

um alte und neue, bekannte und unbekannte Werke der Alchemisten einem größeren Kreise zugänglich zu machen. Die nun hereinbrechende Schriftenflut wirbelte ältestes und jüngstes Gut durcheinander, an Stelle des durch die Tradition gewährten Zusammenhangs tritt wie auf religiösem Gebiet die freie Wahl der Autoritäten durch den einzelnen.

In den Lausitzer Alchemistenbriefen finden wir die Ablagerungen des alchemistischen Schrifttums grade noch in ungestörten Schichten. Wäre es möglich, ähnliches noch anderwärts zu finden, so könnte allmählich das Dunkel, das über weiten Strecken dieses Schrifttums liegt, aufgehellert werden.
[A. 117.]

VERSAMMLUNGSBERICHTE

III. Internationaler Kongreß für Bodenkunde.

Oxford (England) vom 30. Juli bis 7. August 1935.

Begrüßungsansprache des Präsidenten Sir John Russell: „Die Bedeutung der Bodenkunde für die Landwirtschaft.“

In der gegenwärtigen Zeit der Erschütterung des Althergebrachten verlangt man, wie von allen Wissenschaften, so auch von der Bodenkunde, den Nachweis ihrer Daseinsberechtigung. Als die Bodenkunde in ihren Anfangszeiten nur einen Bestandteil der Agrikulturchemie bildete, war sie eng mit der praktischen Landwirtschaft verbunden. Man erwartete von dem Bodenkundler Beratung über Bodenbearbeitung, Düngung und allgemeine Bewirtschaftung des Bodens. Durch die Entwicklung der Bodenkunde zu einer selbständigen Wissenschaft hat sich diese enge Verbundenheit zeitweise gelockert; die Not der Zeit verlangt aber von den Bodenkundlern, daß sie nicht nur reine Wissenschaft treiben, sondern daß sie sich in erster Linie wieder mit praktischen landwirtschaftlichen Fragen beschäftigen, um dem Landwirt zu helfen. Unter den Diensten, welche die Bodenkunde in neuerer Zeit der Landwirtschaft erwiesen hat, ist zunächst die Durchführung der Bodenkartierung in verschiedenen Ländern zu nennen, die nicht nur Unterlagen für planmäßige Maßnahmen zur Förderung der Landwirtschaft ganzer Gebiete, sondern auch wertvolle Hilfe bei der Beratung der Landwirtschaft im einzelnen gab. Große Fortschritte hat die Bodenkunde hinsichtlich der Erforschung der Bodenstruktur und der im Boden vor sich gehenden Veränderungen gemacht. Wenn die landwirtschaftliche Krise der letzten Jahre, die an und für sich die größte der Weltgeschichte war, nicht so große Verluste gebracht hat wie frühere Krisen geringeren Umfanges, so hat sicherlich dazu die durch diese Forschungen der Bodenkunde ermöglichte Verbesserung der landwirtschaftlichen Bodenpflege beigetragen. Allerdings sind diese Fortschritte nicht nach allen Richtungen hin gleichmäßig erfolgt; insbesondere bleibt noch viel zu tun hinsichtlich der Erforschung der Rolle der organischen Substanz des Bodens. Hier sind größere Fortschritte erst zu erwarten, nachdem die organische Chemie die Konstitution des Lignins weiter aufgeklärt haben wird. Für den Bodenkundler vordringlich ist zunächst das Studium der relativen Bedeutung der noch unzersetzten und der humifizierten organischen Substanz im Boden.

Die durch die Röntgenforschung belegte Auffassung, daß der Ton den Charakter einer kristallinen Substanz aufweist, hat es ermöglicht, die Erscheinungen der Adsorption und der Krümelung zu erklären und hilft dem Landwirt, die Bodenbearbeitung aus einer nur empirischen Kunst zu einer Arbeitsweise nach festen wissenschaftlichen Regeln zu machen. Einen besonders augenscheinlichen Erfolg hatte die auf Grund dieser Erkenntnisse erfolgte Sättigung der Tone mit Kalk bei der Urbarmachung des Wieringermeer-Polders in Holland.

Bei der Betrachtung des Wasserhaushaltes des Bodens hat man große Fortschritte erzielt, indem man die alte Vorstellung aufgab, daß die Wasserbewegung im Boden lediglich eine Capillaritätserscheinung sei, und eine thermodynamische Betrachtungsweise des Wasserhaushaltes einführte.

