

Nahrungsstoffen jeder Art in vollem Maße gerecht zu werden. Die Grenzen einer landwirtschaftlichen Produktionssteigerung sind noch lange nicht erreicht. Zu ihrer Erlangung wird man wie bisher so auch erst recht in Zukunft das chemische Forschen und Wissen sowie die chemische Industrie und Technik nicht entbehren

können. Letztere werden sich aber nur auf einer intensiv arbeitenden, kaufkräftigen und zahlungsfähigen Landwirtschaft aufbauen und in großzügiger Weise entwickeln können. So gehören Chemie und Landwirtschaft in technischer, wirtschaftlicher und wissenschaftlicher Beziehung untrennbar zueinander. [A. 68.]

## Fortschritte der landwirtschaftlichen Mikrobiologie.

Von Dr. phil. TRAUTGOTT BAUMGÄRTEL.

Privatdozent für Bakteriologie an der Technischen Hochschule München.

(Eingeg. am 6. August 1927.)

Es scheint mir im gegenwärtigen Augenblick noch etwas gewagt zu sein, über die Fortschritte der landwirtschaftlichen Mikrobiologie zu schreiben, wenn ich bedenke, daß dieser junge Forschungszweig bisher noch nicht zur vollen Entfaltung gelangen konnte, obwohl er unaufhörlich emporstrebend immer wieder neue Ansätze zu seiner Entwicklung hervorbrachte. Wenn ich mich hierzu aber dennoch entschließe, um der Aufruforderung der Schriftleitung Folge zu leisten, so geschieht es in der festen Überzeugung, daß jene offensichtliche Entwicklungshemmung der landwirtschaftlichen Mikrobiologie — um bei diesem Bilde zu bleiben — keineswegs auf einer inneren Wachstumsstörung beruht, sondern lediglich durch ungünstige Umweltbedingungen verursacht ist. Ich bin vielmehr überzeugt, daß auch die landwirtschaftliche Mikrobiologie sich zu einem üppigen und fruchtbaren Wissenszweig der Landwirtschaft entfalten könnte, wenn ihre Forschungsmethodik nicht so außerordentlich verwickelt und ihre bisherige Versuchstechnik nicht so lückenvoll wäre.

Wohl am deutlichsten zeigt sich die bisherige Unzulänglichkeit der landwirtschaftlich-mikrobiologischen Untersuchungstechnik bei der Erforschung der Bodenbiologie, da wir trotz aller Bemühungen auch heute noch nicht in der Lage sind, die verschiedenen Bodenmikroben: Bakterien, Sproß- und Fadenpilze, Algen und Protozoen nach Zahl und Art exakt zu bestimmen, geschweige denn ihre vielen stoffwechselphysiologischen Wechselwirkungen klarzulegen, aus deren Summation der Mikrobiochemismus des Bodens hervorgeht.

Entgegen der ursprünglichen Annahme, die verschiedenen Bodenmikroben — zum mindesten aber doch die Bakterien — nach dem Prinzip des Kochschen Plattengußverfahrens unter Zuhilfenahme von Elektivnährböden auszählen zu können, strebt man neuerdings nach einer Keimzahlbestimmungsmethode zur sogenannten direkten Auszählung der Keime im mikroskopischen Ausstrichpräparat. Vergleichende Untersuchungen haben nämlich zur Genüge dargetan, daß die im Boden vorhandenen Mikroorganismen, wofür sie sich künstlich überhaupt kultivieren lassen, mit Hilfe der üblichen Kulturmethode zahlenmäßig exakt nicht festzustellen sind. Cum grano salis sind daher alle neueren Zahlenangaben über den Keimgehalt des Bodens als Funktion seiner physikalischen und chemischen Beschaffenheit, seiner Nutzung, sowie der Jahreszeit und des Klimas aufzunehmen. Tatsache ist, daß fruchtbare Ackererde stets weit mehr Mikroben enthalten als dürftige Böden, und es ist richtig, daß die Bodenmikroben vorwiegend in den obersten Schichten der Ackerkrume vorkommen, während in tieferen Schichten, besonders im Untergrund, der Keimgehalt rapid abnimmt. Allgemeingültige Zahlenangaben, die gewisse Gesetzmäßigkeiten über die Verteilung und Zusammensetzung der Mikroorganismen im Boden zeigen, lassen sich jedoch nicht machen; viele Beobachtungen sprechen vielmehr dafür, daß die Bodenmikroben nach Zahl und

