden, der auch bestimmt werden muss.

Es wurde nun in einer Conferenz beschlossen, die Feinsten Theile auf Vorschlag des Herrn Professor Finkener mit Fluorwasserstoffsäure aufzuschliessen, um eine grosse Anzahl analytischer Untersuchungen in kürzerer Zeit ausführen zu können. Dabei wurde der Einwand, dass man dadurch die Gesammtmenge der Thonerde erhalten würde, somit auch die nicht dem Thone angehörige, damit beseitigt, dass der Thongehalt in dem Staube die dadurch entstandenen Fehler ungefähr ausgleichen würde. Zu-

gleich war mit einer derartigen Behandlung die Auffindung sämmtlicher Nährstoffe in den Feinsten Theilen verbunden.

So sind denn eine grosse Anzahl von Versuchen in den Special-Erläuterungen zu den Sectionen: Linum, Cremmen, Nauen, Marwitz, Markau, Rohrbeck, Oranienburg, Hennigsdorf und Spandau enthalten, welche aus derartigen Fluorwasserstoffaufschliessungen hervorgingen.

Fragen wir uns nun, wie sich die Resultate der Fluorwasserstoffaufschliessung verhalten zu denen der Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure.

Folgende Untersuchungen gestatten einen Vergleich, auf den allerdings nicht allzugrosses Gewicht gelegt werden darf, da nicht ein und dasselbe Schlämmprodukt zur Analyse verwandt wurde und von vornherein mit diesen Versuchen nicht die Absicht, die Methode zu prüfen, verbunden war.

Unterer Diluvialmergel. Velten.

Chemische Analyse der Feinsten Theile.

Bestandtheile	Lehm (Thon) In Procenten des				(Thonmergel) Diluvialmergel In Procenten des			
	Theilprodukts aufgeschlossen mit		Gesammtbodens		Theilprodukts		Gesammtbodens	
	FlH	SO_4H_2	FlH	SO_4H_2	FlH	SO_4H_2	FlH	SO_4H_2
	(Aufschliessung mit FlH. E. Schulz.)				(Aufschliessung mit SO_4H_2. E. Laufer.)			
Wasserhaltiger Thon	45,06*)	35,30*)	25,23*)	19,76*)	26,06	20,08*)	13,83*)	10,67*)
Eisenoxyd	7,61	7,53	4,26	4,22	4,08	4,22	2,17	2,35
Kohlensaurer Kalk .	—	—	—	—	33,66	32,43	17,89	17,23
Procente der Feinsten Theile	—	—	56,01	55,98	—	—	53,15	53,12
*) Gefundene Thonerde	17,90	14,01	—	—	10,35	7,97	—	—

Man sieht, dass das praktische Resultat durch Aufschliessung des Schlämmproduktes mit Fluorwasserstoffsäure hinsichtlich der Thonbestimmung sehr abweicht von der mittelst Schwefelsäure und dass man das Plus von Thonerde nicht vernachlässigen darf, wenn man positiv und nicht nur relativ vergleichbare Zahlen für den in Rede stehenden Bodenconstituenten erhalten will.

Ob nun damit, dass man die Feinsten Theile (unter 0,01^{mm} D.) als Grenze für den thonigen Bestand des Bodens betrachtet, das Richtige getroffen ist, lässt sich beurtheilen, wenn man das nächste Schlämmprodukt bei 2,0^{mm} Geschw., den Staub (Körner von 0,05—0,01^{mm} D.) auf Thongehalt prüft. Einige Aufschliessungen mit Schwefelsäure ergaben folgendes Resultat:

Der Staub in den Bodenarten des Geschiebemergels vom Bahnhof Rüdersdorf.

(F. Wahnschaffe.)

(Aufgeschlossen durch Schwefelsäure.)

	Staub pCt.	Thonerde	Eisen-oxyd	Lösliche Kiesel-säure
Lehmiger Sand	9,67	2,29[1])	1,04	2,83
Lehm	9,63	12,71[2])	4,96	19,57
Geschiebemergel	11,01	5,20[3])	2,30	6,72

[1]) Entsprechend wasserhaltigem Thon 5,77 pCt.
[2]) do. do. do. 32,00 -
[3]) do. do. do. 13,09 -

Auf den Gesammtboden berechnet erhält man im Staub des lehmigen Sandes 0,56 pCt., des Lehmes 3,08 pCt., des Geschiebemergels 1,44 pCt wasserhaltigen Thon.

Der Staub der Bodenarten des geologischen Profiles von Rixdorf bei Berlin enthielt folgende durch Flusssäure aufgeschlossene Mengen Thonerde.

E. Schulz.

	Staub pCt.	Thonerde	Beispielsw. auf wasserh. Thon des Ges.-Bodens berechnet
Humoser lehmiger Sand. Ackerkrume . . .	8,7	6,54	1,43
Derselbe, unterhalb der Ackerkrume . . .	11,0	7,57	2,11
Lehmiger Sand	10,0	4,12	1,03
Lehm	10,6	10,32	2,77
Oberer Geschiebemergel	10,0	6,91	1,73
Unterer Geschiebemergel	7,5	6,49	1,23

Die erstere Untersuchung ist bereits von Orth „Rüdersdorf und Umgegend“ aufgeführt und mit folgenden Worten erläutert:

„Es zeigt sich demnach auch im Staub noch ein bedeutender Gehalt an Thonerde und derselbe mag mit derjenigen im anderen Schlämmprodukt (Feinste Theile) in der Form des wasserfreien Thonerdesilicates (Thon $= Al_2O_3 [SiO_2]_2$) $= 11,3 : 32,2$ pCt. verglichen werden, wenn auch eine derartige Vergleichung mit Bezug auf die Aufschliessung der nicht oder wenig verwitterten Feldspathe gewisse Schwierigkeiten hat.“

Wenn auch bei der zweiten Reihe von Versuchen der Gehalt an wasserhaltigem Thone noch geringer wird, sobald man mit Schwefelsäure aufschliesst, so ist doch ein exactes Verfahren solchen Versuchen vorzuziehen, welche die Annahme voraussetzen, dass in den Feinsten Theilen durch Flusssäure gerade soviel mehr Thonerde aufgeschlossen wird, als noch Thon in dem Staube vorhanden ist.

Vergleicht man nun die Zusammensetzung des Staubes mit der der Feinsten Theile, wie dieselbe durch Fluorwasserstoffsäure ermittelt worden ist, und andererseits mit der der Sande, so erhalten wir im Staub immerhin grössere Mengen von Thonerde, als je ein Diluvialsand enthält. Daher muss man annehmen, dass hier noch Thongehalt vorliegt. Im Staube kann der Gehalt an

Thonerde bis über die Hälfte des Gehaltes der Feinsten Theile steigen, wie folgendes Beispiel erläutert.

Thonboden. W. Petzow. Am Rankefang.
(L. Dulk.)
I. Aeusserste Ackerkrume. II. Boden aus 0,3 Meter.

	Das Schlämmprodukt bei			
	0,2^{mm} G. (Feinste Theile) enthält:		2,0^{mm} G. (Staub) enthält:	
	in Procenten desselben	des Gesammtbodens	in Procenten desselben	des Gesammtbodens
Thongehalt: I.	30,02 (Al_2O_3 = 11,92 pCt.)	9,68	19,12 (Al^2O_3 = 7,60 pCt.)	5,53
		15,21 pCt. Thon im Gesammtboden		
II.	32,34 (Al_2O_3 = 12,85 pCt.)	10,70	16,76 (Al_2O_3 = 6,65 pCt.)	4,92
		15,62 pCt. Thon im Gesammtboden		
Thongehalt aus dem Gesammtboden (Aufschliessung mit Flussäure)	. . . . . 17,75 pCt.			

Nach solchen Resultaten kommt man zu dem Schlusse, dass der Thongehalt des Staubes berücksichtigt werden muss.

Ein weiteres Beispiel, wie wenig die Thonbestimmung durch Aufschliessung der Feinsten Theile der Wahrheit entspricht, giebt eine Untersuchung Olschewsky's [1]).

Er fand in einem Thone von Osterode 6,38 pCt. Feinste Theile. Diese, der rationellen Analyse unterworfen, gaben

56,30 pCt. Thonsubstanz
43,70 - Sand.

Die rationelle Analyse des Gesammtbodens ergab aber:

28,05 pCt. Thonsubstanz.

[1]) Töpfer- und Ziegler-Zeitung. X. Jahrgang 47.

Bei der Untersuchung der Thone wird man sich deshalb den Technikern anschliessen müssen, d. h. eine Gesammtanalyse und rationelle Analyse in Zukunft auszuführen haben.

Es ist daher in einer späteren Conferenz in Bezug auf die Ausführung der Thonbestimmung im Allgemeinen von den beiden Verfassern und Herrn Dr. Dulk in Vorschlag gebracht und zur Prüfung angenommen worden:

Die Thonbestimmung ist mit dem Schlämmprodukte bei 2,0^{mm} Geschw. (Staub + Feinste Theile) auszuführen und zwar sollen, um von vorn herein übereinstimmende Resultate zu erzielen, Aufschliessungen mit verdünnter Schwefelsäure im zugeschmolzenen Rohre ausgeführt werden und zwar in einem geeigneten Luftbade bei einer durch Versuche genau fest zu stellenden Temperatur, mit stets gleichen Flüssigkeitsmengen und bestimmter Zeitdauer der Einwirkung.

Die Einwände, welche E. Wolff ibidem S. 33 in Hinsicht auf die Angreifbarkeit des Glases anführt, haben wir bei unseren Untersuchungen nicht bestätigt gefunden.