Das Studium der Mikroorganismen des Bodens hat einerseits eine Anwendung in der Richtung gefunden, daß man die für ihr Auftreten und damit auch für das Wachstum der Pflanzen besonders günstigen Bedingungen kennenlernte, andererseits konnten dadurch die Gründe für die sogenannte Bodenmüdigkeit festgestellt werden. Ein vollständiger Überblick über die für die Verwertung des Stallmistes und des Gründüngers wichtigen Prozesse ist allerdings noch nicht

möglich, da sowohl die Anzahl der Bakterien wie das Verhältnis der verschiedenen Arten in ständigem Wechsel begriffen sind. Wesentliche Fortschritte sind neuerdings gemacht worden beim Studium der Rolle, welche die Knöllchenbakterien für das Wachstum der Leguminosen besitzen. Durch Auswahl spezifisch wirksamer Bakterien scheint die Möglichkeit nahe gerückt zu sein, den Kleeanbau auch auf Böden, die bisher versagten, möglich zu machen.

Die Erkenntnis der Bedeutung der organischen Substanz für die Krümelbildung hat dazu geführt, daß man der durch Abbau der organischen Substanz verursachten Verschlechterung der Bodenstruktur wirksam entgegenarbeiten kann. Das klassische Problem der Agrikulturchemie, die Ermittlung des Nährstoffgehaltes der Böden, ist wesentlich gefördert worden. Man schreibt jetzt den in einem Boden anwesenden Nährstoffen einen bestimmten Grad der Zugänglichkeit für verschiedene Pflanzen zu und nähert sich damit der Möglichkeit, für die verschiedenen Pflanzenarten eine ähnliche Skala aufzustellen, wie man sie hinsichtlich der ihnen am besten zusagenden pH-Werte eingeführt hat. Auch die Abhängigkeit des Nährstoffbedarfes der Pflanzen von Wasserversorgung, Witterungsbedingungen usw. hat man beachten gelernt. Ein kritischer Vergleich der vorhandenen Schnellmethoden der Bodenuntersuchung ist auf Veranlassung der Internationalen Gesellschaft für Bodenkunde unter Leitung von Prof. Mitscherlich in Angriff genommen worden.

Ein weiteres Problem ist die Wirkung der Brache, die sich in einem feuchten Klima in einer Förderung der Stickstoffversorgung äußert, in trockenen Gegenden in einer Verbesserung der Wasserversorgung. Einen besonders schönen Erfolg konnte die Bodenkunde in den letzten Jahren dadurch aufweisen, daß sie in feuchten Gegenden die Möglichkeit zeigte, die Gefahr der Versauerung des Bodens zu beheben, während sie in trockenen Gegenden Mittel zur Verhütung der Gefahr der Versalzung angab.

Kommission I. Physik des Bodens.

G. W. Robinson, Univ. Coll. of N. Wales, Bangor: „Die Böden von Großbritannien.“

V. Novak, Brünn: „Kurze Übersicht der Entwicklung der mechanischen Bodenanalyse.“

Bei der Arbeitstechnik der mechanischen Bodenanalyse kommen für Korngrößen von 0,1–10 mm Siebmethoden in Frage. Für die kleineren Korngrößen spielen die Sedimentation und die Schlämmanalyse im aufsteigenden Wasserstrom die Hauptrolle, die beide auf der dem Stokesschen Gesetze folgenden Trennung der im Wasser fallenden Körner nach ihrer Korngröße und ihrem Gewichte beruhen. Die Theorie dieser Analysemethoden wurde von Wiegner auf Grund der Koagulation polydisperser Systeme entwickelt. Was die Einteilung der verschiedenen Korngrößen betrifft, so brachte der Internationale Kongreß für Bodenkunde in Moskau eine einheitliche Regelung durch Annahme der von Atterberg vorgeschlagenen Skala. Immer mehr trat im Laufe der Entwicklung die Beachtung der ultramikroskopischen Bodenteilchen in den Vordergrund, und man suchte die Bedeutung der Strukturaggregate der kleinsten Teilchen zu erkennen. Auf der Tagung der 1. Kommission der Internationalen Gesellschaft für Bodenkunde in Versailles 1934 wurden für diesen Zweck 2 Methoden angenommen, nämlich die A-Methode als Standard-Methode für wissenschaftliche Zwecke, bei welcher der Boden vollständig mit Natronlauge unter Zerstörung des Humus durch Wasserstoffsuperoxyd dispergiert wird, und die B-Methode für praktische Zwecke, bei welcher der Boden nur in Wasser gekocht wird, so daß die stabileren Strukturelemente erhalten bleiben. Ihre Anwendung findet die mechanische Bodenanalyse als Hilfsmittel für Zwecke der Bodeneinteilung und