Art jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen sind, indem Frühjahrs- und Herbstmaxima mit Sommer- und Winterminima periodisch wechseln. Im Spezialfall mag es ferner zutreffen, daß z. B. Kalkung das Wachstum der stickstoffbindenden Bakterien im Boden fördert, daß die sonst so charakteristische Sommerdepression der Nitrifikationskurve in der Brache ausbleibt, und daß der Anbau von Senf die Entwicklung der Nitrifikationsmikroben auffallend hindert; eine allgemeine und praktische Bedeutung kommt diesen Beobachtungen aber ebensowenig zu wie den jüngsten Feststellungen, daß in der Fruchtfolge auf ein und demselben Feld, beispielsweise beim Anbau von Roggen, Hafer, Gerste, Zuckerrüben, Kartoffeln, Klee und Luzerne Keimunterschiede zwischen 28 und 120 Millionen pro Gramm Boden ermittelt wurden. So fand man eine besondere Keimzahlhöhe beim Anbau von Zuckerrüben, Klee und Luzerne, während unter Gerste und Hafer relativ niedrige Keimzahlen festgestellt wurden. Irgendwelche gesetzmäßige Beziehungen konnten indessen bisher auch hierfür nicht aufgedeckt werden.

Wie die Bestimmung der Keimzahl eines Bodens, so ist naturgemäß auch die Feststellung der in ihm enthaltenen Keimarten wegen der unterschiedlichen Lebensansprüche der verschiedenen Mikrobenarten noch recht lückenhaft. Gerade die landwirtschaftlich wichtigen Mikroben der Stickstoffbindung, der Ammonifikation, der Nitrifikation, der Cellulose- und Pektinzerersetzung usw. können mit dem landläufigen Kulturverfahren überhaupt nicht ermittelt werden, so daß zu ihrem Nachweis immer nur mehr oder weniger komplizierte Spezialmethoden angewendet werden müssen. Aber selbst wenn es auf solche Art gelingen könnte, alle im Boden heimischen Mikrobenarten festzustellen, so wäre hiermit wohl ebensoviel erreicht wie mit einer exakten Keimzahlbestimmung, da gerade den im Boden wirksamen Mikroben ein innig verknüpftes Neben- wie Nacheinanderleben eigen ist, und aus diesem Grunde nicht die mannigfachen Einzelleistungen der Bodenmikroben, sondern gerade ihre stoffwechselphysiologischen Gesamtwirkungen von praktischem Wert sind. Unter diesen Gesichtspunkten bedeutet es entschieden einen wesentlichen Fortschritt der bodenbiologischen Forschung, daß neben den vielen Bakterienarten, die am Kohlenstoff-, Stickstoff-, Phosphor-, Eisen- und Schwefelkreislauf im Boden beteiligt sind, neuerdings auch die große praktische Bedeutung gewisser Sproß- und Fadenpilze sowie mancher Algen und Protozoen für diese Umsetzungen im Boden klar erkannt und gebührend gewürdigt wird. Besondere Aufmerksamkeit hat man in dieser Hinsicht jüngst den sogenannten Strahleupilzen (Aktinomyzeten) gewidmet, und man hat gefunden, daß diese Mikroben — neben Sproß- und Fadenpilzen — im Kulturboden weitverbreitet sind und hier am Abbau der organischen Substanz lebhaft mitwirken. Über eine besonders reich entwickelte Pilzflora verfügt übrigens

stets der mehr oder weniger sauer reagierende Moor- und Waldboden. Reges Interesse bringt man in neuerer Zeit auch den im Boden wirksamen Protozoen und Algen entgegen, wenn auch die künstlichen Kulturversuche dieser interessanten Mikroben sowie die experimentelle Prüfung ihrer stoffwechselphysiologischen Leistungen nach wie vor noch recht große technische Schwierigkeiten bereiten. Manche Beobachtungen sprechen indessen schon jetzt für enge symbiotische Verflechtungen zwischen Algen und Bakterien, sowie Algen und Pilzen, so daß diese Richtung der bodenbiologischen Forschung noch aussichtsreiche Ergebnisse zeitigen dürfte.