Für landwirthschaftliche Zwecke ist jedoch an der mechanischen Abtrennung der Feinsten Theile vorläufig fest zu halten, weil zunächst die physikalischen Verhältnisse, die Absorptionsfähigkeit des Bodens u. s. w. von jenen abhängig erachtet werden. Ob man auch darin sich täuscht, oder ob die Grenze bei 2,0^{mm} Geschw. zur Abschlämmung genügt, müssen erst weitere Untersuchungen lehren. Würde man mit dem Schöne'schen Cylinder eine geringere Geschwindigkeit als von 0,2^{mm} erreichen können, so hätte man vielleicht diese zur Abscheidung des für die chemische Untersuchung dienenden Materiales genommen. Man erhält aber dann nur weniger Gesteinsmehl. Nun zeigt sich erfahrungsmässig, dass die Produkte über 0,05^{mm} D. physikalisch sich wie Sande verhalten und nur ausnahmsweise ist noch concretionäre, thonige Substanz in denselben.

Jedoch wollen wir die Frage noch offen lassen, ob man eine genügende Trennung bewirkt, wenn man sogleich bei 2,0^{mm} Geschw. abschlämmt, oder in alter Weise bei der mit dem Schöne'schen Apparate — doch wohl nur vorläufig — noch erreichbaren ge-

ringsten Geschwindigkeit. Es ist klar, dass die Arbeitserleichterung eine bedeutende wäre.

Ich schlämmte jüngst einen Kaolin, darauf einige Verwitterungsböden von Porphyren und bemerkte, dass das Produkt, welches ich bei 2,0^{mm} Geschw. erhielt, dasjenige bei 0,2^{mm} Geschw. procentisch ganz bedeutend überstieg. Das Schlämmprodukt bei 2,0^{mm} Geschw. betrug in letzteren beispielsweise 36 pCt., während nur 3 pCt. bei 0,2^{mm} Geschw. abgeschlämmt wurden.

Dabei trat zwischen dem feinsten Schlämmprodukte und dem folgenden eine sehr scharfe Grenze im Cylinder ein.

Jedenfalls ist die chemische Analyse bezüglich der Thonbestimmung bei diluvialen Böden (excl. den Thonen) mit den bei 2,0^{mm} Geschw. abzuschlämmenden Theilen vorzunehmen und zwar mit Schwefelsäure. Es fragt sich nun, in welcher Weise man dieselbe einwirken lässt.

Wenngleich eine genügende Anzahl von Versuchen bereits vorlagen, so waren dieselben doch von vorn herein nicht direct auf die Ergründung der brauchbarsten Methode gerichtet. Häufig mögen Schwankungen herrühren von Verschiedenheiten, welche der Boden, resp. das Schlämmprodukt in sich enthielt. Es schien stets, als ob die Aufschliessung in der Schale oder dem offenen Tiegel nicht recht geeignet wäre, um übereinstimmende Resultate zu erhalten, während durch das Schmelzen mit saurem, schwefelsauren Kali eine stärkere Einwirkung beobachtet wurde.

Beide Verfasser führten daher von ein und derselben Ausgangssubstanz Versuche aus, indem sie dieselbe mit heisser concentrirter Schwefelsäure in der offenen Schale mit saurem, schwefelsaurem Kali in der Schmelzhitze behandelten und ferner mit verdünnter Schwefelsäure (auf 1 Theil Säure 5 Theile Wasser) im zugeschmolzenen Rohre [1]) bei 220° C. und sechsstündiger Einwirkung erhitzten.

---

[1]) Es wurden böhmische Glasröhren verwandt, welche vorher mit Königswasser gereinigt waren.

Zur Vervollständigung der Versuchsreihe wurden die Proben auch mit Soda aufgeschlossen. Die Versuche sind folgende:

Lehm des oberen Diluvialmergels. Deutsch-Wusterhausen. (Sect. Mittenwalde.)

A. Mechanische Analyse.

Grand über 2^{mm}	Sand $2 - 0{,}05^{mm}$	Staub $0{,}05 - 0{,}01^{mm}$	Feinste Theile unter $0{,}01^{mm}$
31,8	42,8	12,6	12,8
		25,4	

B. Chemische Analyse.

I. Aufschliessung der Körner unter $0{,}01^{mm}$ D. (Feinste Theile bei $0{,}2^{mm}$ Geschw.)

Analytiker: E. Laufer (L.) und F. Wahnschaffe (W.)

	Aufschliessung mit											
	CO_3Na_2		SO_4HK				SO_4H_2 in der Schale		SO_4H_2 im Rohr		Kochen-der ClH	
	L.	W.	L.		W.		L.	W.	L.	W.	L.	W.
Geglühter Rückstand	—	—	64,50		64,62		—	—	61,39	61,09	77,22	77,71
Kieselsäure	59,33	59,31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Thonerde	17,82	17,82	16,86	16,72	16,02	16,16	15,62	15,67	16,56	16,54	5,46	5,52
Eisenoxyd	8,81	8,78	8,52	8,52	8,88	8,72	8,41	8,49	8,32	8,78	6,16	6,72

II. Aufschliessung der Körner unter 0,05 mm D. (Staub + Feinste Theile bei 2,0 mm Geschw.)

	Aufschliessung mit								
	CO_3Na_2		SO_4HK		SO_4H_2 in der Schale		SO_4H_2 im Rohr		
	L.	L.	L.	W.	L.	W.	L.	L.	W.
Geglühter Rückstand	—	—	71,19	71,67	—	—	70,31	70,05	71,13
Kieselsäure	66,15	66,49	—	—	—	—	—	—	—
Thonerde	—	16,02	—	13,18	11,69	10,61	—	—	12,60
Eisenoxyd	—	6,86	—	6,95	6,50	6,42	—	—	6,74
Thonerde + Eisenoxyd	22,70	22,88	20,03	20,13	18,19	17,03	20,16	20,02	19,34

Aufschliessung des durch das 2 mm-Sieb gegebenen Gesammtbodens.

(E. L.)

1) mit concentrirter, kochender Salzsäure

Thonerde = 1,32 } 2,75
Eisenoxyd = 1,43 }

2) mit concentrirter Schwefelsäure in der Schale

Thonerde = 2,15 } 2,63
Eisenoxyd = 0,48 }

Betrachtet man zunächst das Verhältniss der aufgeschlossenen Menge Thonerde zu der nicht aufgeschlossenen, so bemerkt man, dass in den Körnern unter 0,01 mm D. (Feinsten Theilen) über 1 pCt. Thonerde sich der Aufschliessung mit Schwefelsäure entzieht, während in den Körnern unter 0,05 mm D. (Staub + Feinste Theile) diese Zahl bedeutend erhöht wird.

Die Aufschliessung mit saurem, schwefelsauren Kali giebt ferner gleiche Resultate wie diejenige mit verdünnter Schwefelsäure (1 Säure : 5 Wasser) im geschlossenen Rohr bei 220° C. und sechsstündiger Einwirkung. Mit concentrirter Schwefelsäure in

der Schale wurden bei der Untersuchung der Körner unter 0,05^{mm} D. von einander abweichende Resultate erhalten, wie nach den früheren Versuchen bereits beobachtet war, trotzdem beide Analytiker sich bemühten nach gleicher Methode zu arbeiten. Die Differenz in den Resultaten der zweiten Aufschliessungen im Rohr ist schwer verständlich. Schwierigkeiten entstanden bei den Versuchen durch Abscheidung der Kieselsäure und ebenso störten nicht unerhebliche Mengen von Titansäure die Bestimmung der Thonerde.

Wenn auch diese Versuchsreihen noch nicht genügen können zur vollständigen Beurtheilung der Methoden, so wird man doch als praktisches Resultat aus den Versuchen herauslesen, dass man bei vollständigen Analysen die Aufschliessung im Rohr wählen wird, zumal man zugleich das Eisenoxydul bestimmen kann.

Kommt es jedoch nur darauf an den Thongehalt zu bestimmen, so wird man besser mit saurem, schwefelsauren Kali aufschliessen, da diese Methode sich durch rasche und bequeme Ausführbarkeit, sowie auch durch Uebereinstimmung der Resultate empfiehlt.

Solche Versuchsreihen sind demnächst zu wiederholen.

Aus der gefundenen Thonerde berechnen sich folgende Zahlen für den Thongehalt, wie er aus den einzelnen Bestimmungsmethoden hervorgehen würde.

Gehalt an Wasserhaltigem Thone.

	100 Theile enthalten nach der Aufschliessung mit				Der Gesammtboden enthält nach der Aufschliessung mit			
		SO_4H_2						
	CO_3Na_2	im Rohr	in der Schale	SO_4HK	CO_3Na_2	im Rohr	in der Schale	SO_4HK
Die Körner unter 0,01^{mm} D. (Feinste Theile) . . .	44,86	41,69	39,47	41,39	5,74	5,34	5,05	5,30
Die Körner unter 0,05^{mm} D. (Staub + Feinste Theile)	40,33	32,98	28,07	33,18	—	8,38	7,13	8,43
Der Feinboden (unter 2^{mm} D.)	—	—	—	—	—	—	8,74	—

Jedenfalls kommt man mit der Aufschliessung der Körner unter 0,05^{mm} D. der Wahrheit näher. (Siehe auch S. 50.)

Natürlich wird diese Methode um so mehr Bedeutung erlangen, je thonreicher die Gebilde sind, wie aus zahlreichen Untersuchungen zu ersehen ist.

Das Verhalten der Thonsubstanz zu kochender Salzsäure.

Jüngsthin hat Fesca [1]) darauf hingewiesen, dass man nicht berechtigt sei, die durch Salzsäure gelöste Thonerde auf Thon zu berechnen; er glaubt dieselbe vielmehr von zeolithartigen Mineralien ableiten zu müssen. Allerdings lösen auch wir in unseren diluvialen Böden grössere Mengen von Thonerde bereits mit Salzsäure auf, aber es ist noch keineswegs festgestellt, in welcher Form dieselbe vorhanden und ob alle Thonsubstanzen gegen dieses Lösungsmittel sich gleich verhalten. Möglich wäre auch, dass ein kleiner Theil dieser Thonerde als Thonerdehydrat im Boden vorhanden ist.