in der Kulturtechnik für die Bestimmung der Tiefe und Entfernung der Drains. Die Sandfraktion dient für die mineralogische Untersuchung des Bodens. In bezug auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens erblickt man nach den neueren physikalisch-chemischen Anschauungen über Zusammenhang der Kolloidkoagulation mit der chemischen Zusammensetzung des Adsorptionkomplexes in der mechanischen Bodenanalyse kein genügendes Kriterium mehr.

R. K. Schofield, Rothamsted Exp. Station, England: „Das p_F des Wassers im Boden.“

Geht man bei der Betrachtung der Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens von Viskosität und Oberflächenspannung aus, so kann man in Sand auf Grund dieser Beziehungen die Verteilung des Wassers oberhalb des Grundwasserstandes berechnen. Ton zeigt dagegen wie alle Kolloide ein abweichendes Verhalten. Das verschiedene Verhalten von Sand und Ton kann man bei der Aufstellung von Gesetzmäßigkeiten für die Wasserbewegung im Boden ausschalten, indem man nur die Energiebeziehungen ins Auge faßt, da diese immer gelten müssen, gleichgültig wie der Mechanismus der Wasserbewegung ist. Durch einfache Versuche hat sich feststellen lassen, daß der Feuchtigkeitsgehalt, bis zu dem ein nasser Boden durch eine gegebene Saugkraft getrocknet werden kann, wesentlich höher liegt als der, bis zu dem ein trockener Boden gegen die gleiche Saugkraft angefeuchtet werden kann. Für jeden Feuchtigkeitsgehalt des Bodens bestehen daher zwei charakteristische Saugkräfte, eine für das Austrocknen und eine für das Anfeuchten. Für Untersuchungen über diese als Ausdruck der freien Energie aufzufassenden Saugkräfte wird in Anlehnung an die für die Kennzeichnung der Wasserstoffionenkonzentration übliche p_H -Skala der Logarithmus p_F , der in Zentimeter ausgedrückten Wassersäule, die der Saugkraft entspricht, ausgeführt. Die Benutzung der logarithmischen Skala ermöglicht es, sehr große Veränderungen der Saugkräfte in einem Diagramm darzustellen. Die Saugkraft $p_F = 3$ von 1 Atmosphäre (= 1000 cm Wassersäule) kann man direkt bestimmen. Höhere p_F -Werte lassen sich durch die Gefrierpunkts- und Dampfdruckerniedrigung des Bodenwassers messen, da das vom Boden absorbierte Wasser weniger freie Energie aufweist als Wasser im freien Flüssigkeitszustand.

Wird einem trockenen Boden von der Oberfläche her eine bestimmte Menge Wasser zugeführt, so können zwei Stadien der Anfeuchtung unterschieden werden. Das Wasser dringt zunächst in den Boden ein, bis ein Feuchtigkeitsgehalt des Bodens erreicht ist, der einem bestimmten p_F -Wert auf der Anfeuchtungskurve entspricht. Eine weitere Bewegung des Wassers nach unten setzt ein Austrocknen der feuchten oberen Schicht voraus. Der dafür nötige p_F -Wert auf der Austrocknungskurve liegt um so höher, je mehr Wasser der oberen Schicht entzogen wird. Das Wasser bewegt sich im Boden nur dann, wenn ein p_F -Gradient besteht, während ein Feuchtigkeitsunterschied ohne p_F -Gradienten eine Bewegung des Wassers nicht bedingt.