Unbeschadet aller fachwissenschaftlichen Einzelforschung steht aber auch die Bodenbiologie — als „angewandte“ Wissenschaft — letzten Endes im Dienst der praktischen Landwirtschaft. Bei aller Würdigung jener Spezialprobleme und der zu ihrer Lösung notwendigen Kleinarbeit erscheint es daher zunächst weit erfolgversprechender und auch wohl nur im Interesse der bodenbiologischen Forschung selbst gelegen, wenn — unbekümmert um Zahl und Art der Bodenmikroben — vor allem ihre stoffwechselchemischen Gesamtleistungen einer exakten Prüfung und Messung zugänglich gemacht werden.

Angesichts der Tatsache, daß der Boden die natürliche Lager- und Brutstätte jener Mikroben ist, durch deren lebenstätige Wechselwirkung der naturnotwendige Abbau der organischen Substanz: die „Mineralisierung“, zustande kommt, liegt es daher nahe, nicht einzelne — an sich vielleicht markante — Phasen dieser mikrobiellen Stoffzerlegung als Maßstab der Mikrobentätigkeit heranzuziehen, sondern hierfür die quantitative Bestimmung eines so regelmäßigen und leicht nachweisbaren Vorganges, wie es z. B. die Bodenatmung darstellt, praktisch zu verwerten.

Als „Bodenatmung“ pflegt man die Gesamtheit aller Vorgänge im Boden zu bezeichnen, bei denen durch die Lebenstätigkeit pflanzlicher oder tierischer Organismen gewisse organische Substanzen unter Bildung von Kohlensäuregas zerlegt werden. Naturgemäß spielt die so entstandene Kohlensäure eine ganz besondere Rolle für eine große Zahl von chemischen Umsetzungen, deren Eintreten und Verlauf hauptsächlich die Aufschließung wertvoller Pflanzennährstoffe bedingen und für eine erfolgreiche Pflanzenproduktion unentbehrlich sind. Das Kohlensäuregas löst sich, soweit es nicht entweicht, zunächst im Bodenwasser, veranlaßt dann die Umwandlung der Di- und Triphosphate in Monophosphate und zersetzt die Silicate des Kaliums, Calciums, Mangans und Aluminiums, so daß die auf diese Weise gebildeten Bicarbonate als leicht assimilierbare Pflanzennährstoffe von den Wurzeln der Kulturgewächse aufgenommen werden können.

Neben den zahl- und artreichen Mikroorganismen, d. h. Bakterien, Sproß- und Fadenpilzen, Algen und Protozoen, denen entschieden der größte Anteil an der Bodenatmung zukommt, sind an dieser Kohlensäuregasproduktion vor allem auch die Wurzelsysteme unserer landwirtschaftlichen Nutzpflanzen beteiligt. So hat man beispielsweise gefunden, daß von den auf einem Hektar Boden lebenden 2 Millionen Sommerweizenpflanzen täglich etwa 60 kg, also während der ganzen Vegetationsperiode von etwa 100 Tagen, insgesamt 6000 kg, d. h. 3 Millionen Liter Kohlensäuregas ausgeschieden werden. Unter den Mikroorganismen, die sich noch in weit höherem Maße an der Bodenatmung beteiligen, spielen entschieden Bakterien und Pilze die wichtigste Rolle. So hat man beispielsweise gefunden, daß die in 1 kg fruchtbare Ackererde bis zu einer Tiefe von 25 cm

enthaltenen Bakterien und Pilze innerhalb von 24 Stunden etwa 30 mg Kohlensäuregas produzieren können, so daß die Bodenmasse von 5 000 000 kg, die einem Hektar einer 25 cm tiefen Bodenschicht im Durchschnitt zukommt, täglich etwa 150 kg Kohlensäuregas und während eines Jahres, d. h. innerhalb von 200 Tagen mit einer durchschnittlichen Temperatur von 15 Grad Celsius, hiervon etwa 30 000 kg bzw. 15 Millionen Liter liefert. Die gesamten von niederen und höheren Pflanzen gebildeten Kohlensäuregasmengen lassen sich somit per Jahr und per Hektar Boden auf mindestens 20 000 bis 30 000 kg bzw. 12 000 bis 20 000 cbm schätzen.