Fragen wir uns nun, wie sich der Kaolin zu Salzsäure verhält, so kann vorläufig folgendes Beispiel dafür angezogen werden.

Ich untersuchte einen abgeschlämmten Kaolin von Rauenstein und fand:

0,89 pCt.	Thonerde,	löslich in	Salzsäure,
33,04 -	-	- -	Schwefelsäure,
1,51 -	-	unlöslich (durch Aufschliessung des Rückstandes mit Soda ermittelt),	
35,44 pCt.	Thonerde im Ganzen.		

Eine weitere Untersuchung hat L. Dulk ausgeführt mit einem Mergel aus der Potsdamer Gegend. Seine Resultate sind folgende:

---

[1]) Fesca, die agron. Bodenuntersuchung und Kartirung S. 34.

Profil des unteren Diluvialmergels am Waldrande der Kemnitzer Wiesen (Sect. Ketzin).

I. Chemische Analyse der Feinsten Theile.

a. Aufschliessung mit Flusssäure.

Bestandtheile	Lehmiger Sand in Procenten des		Lehm in Procenten des		Mergel in Procenten des	
	Schlämm-produkts	Gesammt-bodens	Schlämm-produkts	Gesammt-bodens	Schlämm-produkts	Gesammt-bodens
Thonerde . . .	12,06	1,03	18,03	3,72	12,13	2,12

b. Aufschliessung mit kochender concentrirter Salzsäure.

Kieselsäure . .	8,77	0,74	18,19	3,76	11,86	2,02
Thonerde . . .	5,83	0,50	11,63	2,40	5,14	0,88

II. Chemische Analyse des Gesammtbodens.

Aufschliessung mit kochender concentrirter Salzsäure.

Kieselsäure . .	1,09	5,19	2,82
Thonerde . . .	0,70	3,49	1,47

Es ist somit von der Thonerde der Feinsten Theile fast die Hälfte in kochender Salzsäure löslich und diese Menge, auf den Gesammtboden bezogen, wird nicht um das Doppelte vermehrt bei der Behandlung des Gesammtbodens selbst mit kochender Salzsäure. Demnach ist in Salzsäure lösliches Thonerdesilicat (?) in den Feinsten Theilen angehäuft. Dabei unterscheidet sich der Lehm wesentlich von den anderen Bildungen. Er besitzt aber auch weit höheren Gehalt an Thonerde überhaupt.

Fernere meinen Untersuchungen entlehnte Beispiele sind folgende, in welchen das Verhalten der Thonerde in diesen Substanzen als das gewöhnliche zu bezeichnen ist.

Thonschlamm der Ziegeleien von Birkenwerder.

Thonerde, löslich in Salzsäure	=	0,22 pCt.
- - - Schwefelsäure	=	6,74 -
Löslich in Summa	=	6,96 pCt.

Feinste Theile des Unteren Diluvialmergels.
Bornstedt.

Thonerde, löslich in Salzsäure	=	1,60 pCt.
- - - Schwefelsäure	=	11,38 -
Löslich in Summa	=	12,98 pCt.

Dr. Dulk fand bei eingehender Untersuchung des Unteren Diluvialmergels von Rüdersdorf in verdünnter Salzsäure löslich:

im Schlämmprodukt bei	0,1 mm Geschw.	0,02 mm Geschw.
SiO_2 =	0,69 pCt.	0,53 pCt.
Al_2O_3 =	1,74 -	1,29 -
Fe_2O_3 =	0,87 -	0,75 -

Aus den Feinsten Theilen des Lehmes von Deutsch-Wusterhausen (siehe S. 53 ff.) wurde gelöst an Thonerde = 5,49 pCt. des Schlämmprodukts, aus dem Gesammtboden selbst:

Thonerde = 1,32 pCt.

In Hinblick darauf, dass der Kaolin selbst in Salzsäure fast 1 pCt. Thonerde abgiebt, lässt sich die mit Salzsäure ausgezogene Menge Thonerde bei der Thonbestimmung nicht ganz in Abzug bringen. Wieweit diese Thonerde zeolithischem Materiale angehört, ist schwer zu entscheiden.

Dies sind Schwierigkeiten und Mängel, welche stets derartige Untersuchungen begleiten werden.

Wäre nun bereits ein Mergel in solch eingehender Weise untersucht wie der Lehm (S. 53), so würden bei der Untersuchung des Gesammtbodens voraussichtlich bedeutend grössere Mengen Thones gefunden, da durch die Säure eine grössere Anzahl von Kalksteinchen neues thoniges Material liefern würden, welches zunächst doch nicht als Thon im Boden vorhanden ist, mithin auch für dessen physikalische Eigenschaften gar nicht in Betracht kommen kann.

Es ist die Hindeutung von Fesca auf die Löslichkeit eines Theiles der Thonerde in Salzsäure mit Dank hinzunehmen, indem dadurch allerdings die Thonbestimmung beeinflusst werden kann. In diluvialen Böden ist der in Salzsäure lösliche Theil der Thonerde

im Allgemeinen nicht so bedeutend, als in jenen von FESCA untersuchten Bodenarten.

Ueberhaupt ist das Verhalten der Thonsubstanz zu verschiedenen Agentien noch zu wenig studirt. Auch in der sonst so ausführlichen Arbeit von SENFT „Die Thonsubstanz, Berlin 1879“ ist über ihr chemisches Verhalten nur wenig mitgetheilt.

C. Bestimmung des Gehaltes an Calcium- bez. Magnesiumcarbonat. (F. W.)

Die märkischen Diluvialbildungen besassen ursprünglich alle einen mehr oder weniger hohen Gehalt an kohlensaurem Kalk, welcher von den gewaltigen Massen silurischer, jurassischer und cretacëischer Kalke herrührt, die während der Eiszeit aufgearbeitet wurden. Durch die Jahrtausende hindurch bis auf die Jetztzeit herab stattfindende Verwitterung, bei welcher durch kohlensäurehaltige Gewässer der Kalk als Bicarbonat aufgelöst und hinweggeführt wird, sind die zu Tage tretenden Diluvialablagerungen in ihrem obersten Theile bereits völlig ihres Gehaltes an kohlensaurem Kalk beraubt, so dass wir in der Umgegend Berlins fast nirgends ein ursprünglich kalkhaltiges Diluvialgebilde als Ackerboden antreffen. Anders dagegen verhält es sich mit einigen Bodenarten des Alluviums, in welchen der dem Diluvium entzogene Kalk wiederum zum Absatz gelangt ist und theilweise noch beständig gelangt. Diese Bildungen sind der Moormergel, der Wiesenkalk und der Wiesenthonmergel, von welchen ersterer als Ackerboden vielfach vorkommt.

Die Bestimmung des kohlensauren Kalkes bei den Diluvial- und Alluvialablagerungen hat nun einerseits den wissenschaftlichen Zweck, dieselben als Glieder der Quartärformation ihrer petrographischen Zusammensetzung nach zu charakterisiren, andererseits aber auch eine praktische Bedeutung, da es für die Land- und Forstwirthschaft sowie für die Technik von Wichtigkeit ist, den Kalkgehalt der als Ackerboden oder als Untergrund in Betracht kommenden oder als Bodenmeliorationsmittel und zur Ziegelindustrie verwandten Quartärbildungen zu kennen.

Um diesen Anforderungen zu genügen, wurden je nach der verschiedenen Ausbildung des zu untersuchenden Materials haupt-

sächlich drei verschiedene Methoden angewandt, welche sämmtlich darauf hinausgingen, den Kohlensäuregehalt zu ermitteln und daraus den Gehalt an kohlensaurem Kalk zu berechnen. Hierzu berechtigte der Umstand, dass nur in seltenen Fällen eine etwas erheblichere Menge Magnesiumcarbonat sich nachweisen liess.

Die Kohlensäure wurde bestimmt 1) durch directe Wägung 2) durch Wägung aus dem Verlust und 3) durch volumetrische Messung.

1. Bestimmung der Kohlensäure durch directe Wägung.

Diese Methode fand bei der Untersuchung der Feinsten Theile von kalkhaltigen Bodenarten Verwendung, im Falle es sich um eine möglichst genaue Ermittelung der in ihnen enthaltenen, für das Gedeihen und die Ernährung der Pflanzen physikalisch und chemisch wirksamen Stoffe handelte. Auch bei Gesammtbodenuntersuchungen kalkhaltiger Thone und Sande wurde diese Methode gewählt, um bei Anwesenheit von nur ganz geringen Mengen kohlensauren Kalkes noch sichere Bestimmungen ausführen zu können.

Bei Anwendung dieser Methode wurden die in Rose's Handbuch der analytischen Mineralchemie, vollendet von R. Finkener, pag. 774 ff. gegebenen Vorschriften befolgt, indem 0,5 bis 2 Gramm des bei 110° C. getrockneten Materials in ein Kölbchen mit weitem Hals gebracht und mit etwas destillirtem Wasser übergossen wurden. In dieses Wasser wurde die ebenfalls mit Wasser angefüllte und, um das Aufsteigen von Kohlensäurebläschen zu vermeiden, am untersten Ende aufwärts gebogene Trichterröhre eingesenkt und der Trichter nach Schliessung des Glashahnes mit verdünnter Salzsäure gefüllt. Zum Durchleiten und Trocknen der entwickelten Kohlensäure diente ein 50^{cm} langes, bis zur Hälfte mit porösem Chlorcalcium gefülltes Glasrohr mit circa 12^{mm} lichtem Durchmesser, welches an dem einen Ende kniefördig gebogen und ausgezogen durch den Kautschukstopfen des Kölbchens hindurchgesteckt wurde. In dem mit diesem Rohre verbundenen Geisler'schen Kaliapparate wurde die Kohlensäure aufgefangen und gewogen.