Die Bestimmung der p_F -Kurve eines Bodens über einen möglichst weiten Bereich ermöglicht es, daß man Veränderungen der Bodenfeuchtigkeit untersuchen kann, ohne daß man auf die verschiedenen Bindungsformen, in denen das Wasser im Boden vorkommen kann, einzugehen braucht. Die p_F -Zahl kann auch zur Aufklärung der plastischen Veränderungen eines Bodens beim Quellen und Schrumpfen herangezogen werden und gibt ein Maß für den Feuchtigkeitsgehalt, der beim Austrocknen eines Bodens erreicht werden muß, um die Bearbeitung zu ermöglichen.

Kommission II. Chemie des Bodens.

Alexius de Sigmond, Budapest, Ungarn: „Die chemischen Prinzipien der Charakterisierung des Bodens.“

D. J. Hissink, Groningen, Holland: „Der Basenaustausch im Boden.“

Der theoretische Totalwert T, den das Basenbindungsvermögen der Tonsubstanz des Bodens besitzt, ist größer als die Basenmenge, die der Boden unter praktischen Verhältnissen binden kann. Der Sättigungszustand V ist das Verhältnis der Menge der in einem Boden tatsächlich vorhandenen

adsorptiv gebundenen Basen S zu der theoretisch möglichen Menge T. Außer der Kenntnis der Werte S, T und p_H spielt das gegenseitige Verhältnis der austauschfähigen Basen eine große Rolle für die Bodenfruchtbarkeit. So kann bei schweren Böden schon eine geringe Zunahme des austauschfähigen Natrium-Ions auf Kosten des Calcium-Ions sich in einer Verschlechterung der Struktur des Bodens äußern.

Ziel der landwirtschaftlichen Praxis muß es sein, den T-Wert unverändert zu erhalten und die V- und p_H -Werte sowie das Mengenverhältnis der einzelnen Basen optimal zu gestalten. Unter den Faktoren, die dem entgegenarbeiten, spielt die Fortführung von Bodenbestandteilen durch Niederschlagswasser die größte Rolle. Sobald Humusstoffe sich an dem Auslaugungsprozeß beteiligen, wird der mineralische Adsorptionskomplex des Bodens zerstört; denn die Humusstoffe sind stets die wichtigsten Träger der chemischen Umsetzungen im Boden. Ausreichende Versorgung des Bodens mit Kalk hemmt die Zerstörungstätigkeit des Wassers.

G. Wiegner, Zürich: „Ionenumtausch und Struktur“¹⁾.

Einleitend wurde eine zusammenfassende Übersicht über die Entwicklung kolloidchemischer Forschung in der Bodenkunde gegeben. Während in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts das Studium der Dispersitätsänderungen, der Dispergierungen, Koagulationen, Quellungen usw., im Vordergrund der Forschungsarbeit stand, ist heute die Zeit für die Untersuchung der Strukturverhältnisse der Umtauschkörper (Ton, Humus) und des Aufbaues der Ionenwolken, ferner der elektrischen Innenschichten, kurz der Architektur der Oberflächengrenzschichten, gekommen. Die Forschungen von A. Pochels, Devaux, Adams, Rideal und Langmuir haben in der Grenzflächenphysik diesen Weg geöffnet. Vortr. schilderte die Vorstellungen, die man sich im Laufe der Zeit über den Aufbau der sog. Umtauschmicelle gebildet hat, wobei besonders auf die Mitarbeit des Züricher Agrikulturchemischen Instituts eingegangen wurde (Arbeiten von R. Gallay, H. Geßner, P. Thorilla, Hans Müller, H. Jenny, C. E. Marshall, H. Pfallmann, K. W. Müller u. a.).

Durch diese Arbeiten war auf etwas größerer Basis gezeigt worden, daß die Wertigkeit und die Hydratation der Umtauschionen eine allgemeine und grundlegende Bedeutung für den Ablauf des Ionenumtausches an einer Grenzfläche und auch im Boden haben. Wertigkeit und Hydratation bestimmen den Dampfdruck und den Wassergehalt der Umtauschkörper (P. Szigeti), ferner die elektrokinetischen Potentiale (J. M. Albareda, H. Beutelspacher). Sie beeinflussen auch die Reaktionsgeschwindigkeiten und den Reaktionsablauf bei Neutralisationen (A. B. Stewart, V. Georgescu). In letzter Zeit wurde von Rob. L. Mitchell bewiesen, daß ebenso wie der Austausch der einwertigen Kationen auch der der zweiwertigen (Mg, Ca, Sr, Ba) aus der Umtauschmicelle des Permutits und Kaolinittons heraus um so stärker erfolgt, je hydratisierter das zweiwertige, am Umtauschkörper gebundene Haftion ist. Dieses Ergebnis stellt frühere Unstimmigkeiten richtig.