Zweifellos ist das Kohlensäuregas — neben Wasser, Ammoniak und gewissen Schwefel- und Phosphorverbindungen — das häufigste Endprodukt der durch Mikroorganismentätigkeit zerlegten organischen Substanz, so daß seine Feststellung und Messung im Boden nicht nur die Intensität dieser abbauenden Mikrobentätigkeit darstun, sondern auch den Gehalt des Bodens an abbaufähiger Substanz erkennen lassen. Dazu kommt die natürliche Abhängigkeit der mikrobiellen Kohlensäuregasbildung im Boden von seiner Luft- und Wasserkapazität, seiner mechanischen Beschaffenheit und chemischen Reaktion, Faktoren, die ihrerseits wieder von der Bearbeitung, Düngung und Nutzung des Bodens abhängen, so daß die Bestimmung der Kohlensäureproduktion einen zuverlässigen Maßstab für viele Bodeneigenschaften abgibt, aus denen letzten Endes die Fruchtbarkeit hervorgeht.

In welch hohem Maße die Lebenstätigkeit der Bodenmikroben z. B. von der Wasserstoffionenkonzentration des Bodens abhängt, zeigt folgende Tabelle, in welcher die innerhalb von 24 Stunden durchschnittlich gebildete Kohlensäuregasmenge sowie die Zahl der in 1 g Boden gefundenen Bakterien zusammengestellt sind. Der Boden besaß eine von  $p_{\text{H}} = 4,0$  —  $p_{\text{H}} = 7,2$  abgestufte Wasserstoffionenkonzentration, enthielt 25% Wasser und wurde bei 20° C. aufbewahrt.

$p_{\text{H}}$	Von 1 kg Boden ausgeatmete Menge Kohlendioxyd in mg	Anzahl der vegetativen Keime der Bakterien pro 1 g Boden in Millionen
7,2	85	78
6,9	90	76
6,6	66	52
5,8	48	20
5,3	22	16
4,7	9	8
4,0	5	6

Mit Zunahme der Wasserstoffionenkonzentration nehmen hiernach sowohl die ausgeatmeten Mengen des Kohlensäuregases als auch die Keimzahl fortwährend ab, und zwar genügten schon verhältnismäßig kleine  $p_{\text{H}}$ -Differenzen, um beträchtliche Reaktionsunterschiede zu verursachen. So waren beispielsweise bei einer Wasserstoffionenkonzentration von  $p_{\text{H}} = 6,9$  in 1 g Boden 76 Millionen Bakterien zu zählen, und die hiervon produzierte Kohlensäuremenge betrug 90 mg, während bei einer Wasserstoffionenkonzentration von  $p_{\text{H}} = 6,6$  — also eine  $p_{\text{H}}$ -Differenz von nur 0,3 — im gleichen Boden pro Gramm nur 52 Millionen Bakterien nachzuweisen waren und von diesen auch nur 66 mg Kohlensäuregas ausgeatmet wurden. In ganz ähnlicher Weise wird die Atmungsintensität des Bodens auch noch von vielen anderen Faktoren fördernd oder hemmend beeinflußt.

Wie sehr ferner ein und derselbe Lehmboden je nach seiner Bearbeitung, Düngung und Nutzung sowie je nach der Tiefe der Bodenschicht und ihrer Keimzahl unterschiedliche Kohlensäuregasmengen bilden kann,

zeigen folgende Versuchsergebnisse, die Stoklasa bei einem tschechischen Boden ermittelte:

Behandlung des Bodens	Tiefe der Bodenschicht	Keimzahl pro 1 g Boden	Kohlendioxyd pro 1 kg Boden mit 25% H <sub>2</sub> O bei 20°C in 24h
Lehm Boden (unbearbeitet, ungedüngt, unbebaut)	10--20	2 300 000	16,5
	20--30	2 500 000	19,4
	30--50	140 000	9,8
	50--80	12 000	3,3
	80--100	5 000	2,1
Lehm Boden (gründl. bearb. mit künstlichen Düngemitteln gedüngt, mit Klee bebaut)	10--20	40 000 000	38,6
	20--30	39 000 000	38,8
	30--50	11 600 000	20,2
	50--80	540 000	6,3
	80--100	72 000	2,7
Lehm Boden (gründl. bearb. mit Stallmist u. künstl. Dünge r gedüngt, mit Zuckerrüben bebaut)	10--20	34 000 000	47,5
	20--30	39 000 000	49,7
	30--50	6 000 000	28,5
	50--80	168 000	6,6
	80--100	49 000	2,3