2. Wägung der Kohlensäure aus dem Verlust.

Zur Ermittelung des Kalkgehaltes der durch die Schlämmanalyse und Körnung des Bodens erhaltenen Theilprodukte sowie auch bei Gesammtböden wurde die Kohlensäure durch Salzsäure ausgetrieben und durch Wägung aus dem Verlust gefunden. Bei der Untersuchung wurden nicht nur kleine, sondern auch grössere Mengen bis zu 100 Gramm angewandt und dies besonders bei Gesammtböden und den gröberen Theilprodukten derselben mit geringem Kalkgehalt, um einigermaassen genaue Durchschnittsproben zu erhalten. Zu letzterem Zwecke wurden weithalsige Kolben von circa 800^{kcm} Inhalt mit einer horizontalliegenden Chlorcalciumröhre zur Aufnahme des mit der Kohlensäure entweichenden Wasserdampfes versehen, so dass sich der ganze Entwicklungsapparat noch bequem auf eine grössere Wage bringen liess, welche beim Abwägen eine Genauigkeit bis zu 0,01 Gramm ermöglichte. Die Salzsäure wurde stets in dünnwandigen, aufrechtstehenden Glascylindern oder Röhrchen in die Gefässe eingeführt und nach Wägung des ganzen Apparates durch vorsichtiges Neigen mittels des an den Cylindern befindlichen Abgusses entleert. Bei einigen reineren Sanden wurde der kohlensaure Kalk mittels stark verdünnter Salzsäure in der Kälte ausgezogen, der Rückstand gewogen und aus dem Verlust der kohlensaure Kalk berechnet. Diese Methode gab bei unseren nordischen Sanden hinreichend genaue Resultate.

3. Volumetrische Messung der Kohlensäure.

Die volumetrische Kohlensäurebestimmung wurde mit dem Scheibler'schen Apparate ausgeführt und meistens bei kalkhaltigen Gesammtböden angewandt, wenn es sich darum handelte, grössere Reihen von Bodenarten hinsichtlich ihres Kalkgehaltes vergleichen zu können. Die rasche und bequeme Ausführung der Untersuchung war hauptsächlich bei der Wahl der Methode bestimmend.

Es wurde hierbei so verfahren, dass entweder der Gesammtboden direct zur Untersuchung diente, oder der Feinboden desselben

(Körner unter 2^{mm}). In beiden Fällen wurden etwa 500 Gramm möglichst gleichmässig gemischt und davon 2—10 Gramm in einer guten Durchschnittsprobe entnommen und in einen kleinen zuvor gewogenen Porzellantiegel geschüttet. In vielen Fällen wurde absichtlich keine Durchschnittsprobe entnommen, sondern von verschiedenen Handstücken je eine kleine Probe auf Kalkgehalt geprüft, um die Schwankungen in demselben bestimmen zu können. In dem Porzellantiegel wurde die Substanz lufttrocken gewogen. Es wurde besonders darauf gesehen, dass bei den Proben der Kalk in feiner Vertheilung vorhanden war, da bei Anwesenheit grösserer Kalkstückchen durch die zu langsame Kohlensäureentwicklung Fehler entstehen können. Zur Entwicklung der Kohlensäure diente eine starkwandige 500^{kcm} fassende Pulverflasche mit genau eingeschliffenem und durchbohrten Glasstopfen. Durch diesen Glasstopfen geht ein Glasrohr hindurch, welches gut verkittet unten mit demselben abschneidet und nicht wie bei den früher in Gebrauch befindlichen Apparaten mit einer Kautschukblase versehen ist, wodurch in Folge von Diffusionserscheinungen Fehler entstehen können. Die durch den Stopfen gehende Glasröhre ist durch einen starkwandigen Gummischlauch mit dem feststehenden Apparate verbunden. Das aufwärts steigende Glasrohr ist spindelförmig erweitert, um die entwickelte Kohlensäure aufzunehmen und zu verhüten, dass dieselbe mit dem Wasser, womit der Apparat gefüllt ist, in Berührung kommt, so dass keine Absorption dieser Kohlensäure stattfinden kann. Was die übrige Einrichtung des Apparates betrifft, so kann auf die in Fresenius' Quantitativer Analyse gegebene Beschreibung verwiesen werden. Nachdem 20^{kcm} verdünnte Salzsäure (1 : 3) in die Entwicklungsflasche gegeben waren, wurde der Porzellantiegel mit der Substanz mittels einer Tiegelzange eingeführt und nach Schliessung und Einstellung des Apparates die Flasche so lange geschüttelt, bis keine bemerkbare Kohlensäureentwicklung mehr stattfand. Dann wurde kurze Zeit der Apparat ruhig stehen gelassen, darauf die Kcm. Kohlensäure abgelesen und unter Berücksichtigung des Barometerstandes und der Temperatur nach einer Tabelle berechnet, auf welcher die Coëfficienten mit Berücksichtigung aller Fehler-

quellen nach den Versuchen des Herrn Prof. FINKENER angegeben waren. Es wurden stets zwei, in manchen Fällen drei Bestimmungen von demselben Gesammtboden ausgeführt und daraus der Durchschnitt berechnet.

Die Kohlensäurebestimmungen mit dem SCHEIBLER'schen Apparate stimmen im Allgemeinen sehr gut unter sich überein, wenn zwei oder mehrere Proben desselben Gesammtbodens untersucht wurden. Bei gleichmässigen Proben differiren die Bestimmungen oft nur um 1—2 Zentel Procent, so dass grössere Abweichungen fast immer in der Schwierigkeit, eine gleichmässige Durchschnittsprobe zu erhalten, zu suchen sind, andererseits durch absichtliche Entnahme verschiedener Proben veranlasst war. Diese Schwierigkeit zeigte sich besonders bei den Geschiebemergeln, von welchen zur Kalkbestimmung die Durchschnittsproben meist von dem zuvor durch das 2^{mm}-Sieb gegebenen Boden entnommen wurden. Hier kommen zuweilen Differenzen bis zu einem Procent vor. Bei der Kalkbestimmung in den verschiedenen Theilprodukten des Bodens wurde nur in einigen Fällen die Kohlensäure mit dem SCHEIBLER'schen Apparate, meistens jedoch durch Wägung aus dem Verlust bestimmt. Daneben wurde stets eine Kohlensäurebestimmung des Gesammtbodens mit dem SCHEIBLER'schen Apparate ausgeführt. Die Summe der Kalkbestimmungen der Theilprodukte verglichen mit der Kalkbestimmung des Gesammtbodens gab oft etwas grössere Differenzen, da hier Ausgangssubstanzen von sehr verschiedenem Gewicht angewandt wurden, so dass die Durchschnittsproben nicht immer ganz gleichartig sein konnten.

Nachfolgend sind einige von diesen Bestimmungen zum Vergleich zusammengestellt, woraus ersichtlich, dass Abweichungen bis zu 1,5 pCt. vorkommen.

		Summe der Kalkbest. in den Theilprodukten	Kalkbest. im Gesammtboden
Oberer Diluvialmergel	Callin	10,5	10,6
	Dorotheenhof . .	12,7	11,3
	Schwante	10,3	9,3
Unterer Diluvialmergel	Velten. Obere Bank	28,3	27,1
	Velten. Untere Bank	19,0	17,5

Als Beispiel für die relative Genauigkeit der Kalkbestimmungen mit dem SCHEIBLER'schen Apparat sei eine Untersuchung Dr. LAUFER's bei einem Diluvialthonmergel von Streganz erwähnt, der nach Ermittelung mit dem SCHEIBLER'schen Apparat 7,65 pCt. durch Wägung im GEISLER'schen Kaliapparat 7,74 pCt. Kohlensäure enthielt.

Bei dieser Gelegenheit sei noch ein interessanter Versuch desselben Analytikers mitgetheilt, den derselbe anstellte, um bei einem Diluvialthonmergel der Section Königswusterhausen Jagen 86 das Verhältniss zwischen kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia festzustellen.

Es wurden zuerst zwei Kohlensäurebestimmungen mit dem SCHEIBLER'schen Apparate ausgeführt, welche auf kohlensauren Kalk berechnet 14,4 pCt. und 14,6 pCt. ergaben.

Demnächst wurden zwei Kohlensäurebestimmungen durch Wägung der Kohlensäure aus dem Verlust und im GEISLER'schen Kaliapparat ausgeführt, wo bei ersterer 6,61 pCt., bei der anderen 6,89 pCt. Kohlensäure entsprechend 15,02 pCt. und 15,66 pCt. kohlensaurem Kalk gefunden wurden. Der bei der zweiten Bestimmung gefundene höhere Kohlensäuregehalt liess auf Anwesenheit von kohlensaurer Magnesia schliessen.

Es wurde nun eine Aufschliessung der ursprünglichen Substanz mit Soda vorgenommen, die 8,28 pCt. Kalkerde und 1,92 pCt. Magnesia ergab. Um nun zu ermitteln, in welchem Verhältniss beide alkalische Erden als Carbonate vorhanden, kochte Dr. LAUFER eine Probe mehrmals mit salpetersaurem Ammoniak in bedeutendem Ueberschuss, wodurch die Carbonate der Kalkerde und Magnesia in Nitrate übergeführt wurden. Das Resultat war folgendes:

Kalkerde 8,00 pCt., zugehörige CO_2 6,29 pCt.
Kohlensaurer Kalk 14,29 pCt.
Magnesia 0,64 pCt., zugehörige CO_2 0,70 pCt.
Kohlensaure Magnesia 1,34 pCt.
Summe der Carbonate 15,63 pCt.

Die Methode scheint demnach für derartige Trennungen sehr brauchbar zu sein.