Darauf wurde eine allgemeine Einteilung der Umtauschkörper auf Grund ihrer inneren Struktur (homo- oder heterodispers bzw. iso- oder anisodispers, ferner orientiert oder desorientiert, schließlich intra- oder extramellar umtauschend) gegeben.

Extra- und intramicellarer Umtausch sind in ihrem Einfluß auf die Umtauschkapazität (N. Cernescu), Hydratation (P. Szigeti), Ionenreihen (N. Cernescu), Diffusion und Reaktionsgeschwindigkeit (N. Cernescu, P. Szigeti, R. Kawashima, M. Oedeli), Ionenblockade (N. Cernescu, M. Tokunaka, A. Renold) an verschiedenen strukturierten Umtauschkörpern (Permutit, Kaolinitton, Chabasit) studiert worden.

¹⁾ Vgl. Wiegner, „Kolloidchemie und Bodenkunde“, 1. Mitt., im Bericht über den IX. Internationalen Kongreß für reine und angewandte Chemie in Madrid 1934; vgl. ferner Hofmann, Endell u. Wilm, „Röntgenograph. und kolloidchem. Untersuchungen über Ton“, diese Ztschr. 47, 539 [1934]; Alten u. Kurnies, „Die physikalisch-chem. Gesetzmäßigkeiten beim Kationenumtausch im Mineralboden“ und Jacob, Hofmann, Loofmann u. Maegdefrau, „Chem. und röntgenographische Untersuchungen über die mineral. Sorptionsubstanz im Boden“, Beiheft Nr. 21, im Auszug veröffentlicht diese Ztschr. 48, 584, 585 [1935].

Die verschiedenen Oberflächenstrukturen der äußeren und inneren Umtauschgrenzschichten (sog. Metastrukturen nach *Wo. Ostwald*) können zur Ausbildung verschiedener metastabiler Strukturgleichgewichte führen, was experimentell von *Rob. L. Mitchell* und *A. Renold* gezeigt wurde. An einer metastrukturierten Grenzschicht gibt es Stellen verschiedener Haftfestigkeit (z. B. im einfachsten Falle Ecken, Kanten, Flächen). Man kann in einer solchen Grenzschicht alle Abstufungen von locker zu fest haftenden Ionen feststellen und kann die Ionen bei der Herstellung der Umtauschkörper verschieden fest binden. Selbst wenn die Umtauschkörper analytisch gleich zusammengesetzt sind, wird der Ionenumschiff im Gleichgewicht zu verschiedenen Resultaten führen, falls die gleichen Umtauschionen an verschiedene „Oberflächenlokalitäten“ gebunden waren. Die Metastruktur mit der damit verbundenen Verschiedenheit der Haftfestigkeit scheint beim amorphem Permutit, der gemischten extra- und intramolekularen Umtausch aufweist, besonders stark ausgeprägt zu sein. Sie ist schwächer beim sog. Kaoliniton ausgebildet und ist am schwächsten beim untersuchten Bentonit entwickelt, der intralaminar an inneren Schichtflächen umtauscht (*Rob. L. Mitchell, A. Renold*). Ein solches physikalisch-chemisches Verhalten steht in großen Zügen mit den Strukturuntersuchungen der Mineralogen im Einklang.

Zum Schlusse des Vortrages wurde auf die wichtigen praktischen Folgerungen hingewiesen, die das nachgewiesene verschiedene Strukturverhalten der Umtauschkörper im Boden für die Festlegung der Ionen bei Düngungen, Neutralisationen des Bodens und Verwitterungen hat.

Kommission III. Mikrobiologie des Bodens.

Chr. Barthel: „*Mobilisation der Pflanzennährstoffe des Bodens.*“

Die Rolle der Mikroben bei der Zersetzung der Mineralien ist zwar beträchtlich, aber nicht so ausschlaggebend wie ihre Mitwirkung bei der Zersetzung der organischen Substanz des Bodens.