Wie aus dieser Übersicht hervorgeht, nehmen zunächst bei jedem der drei verschiedenen bearbeiteten, gedüngten und bebauten Böden sowohl der Keimgehalt als auch die Atmungsintensität mit zunehmender Bodentiefe ab. Hinsichtlich des Einflusses, den Düngung und Nutzung ausüben, zeigt sich dann weiterhin, daß der unbearbeitete, ungedüngte und unbefüllte Boden weit weniger Keime enthält und dementsprechend auch weit weniger Kohlensäuregas bildet, als der mit Mineralsalzen bzw. mit Stallmist gedüngte und mit Klee bzw. Zuckerrüben bebaute Boden. Nach allem ist somit die Intensität der Bodenatmung nicht nur von der Bodentiefe, sondern auch von der Düngung und Nutzung abhängig, und alle Maßnahmen, welche die Entwicklung und Vermehrung der Bodenmikroorganismen erhalten und fördern, steigern bei genügendem Gehalt des Bodens an organischem Respirationsmaterial auch die Bildung des Kohlensäuregases.

Auf Grund all dieser Beobachtungen und Feststellungen glaubt man heute die Atmungsintensität unserer Kulturböden als Standortsfaktor bewerten zu können. Nach Stoklasa läßt sich die innerhalb von 24 Stunden pro 1 kg Boden, der 20% Wasser enthält und bei 20°C aufbewahrt wird, ausgeatmete Kohlensäuregasmenge als Indikator für die Fruchtbarkeit des Bodens verwerten. Nach seinen langjährigen und vielen Beobachtungen an Böden verschiedenen Fruchtbarkeitsgrades hat Stoklasa folgende Normen für die Beziehungen zu der Atmung und Fruchtbarkeit eines Bodens festgelegt.

Bodenart	Kohlendioxydmenge pro 1 kg Boden in 24 Stunden	Kohlendioxydmenge pro 1 ha aus einer Schicht von 30 cm Tiefe in 200 Tagen		
			mg	dz
Fruchtbare Böden, die pro 1 ha 25 bis 30 dz Getreide, 350 bis 400 dz Rüben tragen . . . . .	60--120	480		
Weniger fruchtbare Böden . . . . .	30--60	240		
Unfruchtbare Böden . . . . .	15--20	120		

Aufgabe der weiteren Forschung wird es nun sein, die bisher gesammelten wissenschaftlichen Versuchsergebnisse auch der praktischen Bodenuntersuchung dienstbar zu machen!

Wie man auf solcherlei Art die Bodenmikroben nach Zahl, Art und Wirkung ermitteln kann, so pflegt man neuerdings auch gewisse Mikroben als Indikator natürlicher Bodeneigenschaften heranzuziehen. Hierher gehört z. B. die Bestimmung der Bodenreaktion mittels Azotobakter, jenem großkugligen Bodenbakterium, das den Luftstickstoff zu fixieren vermag und wohl in jedem fruchtbaren Kulturboden vorkommt. Fruchtbarer Kulturboden enthält stets so viel Kalk, daß er mehr oder weniger stark alkalisch reagiert. Nur in solchen Böden findet sich Azotobakter, so daß seine Nachweisbarkeit einen ziemlich sicheren Rückschluß auf die Bodenreaktion gewährleistet. Man verfährt hierzu folgendermaßen: In einen 500 ccm fassenden Erlenmeyerkolben gibt man 10 g des zu prüfenden Bodens und überschichtet die Probe mit 100 ccm destilliertem Wasser, dem zuvor 2% Mannit und 0,02% Dikaliumphosphat zugesetzt sind. Wenn die so angelegten „Anhäufungskulturen“ bei 20--25° gehalten werden, so entsteht bei Azotobaktergegenwart im Verlauf von einigen Tagen ein glasig-durchscheinendes Häutchen, das später pergamentartig-undurchsichtig wird und sich schließlich zu einer derben runzigen und mehr oder weniger gelb-braun-schwarz sich verfärbenden Haut verdichtet. Wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, besteht diese Haut aus verquollenen und fest miteinander verklebten Azotobakterzellen, die unter den gewählten Kulturbedingungen besonders stark zur Entwicklung kommen.