D. Bestimmung des Humusgehaltes.

(F. W.)

Die Ermittelung des Humusgehaltes geschah stets nach der KNOP'schen Methode, welche auch von E. WOLFF [1]) empfohlen worden ist, durch Oxydation des Kohlenstoffs mittels Kaliumbichromat und Schwefelsäure zu Kohlensäure und Wägung derselben im GEISLER'schen Kaliapparate.

Etwa 500 Gramm des humushaltigen Bodens wurden in einer grösseren Porzellanreibschale mit dem Pistill zerdrückt und möglichst gleichmässig gemengt. Hiervon wurden, nachdem der Boden auf einem Bogen Papier ausgebreitet und erforderlichen Falls die gröberen Bestandtheile mit dem Siebe von 2^{mm} Lochweite abgesiebt waren, um eine möglichst gute Durchschnittsprobe zu erhalten, je nach dem grösseren oder geringeren Humusgehalte 1—10 Gramm in ganz kleinen Portionen von den verschiedensten Punkten entnommen. In dieser Weise wurden stets zwei Proben zur Analyse vorbereitet und im Glasröhrchen unter einem Strome durch Schwefelsäure geleiteter Luft bei 100^0 C. anhaltend getrocknet. Die angegebene Temperatur wurde hierbei sehr genau eingehalten, da bei 110^0 C. das tropfenweis abdestillirende Wasser bereits bräunlich gefärbt war und auf Zersetzungsprodukte der Humussubstanzen hindeutete. Es sei hier bemerkt, dass Herr Dr. LAUFER stets den lufttrocknen Boden direct zur Humusbestimmung verwandt hat.

In einem kleinen, weithalsigen Kölbchen wurde die Substanz mit 10—20 Kubikcm. destillirten Wassers übergossen und darauf etwa die gleiche Menge concentrirter Schwefelsäure durch einen kleinen Trichter nach und nach hinzugefügt. Bei der durch die Mischung stattfindenden starken Erhitzung wurde sowohl die im Boden frei vorhandene Kohlensäure, als auch durch die Schwefelsäure die an Kalk gebundene (z. B. bei dem Moormergel) vollständig ausgetrieben und durch öfteres Absaugen ganz aus dem Kölbchen entfernt. Da sich häufig in den Bodenarten und besonders in den Oberkrumen noch nicht völlig zersetzte Pflanzentheile vorfanden,

[1]) E. WOLFF, Anleitung z. chem. Unters. landwirthsch. wichtig. Stoffe, Berlin 1875, pag. 39.

die sich nicht immer durch Auslesen vorher abtrennen liessen [1]), so wurde zu ihrer vollständigen Verkohlung die Substanz einige Tage mit der Schwefelsäure in Berührung gelassen. Bei der Ausführung der Bestimmung wurde das Kölbchen, nachdem etwa 10 Gramm gestossenes Kaliumbichromat vorsichtig hineingeschüttet waren, rasch mit einem Kautschukstopfen verschlossen, der an seiner Unterfläche mit einem dünnen Platinbleche umgeben war. Hierdurch wurden alle Fehler vermieden, welche ein bei allzu heftiger Entwicklung der Kohlensäure stattfindendes Spritzen gegen den Stopfen hätte verursachen können. Durch den Kautschukstopfen ging wie bei der Kohlensäurebestimmung der kalkhaltigen Bodenarten ein 50 cm langes, bis zur Hälfte mit Chlorcalcium gefülltes Glasrohr, welches mit dem Kaliapparate verbunden wurde. Da jedoch durch Entwicklung geringer Mengen Schwefelwasserstoffes aus etwa vorhandenen Schwefelverbindungen, oder Salzsäuregases aus den zuweilen in den Humusböden enthaltenen Chloriden Fehler entstehen konnten, so wurde zwischen dem GEISSLER'schen Kaliapparate und dem Chlorcalciumrohr eine U-förmige Röhre mit Bimmsteinstücken eingeschaltet, die mit Kupfervitriol getränkt und bis zur Austreibung seines Hydratwassers erhitzt waren. Zur grösseren Vorsicht schloss sich hieran nochmals ein U-förmiges Chlorcalciumrohr. Das Kochfläschchen wurde nun anfangs ganz allmählich erwärmt und die Temperatur nach und nach bis zum angehenden Kochen gesteigert. Nach dem völligen Abkühlen wurde durch ein zweites, durch den Kautschukstopfen gehendes, unten aufgebogenes Rohr ein Luftstrom, dem zuvor durch Kalilauge alle Kohlensäure entzogen war, hindurchgeleitet.

Bei den ersten Analysen wurde die Oxydation des Humus direct durch Chromsäure bewirkt. Da jedoch die Entwicklung der Kohlensäure bei Anwesenheit von viel Humus oft sehr stürmisch verlief, so wurde späterhin stets Schwefelsäure und Kaliumbichromat verwandt, wobei die Oxydation meist sehr ruhig und gleichmässig

---

[1]) Wo ein Auslesen der Wurzelfasern möglich war oder dieselben nach Zusatz von Wasser als schwimmende Theile entfernt werden konnten, wurde dies stets ausgeführt.

vor sich ging. Ausserdem empfiehlt sich letztere Methode, wenn es sich darum handelt, eine grössere Reihe von Humusbestimmungen auszuführen, durch die weit grössere Billigkeit.

E. Bestimmung des Glühverlustes.

(F. W.)

Der Glühverlust wurde nur in einigen Fällen bei Gesammtböden, hauptsächlich jedoch bei den durch die mechanische Analyse erhaltenen Theilprodukten des Bodens bestimmt. Im ersteren Falle, welcher fast nur bei solchen humosen Bodenarten angewandt wurde, die zum grössten Theil aus Sand und humosen Theilen bestanden, hatte die Glühverlustbestimmung den Zweck, hierdurch annähernd den Humusgehalt zu ermitteln und den Boden, der wegen der Anwesenheit grösserer Mengen von Humus und wegen der nicht sehr feinen Vertheilung desselben zur Schlämmanalyse ungeeignet war, durch eine derartige Entfernung des Humus und nachheriges Ausziehen mit verdünnter Salzsäure zum Schlämmen vorzubereiten. Durch die mechanische Analyse erhielt man allerdings eine genaue Körnung des Sandes, doch ist dieselbe gerade bei humosen Bodenarten agronomisch nur von geringem Werth, da die physikalischen Eigenschaften des Bodens, vor allem seine Absorptionsfähigkeit gegen Pflanzennährstoffe und sein Verhalten gegen Wasser, auch bei nicht sehr hohem Humusgehalt doch in erster Linie von diesem abhängig sind.

Die Glühverlustbestimmung bei der Untersuchung der Feinsten Theile unter 0,01 ^{mm} D. wurde desshalb ausgeführt, um das Verhältniss der für die Pflanzenernährung direct oder indirect wirksamen Stoffe zu den dabei nicht so wesentlichen Bestandtheilen festzustellen, zugleich aber auch, um Anhaltspunkte für den Wassergehalt der im Boden enthaltenen Silikate, vor allem des Thones zu gewinnen.

Der Glühverlustbestimmung ging stets ein sorgfältiges Trocknen der Probe bei 100—110° C. voraus. Dasselbe wurde in einem mit eingeschliffenem Stopfen versehenen, circa 6 ^{cm} langen Alkaloïdgläschen ausgeführt. Dieses Gläschen wurde in einen kupfer-

nen Trockenschrank eingesenkt und mit einem Kork verschlossen, in welchen ein Ableitungs- und Zuleitungsrohr von Glas eingefügt war. Die Trocknung geschah dann unter einem constanten Strome von Luft, welchem durch Schwefelsäure der Wassergehalt entzogen war. Nach 3—5-stündigem Trocknen wurde das Gläschen herausgenommen, mit dem Glasstopfen verschlossen und nach dem Erkalten im Exsiccator direct auf die Wage gebracht. Das Gewicht der anzuwendenden Substanz wurde durch Ausschütten und Zurückwägen des Gläschens ermittelt.

Die Glühverlustbestimmung wurde sodann in der Weise ausgeführt, dass die Probe im Platintiegel über dem Gebläse anhaltend bis zum constanten Gewicht geglüht wurde. Dies Verfahren wurde desshalb angewandt, weil der Thon sein chemisch gebundenes Wasser mit grosser Zähigkeit festhält, weil bei schwacher Glühhitze etwa vorhandene organische Substanzen nicht vollständig zerstört werden und weil bei Anwesenheit von kohlensaurem Kalk unter Anwendung einer bis zur Zerstörung des Humus gesteigerten Glühhitze derselbe schon zum Theil seine Kohlensäure verliert. Diese Kohlensäure lässt sich jedoch nicht, wie Fesca behauptet [1]) durch Ammoniumcarbonat regeneriren, da sich bei der innigen Mengung des Kalkes mit staubförmiger Kieselsäure sogleich Kalksilicat bildet, welches durch Ammoniumcarbonat nicht wieder rückgebildet wird. Wir zogen es daher vor, so stark zu glühen, dass sämmtliche Kohlensäure ausgetrieben wurde und sich ein schmelzbares Kalksilicat [2]) bildete. Dieselbe Probe wurde darauf zur Aufschliessung mit Flusssäure verwandt, indem die blasige Schlacke mit kalter Flusssäure übergossen und einen Tag lang in der Kälte stehen gelassen wurde, wobei sich die geschmolzene Masse sehr gut löste.

Es ist allerdings zu bemerken, dass bei dieser starken Hitze durch Sublimation der im Wasser löslichen Salze des Gesammtbodens, welche bei der Art der Gewinnung des Schlämmprodukts

---

[1]) A. a. O., pag. 40.