H. G. Thornton, Rothamsted Exp. Station, England: „*Die symbiotischen Beziehungen zwischen Bodenbakterien und Leguminosen.*“

Das Verhalten der Leguminosen zu Knöllchenbakterien wird sowohl durch die Widerstandsfähigkeit der Wirtspflanze, wie durch die Eigenschaften der Bakterien beherrscht. Die Widerstandskraft der Pflanze erstreckt sich von einer verhältnismäßig leichten Empfänglichkeit gegen bestimmte Arten von Bakterien bis zur vollkommenen Immunität gegen andere Arten von Bakterien. Die Infektion vollzieht sich in drei Stufen: Kräuseln der Wurzelhäutchen, Infektion der Häutchen, Entwicklung eines Knöllchens. Die Deformation der Wurzelhaare wird durch eine Ausscheidung der Bakterien hervorgerufen, die von ihnen durch Filtration getrennt werden kann. Die Wirkung dieser Sekretion ist nicht spezifisch; so können z. B. die Ausscheidungen von Luzerne-Knöllchenbakterien die Wurzelhäutchen von Erbsen und Klee deformieren, obgleich letztere gegen diese Knöllchenbakterien immun sind. Auch wenn auf eine Pflanze eine genügende Anzahl infektionsfähiger Bakterien einwirkt, wird nur ein kleiner Teil der Wurzelhäutchen infiziert, und nur an wenigen dieser Infektionsstellen kommt es zur Bildung von Knöllchen. Nitratstickstoff fördert die Widerstandsfähigkeit gegen die Infektion. Nach Überwindung des Widerstandes der Pflanze gegen die Infektion und erfolgter Bildung von Knöllchen können die Bakterien im Cytoplasma der Zellen eine symbiotische Tätigkeit entfalten, sie können aber auch als Parasiten das Gewebe der Knöllchen zerstören. Dieser Übergang zum Parasitismus, der normalerweise erst im Herbst eintritt, ist wahrscheinlich durch einen Mangel an Kohlenhydraten zu erklären. Das Gleichgewicht zwischen Widerstandsfähigkeit der Wirtspflanze und dem Parasitismus der Bakterien kann also durch die Physiologie der Wirtspflanze nach beiden Richtungen gestört werden, wobei das Verhältnis Kohlenhydrate: Stickstoff in dem Pflanzengewebe von entscheidender Wichtigkeit ist. Wird dieses Verhältnis durch eine Vermehrung des Stickstoffs verändert, so erhöht sich die Widerstandsfähigkeit gegen Infektion der Wurzelhaare; es kann sich sogar eine korkartige Schicht bilden,

welche das Bakteriengewebe in bereits gebildeten Knöllchen abschließt. Wird das Verhältnis durch eine Verringerung der Kohlenhydrate verändert, so entsteht Parasitismus der Bakterien. Die besten Bedingungen für eine Symbiose sind daher gegeben bei einem weiten Verhältnis von Kohlenhydraten: Stickstoff.

Außer durch physiologische Veränderungen der Wirtspflanze kann die günstige Wirkung von Knöllchenbakterien aber auch dadurch verhindert sein, daß die infizierenden Bakterien selbst nicht fähig sind, Stickstoff zu sammeln. Knöllchen der nicht wirksamen Bakterienarten sind gewöhnlich an ihrer Kleinheit, ihrer großen Zahl und ihrem Vorkommen auf den Nebenwurzeln zu erkennen, während wirksame Knöllchen sich schon in der Jugend der Pflanze nahe der Oberfläche an der Hauptwurzel entwickeln. Da diese Knöllchen den Stickstoffgehalt der Pflanze erhöhen, findet eine weitere Infektion nicht statt. Da die unwirksamen Arten von Bakterien weit verbreitet sind, können sie in erfolgreichen Wettbewerb mit wirksamen Arten bei der Produktion von Knöllchen treten. Ferner bleibt auch die Wirksamkeit von günstigen Arten beim Durchgang durch die Wirtspflanze nicht unberührt. Die Kleemüdigkeit könnte somit dadurch erklärt werden, daß das oft wiederholte Wachstum von Bakterien in derselben Pflanze genetische Veränderungen in ihnen hervorruft.

Kommission IV. Fruchtbarkeit des Bodens.