Enthält dagegen ein Boden infolge mangelnden Nährstoffgehaltes oder infolge saurer Reaktion kein oder wenig Azotobakter, so bleibt die beschriebene Hautbildung aus, und man kann sich dann durch die künstliche Verimpfung einer sicheren Azotobakterkultur — an Stelle des bodeneigenen Azotobakters — experimentell davon überzeugen, ob überhaupt Azotobakter in dem zu prüfenden Boden sich entwickeln kann. Wie zum Azotobakternachweis bringt man 10 g des lufttrocknen Bodens in einen 500 ccm fassenden Erlenmeyerkolben, fügt 100 ccm destilliertes Wasser mit 2% Mannit und 0,02% Dikaliumphosphat zu und verimpft in diese Kulturflüssigkeit ein pfenniggroßes Stück einer typischen Azotobakterhaut. Wenn der Boden genügend Kalk enthält, um die Reaktion der Kulturflüssigkeit neutral bis alkalisch zu halten, so tritt die charakteristische Azotobakterhaut auf, während bei saurer Reaktion des Bodens ( $p_H = 6,0$  ist Grenzwert!) eine mikroskopisch wahrnehmbare Azotobakterentwicklung ausbleibt. Auf außerordentlich einfache und sichere Weise läßt sich also mit Hilfe dieser mikrobiologischen Methode die Bodenreaktion bzw. die Kalkbedürftigkeit eines Bodens experimentell prüfen.

Da Azotobakter relativ viel lösliche Phosphorsäure zu seinem Wachstum benötigt, hat man neuerdings empfohlen, auch die Phosphorsäurebedürftigkeit der Böden mittels Azotobakterprobe festzustellen. Zweckmäßig bringt man hierzu 5 g des zu untersuchenden Bodens in lufttrocknem Zustand in ein 50 ccm fassendes Erlenmeyerkölbchen, fügt 20 ccm destilliertes Wasser zu, das man zuvor mit 2% Mannit, 0,02% Kaliumchlorid und 0,03% Kaliumsulfat versetzt hat, und verimpft wiederum, wie bei der Kalkprobe, ein Stück einer Azotobakterhaut. Wenn der Boden reichlich wasserlösliche Phosphorsäure enthält, so kommt unter diesen Bedingungen eine lebhafte Gasentwicklung zustande, die zu einer beträchtlichen Bildung von weißgelblichem Schaum führt und ein spinnwebenartig dünnes weißliches Azotobakterhäutchen auf der Schaumoberfläche entstehen

läßt. Bei mehr oder weniger schwachem, spärlichem oder mangelndem Gehalt des Bodens an löslicher Phosphorsäure bleibt die charakteristische Schaumbildung und auch die Entstehung des Azotobakterhäutchens aus. Der positive Ausfall dieser Reaktion beweist demgegenüber stets einen reichen Phosphorsäuregehalt des Bodens.

So liegen die „Fortschritte“ der landwirtschaftlichen Mikrobiologie vorerst noch in der unumwundenen Erkenntnis ihrer eigenen Unzulänglichkeit und weiterhin in dem erfolgversprechenden Bestreben nach wissenschaftlich einwandfreien und praktisch verwertbaren Forschungsmethoden: Errando discimus, non negando! [A. 90.]

### Analytisch-technische Untersuchungen.

## Über die Verwendung von Membranfiltern bei der chemischen Bodenanalyse.

Von Dr. W. HOFFMANN.

Laboratorium II der Moorversuchsstation Bremen.

(Eingeg. 18. Januar 1927.)

Die chemische Bodenanalyse wird nach den bekannten Methoden im hiesigen Institut für praktische Belange derart ausgeführt, daß 50—100 g trockener Boden zunächst in einer gewogenen Platinschale verascht werden, und dann die gewogene Asche in einem Becherglase mit 20%iger Salzsäure unter Zugabe von wenig konzentrierter Salpetersäure durch 1—2ständiges Kochen aufgeschlossen

gelösten Stoffe durch vorhandene Kieselsäure keine Beeinträchtigung erleidet.