[2]) Zuweilen erhält man dabei eine vollständige Aufschliessung der Substanz, welche mit Wasser und Salzsäure aufgenommen werden kann.

durch Eindampfen in den Feinsten Theilen mit enthalten sind, leicht ein Verlust entstehen kann. Man vermeidet dies, wenn man zuerst unter Lüftung des Platindeckels schwächer und zuletzt bei aufgelegtem Deckel stärker erhitzt.

In der nachstehenden Tabelle ist bei einigen Mergelprofilen die zu der gefundenen Thonerde zugehörige Wassermenge berechnet und der gefundene Glühverlust damit verglichen. Dies geschah unter der Annahme, dass sämmtliche Thonerde in dem Schlämmprodukt bei 0,2 mm Geschw. vorhanden sei, was ja allerdings nicht ganz zutrifft, da immer ein Theil in Feldspäthen und anderen Silicaten enthalten ist. Bringt man diese Thonerde in Anrechnung, so könnte der erhaltene Ueberschuss des Glühverlustes darauf hindeuten, dass ein Theil des Eisenoxyds in dem Thon vicarirend auftritt, welche Ansicht auch Hr. Laufer mit mir theilt (S. 41).

Fundort	Bodenart		Feinste Theile bei 0,2 mm G. in Procenten des Schlämmprodukts		
			Thonerde	Berechneter Wassergehalt	Gefundener Glühverlust excl. CO_2
Callin bei Grünefeld Sect. Nauen	Ob.	Lehmiger Sand	13,51	4,59	5,51
	Dil.	Lehm	19,65	6,88	7,41
		Mergel	13,41	4,70	6,06
Marwitz O. Sect. Marwitz	Ob.	Lehmiger Sand	12,29	4,30	10,04
	Dil.	Lehm	20,77	7,27	8,46
Birkenwerder Sect. Hennigsdorf	Ob.	Lehmiger Sand	13,97	4,89	9,32
		Lehmiger Sand	13,36	5,46	5,40
	Dil.	Sandiger Lehm	17,58	6,16	6,64
		Sandiger Mergel	12,25	4,29	4,79
	Unterer Diluvial-Mergel		14,50	5,08	5,79
Schwante Sect. Cremmen	Ob.	Lehmiger Sand	12,91	4,52	13,74
	Dil.	Sandiger Lehm	16,17	5,66	7,79
		Mergel	14,04	5,33	5,26

Analytiker: E. SCHULZ.

Fundort	Bodenart	Feinste Theile bei 0,2 mm G. in Procenten des Schlämmprodukts		
		Thonerde	Berechneter Wassergehalt	Gefundener Glühverlust excl. CO_2
Rixdorf Sect. Tempelhof	Humoser lehmiger Sand (Ackerkrume)	12,57	4,40	12,40
	Humoser lehmiger Sand (Ackerboden)	14,06	4,92	11,59
	Lehmiger Sand	13,84	4,84	4,31
	Lehm	18,37	7,82	7,37
	Oberer Diluvial-Mergel	13,92	4,87	5,58
	Unterer Diluvial-Mergel	14,74	5,16	5,91

Diese Zusammenstellung zeigt, dass die Glühverlustbestimmungen bei den Oberkrumen, wo fast der ganze feinvertheilte Humus im ersten Schlämmprodukte enthalten ist, von dem berechneten Wassergehalt sehr differiren, dass aber bei den tiefer gelegenen Bodenarten, wo kein Humus oder nur ganz geringe Mengen vorhanden waren, die berechnete und gefundene Zahl sich sehr nahe kommen. Dabei ist jedoch immerhin zu bedenken, dass das gefundene Eisenoxyd, welches zum kleineren Theil als Oxydhydrat im Boden vorhanden sein dürfte, bei dieser Berechnung unberücksichtigt geblieben ist, so dass man alle weiteren Schlüsse nur mit Vorsicht ziehen darf.

Bei dem Rixdorfer Profil, wo in den beiden obersten Bodenarten im Schlämmprodukt der Kohlenstoff durch Oxydation mit Kaliumbichromat und Schwefelsäure bestimmt wurde, ergiebt der Glühverlust abzüglich des berechneten Humusgehaltes (6,35 und 5,28): 6,05 pCt. und 6,31 pCt.

F. Bestimmung der mineralischen Nährstoffe in den Feinsten Theilen und im Gesammtboden.

(E. L.)

Wie zu Beginn dieser Abhandlung bereits erwähnt, waren zunächst die Arbeiten dahin gerichtet, die Bodenconstituenten abzuscheiden. Erst in zweiter Reihe folgte die Untersuchung auf die mineralischen Nährstoffe und zwar zunächst in den Feinsten Theilen, zuweilen auch im Gesammtboden. Gerade in ersteren wurden die Nährstoffe so häufig bestimmt, weil zu erwarten war, dass durch zahlreiche in dieser Richtung ausgeführte Arbeiten eine Vergleichbarkeit erzielt und positives Material für die Kenntniss diluvialer Böden gewonnen werden würde. Ferner sind in den Feinsten Theilen die Nährstoffe auch concentrirt, zumal bei der Art des Verfahrens dieses Schlämmprodukt zu gewinnen, stets die, wenn auch bei diluvialen Böden meist geringen, in Wasser löslichen, also direct disponiblen Nährstoffe mit erhalten werden. [1])

Auf die Wichtigkeit der eingehenden Untersuchung der Feinsten Theile hat A. Orth bereits in seiner Arbeit: Geognost. Durchforsch. d. Schles. Schwemmlandes S. 9, hingewiesen.

Kali und Kalkerde wurden bei der Untersuchung der Feinsten Theile in zahlreichen Fällen bestimmt, ebenso auch die Phosphorsäure. Diese so wichtige Substanz sollte stets ausser in den Feinsten Theilen auch im Gesammtboden ermittelt werden. Die Schwefelsäure wurde nicht bestimmt, da dieselbe in nur geringen Mengen vorhanden ist; jedoch werden bei ferneren eingehenden Untersuchungen auch ihre Mengen zu ermitteln sein, und da im Boden fast immer nur lösliche Sulfate vorhanden, so wird man auch diese Säure am besten in den Feinsten Theilen bestimmen.

---

[1]) Aus diesem Grunde ist es von grosser Wichtigkeit, sich beim Abschlämmen der Feinsten Theile eines guten destillirten Wassers zu bedienen, umsomehr, da hier grössere Wassermengen in die Substanz gelangen, als gewöhnlich die Analyse durchlaufen, ohne dies kommen jene Mengen hinzu. Vergl. auch die Untersuchung von Wahnschaffe S. 23.

Wichtig ist es ferner, dass man die Schalen zum Eindampfen nicht zu stark erhitzt, was am besten auf dem Wasserbade vermieden wird. Die löslichen Salze sind sonst sehr schwer von den Gefässen zu trennen.

Der kohlensaure Kalk wurde fast stets im Gesammtboden und sehr häufig in den Feinsten Theilen bestimmt. Eine grosse Reihe von Versuchen liegt vor über die weitere Vertheilung des Kalkgehaltes in den verschiedenen Körnungs- und Schlämmprodukten.

Ueber die analytischen Methoden, durch welche die mineralischen Nährstoffe ermittelt wurden, geben die einzelnen Analysen z. Th. Aufschluss, indem gewöhnlich das Lösungsmittel angegeben ist. In früheren Untersuchungen, bei denen man davon ausging, in den Feinsten Theilen den Thongehalt durch Aufschliessung mittels Abrauchen mit concentrirter Schwefelsäure zu erfahren, wurden auch meist nur die durch jene Behandlung in Lösung gegangenen Nährstoffe bestimmt, während durch die späteren Aufschliessungen vermittelst Fluorwasserstoffsäure sämmtliche vorhandene Nährstoffe der Feinsten Theile erhalten wurden.

Letztere Methode verdient jedenfalls, wenn man diese Frage erörtert, den Vorzug, denn auch die von der concentrirten Schwefelsäure nicht aufgeschlossenen Mengen werden doch in nächster Zeit verbraucht werden können, noch dazu da die lösenden Kräfte der Saugwurzeln der Pflanzen noch zu wenig bekannt sind, als dass man hier eine schärfere Grenze zu ziehen berechtigt wäre. [1]) Auch sind bei den Aufschliessungen mit Fluorwasserstoffsäure die Zahlen für die Phosphorsäuremengen mit grösserer Schärfe zu erzielen, da die sonst häufig diese Bestimmung beeinflussende Kieselsäure nicht mehr zugegen ist.

Der analytische Gang, welcher bei der eingehenden Untersuchung der Feineren Theile im Allgemeinen eingehalten wurde, ist folgender:

Sowohl bei der Aufschliessung mit Schwefelsäure als auch mit Flusssäure erhält man Sulfate. Es wurde daher durch anhaltendes Kochen mit Salzsäure die stets in grösserer Menge gebildete basisch schwefelsaure Thonerde in Lösung gebracht und

[1]) Ausser dem Zersetzungsgrade, welcher unbedingt in den Feineren Theilen ein weiter vorgeschrittener ist (siehe auch Orth, geogn. Durchforsch. d. Schles. Schwemmlandes, S. 9) kommt jedenfalls auch die grössere Fläche mit in Betracht, welche den feinen Wurzeln zur Aufnahme von Nahrung geboten wird.

dann bei ersterer Aufschliessung das Filtrat hergestellt. Nach längerem Abdampfen der Salzsäure wurde in der Regel durch Bromwasser das Eisenoxydul oxydirt, das Brom durch längeres Kochen entfernt und Thonerde + Eisenoxyd unter den üblichen Vorschriften mit Zusatz von etwas Essigsäure durch Ammoniak in geringem Ueberschusse ausgefällt. Der Niederschlag wurde filtrirt, ausgewaschen und, wenn nur geringe Mengen vorlagen, geglüht und so mit Thonerde + Eisenoxyd gewogen. Dann wurde er in concentrirter Salzsäure auf dem Sandbade in schräg gelegten Kochflaschen gelöst, die Lösung fast zur Trockne verdampft und verdünnte Schwefelsäure zugegeben. Nach dem Zusatz der Schwefelsäure wurde die Lösung nochmals etwas eingedampft, um die Salzsäure möglichst zu entfernen. Die directe Auflösung des geglühten Niederschlages mit verdünnter Schwefelsäure gelingt selten gut. Nach Reduction mit Zink wurde das Eisenoxyd durch Chamaeleon bestimmt. Bei grösseren Mengen vom Ammonniederschlage wurde derselbe wieder gelöst und die eine Hälfte zur Bestimmung der Summe von Eisenoxyd + Thonerde, die andere zur Bestimmung des Eisenoxyds auf gleiche Methode verwandt. [1])

Das Filtrat vom Ammonniederschlage wurde mit Oxalsäure und Ammon versetzt, der in der Hitze gefällte oxalsaure Kalk filtrirt und als Aetzkalk gewogen. Selten war die Kalkbestimmung durch das Vorhandensein von Manganoxyd beeinflusst.