E. A. Mitscherlich, Königsberg: „*Die Bestimmung des Nährstoffgehaltes bzw. des Düngedürfnisses des Bodens.*“

Auf der Tagung der IV. Kommission in Kopenhagen war beschlossen worden, die verschiedenen Schnellmethoden zur Bestimmung des Nährstoffverhältnisses der Böden mit der Gefäßmethode von *Mitscherlich* zu vergleichen. 120 verschiedene Bodenarten wurden nach der Aspergillusmethode, Neubauer-Methode, Citronensäuremethode, Lactatmethode und verschiedenen Austauschmethoden untersucht. Während für die Bestimmung der Phosphorsäure, insbesondere bei der Milchsäuremethode, eine leidliche Übereinstimmung zu erzielen war, war die Übereinstimmung hinsichtlich der Kalibestimmung weniger befriedigend.

A. Fisher, University College, London: „*Die Zuverlässigkeit der Versuchsergebnisse bei landwirtschaftlichen Versuchen.*“

Die Wiederholung der einzelnen Parzellen eines Feldversuches ist nicht als ein Weg zur Verkleinerung der Fehler zu betrachten, sondern vielmehr als ein Mittel zur Schätzung der Größe der Versuchsfehler. Würde man nicht berücksichtigen, daß die Versuchsergebnisse mit Fehlern behaftet sind, so würde man unzulässige Schlüsse ziehen. Überschätzt man andererseits die Fehler, so übersieht man Schlüsse, die gerechtfertigt sind. Um zu erkennen, in welchem Maße zwei im Versuch gleich behandelte Parzellen tatsächlich die Wahrscheinlichkeit haben, gleich zu sein, muß dafür Sorge getragen werden, daß alle vorhandenen Fehlermöglichkeiten auf beiden Parzellen mit gleicher Wahrscheinlichkeit auftreten können. Dies wird dadurch erreicht, daß man die Verteilung der Parzellen dem Zufall überläßt.

O. de Vries, Groningen, Holland: „*Studien über die Bodenfruchtbarkeit in Niederländisch-Indien.*“

Kommission V.

Entstehung, Morphologie und Kartographie des Bodens.

R. Bradfield, Ohio State University, Columbus, Ohio: „*Die Bedeutung der neueren Forschungen über Bodenkolloide für die Bodenklassifikation.*“

Durch die Entwicklung der kontinuierlichen Hochleistungszentrifugen ist es möglich geworden, größere Mengen von Kolloiden aus dem Boden für die physikalisch-chemische Untersuchung zu isolieren. Die kolloidale Fraktion besteht zu einem großen Teil aus sekundären, von Kaolin verschiedenen Tonmineralien mit Beimengungen von Kieselsäure, Tonerde, Eisenoxyd und den primären Mineralien. Die sekundären Mineralien, Montmorillonit usw., treten nur in kolloidaler Größenordnung in größeren Mengen auf, weshalb ihre Existenz solange un bemerkt blieb. Bei Untersuchungen an Wasserstoffton

war die Bodenacidität offensichtlich auf eine kolloidale Aluminokieselsäure zurückführbar; ebenso ließ sich das Problem der Alkaliböden durch Untersuchungen an Natron-tonen aufklären. Der Hauptbeitrag der physikalischen Chemie zur Bodeneinteilung ist in einem besseren Verständnis der Bodenbildungsprozesse zu sehen, welches zu einer genaueren morphologischen Klassifizierung führen wird; eine direkte chemische Klassifizierung wird dagegen nicht möglich sein, denn Chemie ist eine Laboratoriumswissenschaft, die Boden-klassifikation dagegen eine Feldwissenschaft.

H. Stremme, Danzig: „Die Unterteilung der Welt-gruppen mit besonderer Berücksichtigung der podsolierten Böden.“

F. Hardie, Trinidad, Westindien: „Eigenarten tropischer Böden.“

Kommission VI.

Anwendung der Bodenkunde auf die Meliorationstechnik.