Nach dem Aufschluß wird deshalb der gesamte Inhalt des Becherglases in eine Porzellanschale quantitativ übergespült, zwecks Abscheidung und unlöslichmachen der Kieselsäure zweimal mit Salzsäure eingedampft und 1½—2 Stunden im Trockenofen bei 120° getrocknet.

Tabelle I.

Bodenart	Aufschluß	Verdünnung n. d. Aufschluß	Abschdg. d. SiO <sub>2</sub> u. Filtration	Waschwasser	Best. d. SiO <sub>2</sub> i. Filtrat ber. a. Boden g %	Best. v. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 50 g tr.: 500—50 ber. a. Boden g %	Dauer d. Filtration Min.
Sandh. Niederrungsmoor Stralsund	50 g tr. mit 20%iger HCl + wenig konz. HNO <sub>3</sub> aufgeschl.	—	SiO <sub>2</sub> n. d. übl. Eindampfungs-methode unlösl. gemacht	heißes Wasser	0,0110 0,02	— —	—
Prerow Oberfl.	50 g tr. m. 125ccm 15%iger HCl + konz. HNO <sub>3</sub> aufgeschl.	n. d. Aufschl. u. Erkalten auf d. Sechs-fache verd.	5 Sek. Membranfilter	heiße verd. 2%ige HCl (70°)	0,0610 0,12	— —	—
"	"	"	20 Sek. Filter	"	0,0251 0,05	— —	—
"	mit 100 ccm 20%iger HCl + 5 Tropfen konz. HNO <sub>3</sub>	mit 300 ccm dest. H <sub>2</sub> O	80 Sek. Filter	6%ige HCl (70°)	0,0125 0,025	— —	—
Widdelswehr Schlickprobe Parz. 42	50 g tr. m. 125ccm 25%iger HCl + 4 Tropfen konz. HNO <sub>3</sub>	—	SiO <sub>2</sub> n. d. übl. Eind.-Methode unlösl. gemacht	heißes Wasser	0,0106 0,02	0,0527 0,34 0,0520 0,33	—
"	"	—	"	—	0,0104 0,02	0,0524 0,33	—
"	"	einmal vollständig z. Trocknen gedampft	d. ein 20 Sek. Filter	5%ige HCl kalt	0,0115 0,023	0,0522 0,33	45
"	"	auf das Sechs-fache verdünnt	5 Sek. Filter	2%ige HCl (70°)	0,0551 0,11	— —	40
"	"	"	80 Sek. Filter	"	0,0250 0,05	— —	50
"	"	auf 400ccm verd.	80 Sek. Filter	"	0,0251 0,05	— —	50
"	"	"	80 Sek. Filter	5%ige HCl kalt	0,0251 0,05	0,0527 0,34	45

wird. Durch die Behandlung mit Salzsäure werden die im Boden vorhandenen Basen, ferner Schwefelsäure, Phosphorsäure und ein Teil Kieselsäure in Lösung gebracht, während ein Teil unlöslich ist und als solcher durch Abfiltrieren bestimmt wird. Die Bestimmung des in Salzsäure unlöslichen schließt in sich die Bestimmung der beim Aufschließen mit Säure in Lösung gegangenen Kieselsäure. Diese muß daher abgeschieden und wieder unlöslich gemacht werden, damit die Analyse der übrigen

Die trockenen Abdampfrückstände, in denen die Kieselsäure nunmehr unlöslich gemacht worden ist, wird mit 20%iger Salzsäure aufgenommen, so daß ein halbfüssiger Brei entsteht, kurze Zeit auf dem Wasserbade erwärmt, um basisch gewordene Stoffe (wie Eisenverbindungen) wieder in Chloride überzuführen, mit Wasser verdünnt und filtriert.

Der Rückstand auf dem Filter (Unlösliches + Kieselsäure) wird gut mit heißem Wasser ausgewaschen, mit dem Filter in einer Platinschale getrocknet, bis zur Veraschung des Filters geglüht und gewogen. Er gibt das in „Salzsäure Un-