In den wenigen Fällen, wo das Mangan bestimmt wurde, ist dasselbe als Sulfid gewogen und durch Schwefelammonium von der Magnesia und den Alkalien getrennt oder als Oxydoxydul erhalten und dann durch unterchlorigsaures Natron als Superoxydhydrat gefällt.

---

[1]) Die Reduction der Eisenoxydlösung wurde mit reinem Zink bewirkt, welches man ganz oder nahezu dabei auflöste. Die Lösung wurde durch Glaswolle unter einem Kohlensäurestrom filtrirt und in der Regel eine Chamaeleonlösung benutzt, von welcher 100 km = 0,23 bis 0,25 gr. Eisenoxyd. Es ist in manchen Fällen zu bedauern, dass in den vorliegenden Arbeiten das Eisenoxydul nicht bestimmt ist. Häufig ist es für die Summe der Analyse von Einfluss. In manchen Fällen ist jedoch die Bestimmung des Oxyduls nicht möglich, weil humose resp. kohlige Theile sie verhindern.

Nach dem Verjagen der Ammonsalze durch Glühen wurde die Magnesia meistens in concentrirter Lösung durch kohlensaures Ammoniak als kohlensaure Ammoniak-Magnesia abgeschieden. Häufig wurde die Magnesia auch durch Glühen mit Oxalsäure von den Alkalien getrennt. Aus den Alkalien wurde das Kali durch Platinchlorid gefällt und auf gewogenem Filter als Kaliumplatinchlorid zur Waage gebracht [1]), oder es wurde dasselbe aus dem durch Glühen des gelben Salzes im Wasserstoffstrom erhaltenen Platin berechnet.

Bei der Bestimmung der Phosphorsäure ist deren stets nur geringe Menge im Ammonniederschlag mit vorhanden und wurde dieselbe aus diesem oder einem Theile desselben in concentrirter Lösung mit molybdänsaurem Ammon gefällt und als Magnesiumpyrophosphat gewogen. Bei Gegenwart von grossen Mengen Eisenoxyds wurde dieses durch schweflige Säure oder Natriumhyposulfit zum grössten Theil reducirt und dann die Phosphorsäure mit der noch geringen Menge gefällt. Da die meisten der vorliegenden Untersuchungen auf Phosphorsäure aus durch Aufschliessung mit Fluorwasserstoffsäure hervorgegangenen Lösungen stammen, so sind Fehler durch den Einfluss von Kieselsäure hier völlig ausgeschlossen.

[1]) Diese Methode der Kalibestimmung verdient vor der folgenden den Vorzug, indem ein grösseres Gewicht auf die Wage kommt, während die Wägung des Platins vortheilhaft angewandt wird, wenn das gelbe Salz nicht ganz rein erhalten wurde.

4. Erfahrungsmässige Resultate in Betreff der praktischen Untersuchung der einzelnen Bodengattungen.

1. Untersuchung des Sandbodens.

(E. L.)

(Vergleiche hierzu Abschnitt II, 1. Die Analysen A.c, B.b, C.a, b, f; sowie 2. Die Zusammenstellung der aus den Analysen sich ergebenden Resultate.

Bei den Sanden kann man die Feinsten Theile und selbst den Staub beim blossen Betrachten und Prüfen auf der flachen Hand im Allgemeinen bereits erkennen (Anhaften an der Haut). Liegen solche nicht vor, so reicht man zur Charakteristik derselben mit der Körnung im Siebe aus, sonst ist die Schlämmanalyse im SCHÖNE'schen Cylinder mit etwa 30 gr Boden, aus welchem die gröberen Körner über 2^{mm} D. durch das Sieb abgetrennt, auszuführen, ein Versuch, der in der Regel in kürzester Zeit vollendet ist. Sollen aber chemische Untersuchungen mit dem Schlämmprodukt ausgeführt werden, so sind wenigstens 100 gr Boden zu verwenden.

Die Körnungen lassen sich im Sieb bis zu $0{,}5^{mm}$ D. mit ca. 20—30 gr Sand noch bequem ausführen. Nur sind genauere Zahlen zu erstreben durch Normalsiebe.

Für die Korngrösse von unter $0{,}2^{mm}$ D. empfiehlt es sich, die Schlämmung bei entsprechender Geschwindigkeit in Zukunft einzuführen, da die Darstellung eines Normalsiebes mit $0{,}2^{mm}$ D. mit den grössten Schwierigkeiten verknüpft ist.

Die Thonbestimmung wird man nur bei lehmigen Sanden vornehmen (siehe Untersuchung des lehmigen Bodens) und jeden-

falls nur da ausführen, wo die physikalischen Verhältnisse einen Thongehalt vermuthen lassen. Denn es wird in den meisten Fällen ein schablonenmässiges Arbeiten zu nennen sein, wenn Sande, welche nur eine geringe Trübung im Wasser geben, auf Thongehalt untersucht werden. Wie verschieden die Feinsten Theile von Sanden in ihrer chemischen Zusammensetzung sein können, zeigen die Analysen Abschnitt II.

Die Bestimmung des Quarzgehaltes ist bis jetzt nicht mit einiger Schärfe ausführbar. Wir werden demnächst noch Versuche anstellen, um die Aufschliessung mit verdünnter Schwefelsäure bei hoher Temperatur in geschlossenen Röhren zu bewirken.

Die petrographischen Bestimmungen mit der Loupe sind, sobald nicht von grösserer Menge ausgegangen wurde, von geringem Werthe. Da jedoch die Untersuchung grösserer Mengen einen bedeutenden Zeitaufwand erfordert, so müssen weitere Versuche auf anderem Wege angestellt werden. Es ist immerhin möglich, dass mit specifisch schweren Flüssigkeiten eine Trennung verschiedener Mineralien gelingt.

Der Kalkgehalt wird am besten aus grösseren Mengen Sandes durch den Gewichtsverlust der durch Salzsäure ausgetriebenen Kohlensäure ermittelt. Man kann 50—100 gr Boden anwenden. In manchen Fällen ist es auch gestattet, den kohlensauren Kalk mit verdünnter Salzsäure direct auszuziehen und den ausgewaschenen Rückstand zu wägen. Nicht anwendbar ist dies Verfahren bei Sanden mit grossen Kalksteinen oder lehmigen Theilen. Das Auswaschen würde hier soviel Zeit in Anspruch nehmen, dass man die Methode aus der Gewichtsdifferenz der ausgetriebenen Kohlensäure vorziehen muss. Betreffs der Vertheilung des Kalkes in seiner Abhängigkeit von der Korngrösse vergleiche Abschnitt II, 1. Die Analysen.

Den Humusgehalt kann man zuweilen durch Verglühen bestimmen, da die Mengen von Hydratwasser bei den meisten Sanden sehr unbedeutend sind. Jedoch ist diese Methode nur ausnahmsweise gestattet.

Wohl vergleichbare Resultate für die Zusammensetzung der Sande giebt die Gesammtanalyse. Dieselbe hat insofern auch

Werth, als man durch sie allein den Verwitterungsgang von der Oberkrume zum Untergrunde hin schon genügend studiren kann.

Demnächst sind noch Salzsäureauszüge des Gesammtbodens zur Ermittelung der disponiblen Nährstoffe auszuführen. [1])

Die zur chemischen Untersuchung von Sandböden anzuwendenden Mengen wird man zur Behandlung mit Salzsäure am besten ungepulvert und unverändert lassen. Zur Aufschliessung mit Soda und Fluorwasserstoffsäure pulvert man vortheilhaft etwa 10 gr grob, einen Theil dieses Pulvers feiner und entnimmt von diesem wiederum die für die Sodaaufschliessung nöthige Menge, für die Behandlung mit Fluorwasserstoffsäure jedoch verwendet man ein noch weit feiner gepulvertes Material. Während der Quarz auch in gröberem Pulver leicht von der Soda im Schmelzfluss gelöst wird, so ist die Angreifbarkeit und Löslichkeit desselben mit Flusssäure eine viel geringere. Hat man daher Sandböden nicht ganz fein gepulvert, so entstehen Schwierigkeiten, das Pulver mit Flusssäure in Lösung zu erhalten.

Was die zur Analyse anzuwendenden Mengen anbelangt, so wird man bei Salzsäureauszügen im Allgemeinen mit 100 gr Boden bereits auskommen. Zur Gesammtanalyse müssen 1,5—2 gr mindestens angewandt werden, da sonst die Bestimmung der Kalkerde und der Magnesia unsicher werden kann.

Für die Alkalibestimmung reichen jene Quantitäten stets aus und liefern sicher wägbare Mengen. Die durch Salzsäure ausziehbare Phosphorsäure muss stets aus wenigstens 40—50 gr Boden ausgeführt werden. Ebenso erfordert die Bestimmung der Schwefelsäure oft 100 gr Boden.

2. Untersuchung der lehmigen Bodenarten.

(F. W.)

(Vergleiche hiermit Abschnitt II, 1. Die Analysen A a, b, d, B a; sowie 2. Die Zusammenstellung der aus den Analysen sich ergebenden Resultate.)

Die Untersuchung der lehmigen Bodenarten betraf in der Umgegend Berlins bisher nur die lehmigen Sandböden. Da die-

[1]) Derartige Untersuchungen liegen bereits vor im Jahrbuch d. K. geol. Landesanstalt u. s. w., Berlin 1880, S. 294. E. Laufer, der Babelsberg u. s. w.

selben neben dem tiefen Sandbodenprofil am häufigsten in der Mark vorkommen, so liegen auch hier gerade die meisten Untersuchungen vor. Um den Verwitterungsgang des lehmigen Sandes aus dem Mergel genauer kennen zu lernen und um das Verhältniss der Oberkrume zum Untergrund zu charakterisiren, wurden die lehmigen Bodenarten stets profilistisch und zwar in ganz gleicher Weise untersucht.

Die mechanische Analyse hat gerade für die lehmigen Bodenarten eine grosse Bedeutung, weil sie sowohl die in physikalischer Beziehung wichtige mechanische Mengung erkennen lässt, als auch Schlüsse auf das Verhältniss der Bodenconstituenten zu einander ermöglicht. Durch einen grösseren Gehalt an Feinsten Theilen ist der Werth eines lehmigen Sandbodens im Wesentlichen bedingt. Man kann, da die Feinsten Theile fast aller dieser Bodenarten einen annähernd gleichen Procentgehalt an Thonerde, Phosphorsäure und Kali besitzen (siehe Abschnitt II, 2), bereits ein ungefähres Bild des zu untersuchenden Bodens erhalten, wenn man die bei den Feinsten Theilen erfahrungsmässig erhaltenen Durchschnittszahlen mit den gefundenen Procentzahlen der Feinsten Theile combinirt und auf den Gesammtboden berechnet.

Was die chemische Untersuchung des lehmigen Sandes betrifft, so ist vor Allem das quantitative Verhältniss zwischen den Bodenconstituenten Thon und Sand festzustellen und sodann der Boden auf seinen mineralischen Nährstoffgehalt zu prüfen. Dass die Ermittlung des Thongehaltes in Zukunft durch Aufschliessung der Feinsten Theile und des Staubes im zugeschmolzenen Glasrohr mit verdünnter Schwefelsäure ausgeführt werden soll, ist in dem Abschnitt über die Methode der Thonbestimmung (S. 51) eingehend erörtert worden. Es genügt dazu bereits 1 gr Substanz. Von der früher wiederholt ausgeführten Aufschliessung der Feinsten Theile mit Flusssäure und Bestimmung des Kali- und Phosphorsäuregehaltes wird in Zukunft wohl abgesehen werden müssen, da diese Stoffe besser in einem Auszuge der Feinerde unter 2^{mm} D. mit concentrirter kochender Salzsäure ermittelt werden. Hat man bei der Untersuchung die Absicht, die durch die mechanische Analyse abgeschiedenen Theilprodukte näher zu charakterisiren,

so wird allerdings diese Bestimmung für die ganze Zusammensetzung des Bodens von grosser Bedeutung sein. Man wird dabei finden, dass die mineralischen Nährstoffe, welche den Pflanzen zunächst zu Gute kommen, in den Feinsten Theilen angehäuft sind. Wenn man aber, wie dies beispielsweise in den angefügten Tabellen geschehen ist, die so gefundenen Werthe der Feinsten Theile auf den Gesammtboden berechnet, so muss man sich stets dabei bewusst sein, dass man den Nährstoffgehalt des Bodens nur annähernd damit angiebt.

In der Oberkrume ist stets der Humusgehalt des Gesammtbodens zu bestimmen und im Fall Wurzelrückstände vorhanden sein sollten, sind dieselben zuvor möglichst zu beseitigen und getrennt zu wägen.

3. Untersuchung des Humus- und Kalkbodens.

(F. W.)

(Vergleiche hiermit Abschnitt II, 1. Die Analysen Ac, Bb, Ca, b, c, e; sowie 2. Die Zusammenstellung der aus den Analysen sich ergebenden Resultate.

Die humosen Bodenarten lassen sich in kalkfreie und kalkhaltige unterscheiden. Die ersteren zeigen, je nachdem sie mehr oder weniger mit Sand vermischt sind, eine verschiedenartige Ausbildung, sodass als die humusärmsten die humosen Sande, als die humusreichsten die Torfbildungen anzusehen sind. Die kalkhaltigen Moorböden variiren ebenfalls sehr in ihrem Humus-, Kalk- und Sandgehalt und bilden Uebergänge, die theils den humosen Sanden, theils dem Wiesenkalk nahe stehen und bei der geognostischen Kartirung unter dem Namen Moormergel zusammengefasst worden sind. Da keine weiteren kalkhaltigen Bodenarten, die man als Kalkböden bezeichnen könnte, innerhalb der Umgegend Berlins vorkommen, die Untersuchung der kalkhaltigen Diluvialmergel aber bereits in dem Abschnitt über die Thonbestimmung eingehend erörtert worden ist, so mögen hier die erfahrungsmässigen Resultate bei der Untersuchung des Humus- und Kalkbodens, da dieselben sich sehr nahe stehen, auch im Zusammenhange mitgetheilt werden.

Bei der Untersuchung der humosen Bodenarten ist das Hauptgewicht auf die Beschaffenheit und quantitative Bestimmung des

Humus zu legen. Man wird den Boden zu prüfen haben, ob freie Humussäuren, welche sich durch Röthung des Lakmuspapiers zu erkennen geben, darin enthalten sind, oder ob der Humus bereits entsäuert ist. Nur in letzterem Falle wird der humose Boden für die Cultur ohne Weiteres geeignet sein. Ferner ist darauf zu achten, in welcher Weise der Humus oder die in Humus übergehenden Pflanzenreste im Boden vertheilt sind. Wir haben Bodenarten in der Mark, die bei 1—2 pCt. Humusgehalt bereits eine ganz schwarze Farbe besitzen und welche, da dies auf der innigen Mengung und feinen Vertheilung des Humus beruht, von Orth als gut gemengte Bodenarten bezeichnet werden. Andererseits finden sich aber auch solche Böden, die bei gleichem oder noch höherem Gehalt an organischen Substanzen, welche z. Th. schon Humus sind, z. Th. Humus bilden werden, von ziemlich heller Farbe sind und welche Orth als schwach- oder schlechtgemengte Bodenarten aufführt.

Was die quantitative Bestimmung des Humus betrifft, so ist dieselbe aus dem Glühverlust nur bei solchen kalkfreien, humosen Bodenarten zulässig, wo die Constituenten fast nur aus Sand und Humus bestehen. In den meisten Fällen wird man indessen den Humusgehalt sowohl bei den kalkfreien als auch kalkhaltigen Bildungen durch Oxydation mit Kaliumbichromat und Schwefelsäure ermitteln, wie dies bei der Besprechung der Methoden (S. 65) näher ausgeführt wurde. Man erhält auf diese Weise wenigstens eine genaue Bestimmung des im Boden enthaltenen Kohlenstoffs. Aus praktischen Gründen empfiehlt es sich jedoch, den Kohlenstoff auf Humus zu berechnen, um dem Landwirthe analytische Werthe zu geben, die ihm als Bodenconstituenten bekannt sind und mit denen er zu rechnen versteht. Bei den von uns angestellten Berechnungen wurde stets von der Annahme ausgegangen, dass der wasser- und stickstofffreie Humus 58 pCt. Kohlenstoff enthält.

Für Torfbildungen eignet sich indessen nach unseren Erfahrungen diese Bestimmung des Humus nicht, da bei Anwesenheit grosser Mengen desselben nicht alle organischen Substanzen zu Kohlensäure oxydirt werden, sondern Nebenprodukte, wahrscheinlich Mellitsäuren etc., entstehen. Hier empfiehlt es sich, eine Aschen-

gehaltsbestimmung auszuführen und falls man den Heizwerth bestimmen will, eine Verbrennung mit Bleioxyd nach der BERTHIER'schen Methode.

Zur weiteren Charakterisirung des agronomischen Werthes der Moorbildungen sind Stickstoffbestimmungen auszuführen. Bisher wurde in unserem pedologischen Laboratorium davon abgesehen, doch wird in Zukunft darauf Rücksicht genommen werden müssen. Als Beispiel für die grosse Bedeutung dieser Untersuchung sei nur an die RIMPAU'schen Moorculturen erinnert, wo gerade in Folge des hohen Stickstoffgehaltes des Moores die Düngung mit stickstoffhaltigen Düngemitteln erspart wird.

Erst in zweiter Linie ist die quantitative Bestimmung des anderen Bodenconstituenten, des Sandes, von Wichtigkeit. Die mechanische Analyse wird man nur in solchen Fällen auszuführen haben, wo der Sand bedeutend vorwaltet und die physikalischen Verhältnisse des Bodens wesentlich beeinflusst. Bei den kalkhaltigen Moorböden empfiehlt es sich in einigen Fällen, den Sandgehalt derartig zu ermitteln, dass der Kalk zuerst mit kalter, verdünnter Salzsäure ausgezogen, dann der Rückstand geglüht, mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt und zuletzt mit kohlensaurem Natron wiederholt ausgekocht wird.

Bei der Bestimmung des Gehaltes an kohlensaurem Kalk hat sich der SCHEIBLER'sche Apparat entschieden bewährt, wie bereits bei der Besprechung der Kalkbestimmungen mitgetheilt wurde.