Fr. Brüne, Moorvers.-Stat. Bremen: „Bodenkunde und Moorkultur.“

Die Bodenkunde versteht unter Moor ein Gelände, das als charakteristische Bodensubstanz Torf im mineralogischen Sinne in einer Schicht von mindestens 0,20 m enthält. An-moorige Böden unterscheiden sich von den eigentlichen Moor-böden dadurch, daß sie einen Aschengehalt von über 40% aufweisen. Je nach der Beschaffenheit des Untergrundes, auf dem sie gewachsen sind, und der Zuflüsse weisen die Moore einen verschiedenen Nährstoffgehalt auf. Man unterscheidet: a) Niedermoor, die aus nährstoffreichen Pflanzen ent-standen sind, b) Hochmoor, aus nährstoffarmen Torfarten gebildet, c) Übergangsmoor von mittlerem Nährstoffgehalt. Die Niedermoor enthalten 2,5% CaO und mehr, die Übergangsmoor 0,5—2,5 und die Hochmoor unter 0,5% CaO.

Das Verhalten der Moore zum Wasser bzw. die Anwendung bestimmter Meliorationsmaßnahmen wird durch die kolloide Natur der torfbildenden Humusstoffe und ihren Zersetzungs-zustand maßgebend beeinflußt. In chemischer Hinsicht ist der Nährstoffgehalt der Moore wichtig. Je mehr sich der Charakter eines Moores dem Hochmoor nähert, desto geringer ist sein Gehalt an für die Pflanzen ausnutzbarem Stickstoff.

Alle Moore, insbesondere die Hochmoore, sind arm an Kali und Phosphorsäure. Landwirtschaftlich wichtig ist die Beachtung des in Niedermoor häufig vorkommenden Doppelschwefeleisens, da dieses in Berührung mit Luft in Ferrosulfat und freie Schwefelsäure übergeht. Die biologischen Verhältnisse der Moorböden sind noch wenig erforscht. Im rohen Zustande sind die Moore arm an Bakterien, durch Meliorationsmaßnahmen steigt jedoch der Bakteriengehalt. Bei der Kultivierung der Moore spielt die Beherrschung des Wassers die Hauptrolle. Es muß die Möglichkeit gegeben sein, den Grundwasserstand in niederschlagsreichen Zeiten zu senken, in Zeiten der Dürre dagegen wieder zu heben. Bei der Boden-bearbeitung ist besonders die Herbeiführung der Krümel-struktur wichtig. Um eine zu starke Zersetzung des Hoch-moorbodens und eine zu weitgehende Verringerung der Stärke der Ackerkrume zu verhüten, ist es notwendig, durch zeit-weises Aufpflügen von Moostorf aus dem Untergrund für die Erhaltung einer gleichmäßig starken Ackerkrume zu sorgen.

Die Anwendung der schweren Walze zwecks Erzielung einer ausreichenden capillaren Wasserhebung aus dem Unter-grund spielt besonders bei der Grünlandnutzung eine große Rolle. Kalkbedürftig sind ausschließlich die Hochmoore und die hochmoorartigen Übergangsmoor. Nach deutschen Er-fahrungen liegt die obere Grenze der zweckmäßigen Kalk-zufuhr, zumal bei Wiesen und Weiden, bei etwa 40—45 dz/ha CaO.

Die kalkbedürftigen Moorböden sind beim Anbau stick-stoffzehrender Früchte in der Regel auch für eine ausreichende Stickstoffdüngung dankbar; bei stickstoffreichen Niedermoor-en ist dagegen zusätzliche Stickstoffdüngung der Regel nach unwirtschaftlich. Die natürliche Armut der Moorböden an Kali und Phosphorsäure macht bei der Urbarmachung und späteren Bewirtschaftung die Anwendung ausreichender Men-gen dieser Nährstoffe zur Pflicht. Stallmist, Jauche, Grün-

dünger und Kompost haben in erster Linie für die neu kultivierten biologisch noch untätigen Hochmoorböden große Be-deutung.

W. C. Lowdermilk, United States Department of Agri-culture: „Bodenerosion und ihre Verhütung in den Vereinigten Staaten.“

Bodenverluste durch Erosion sind eines der wichtigsten Probleme der Vereinigten Staaten von Amerika geworden; denn außer zu einer Verschlechterung der Ernten haben diese Verluste auch zu großen Schwierigkeiten für die Schifffahrt und Wasserversorgung geführt.

Eine Untersuchung hat ergeben, daß bei 10% aller Böden der Vereinigten Staaten mehr als drei Viertel der Krume weg-gewaschen oder weggeweht worden sind. Eine Erosion von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ der Krume hat auf etwa 35% der ganzen Anbaufläche stattgefunden.

Im Jahre 1933 wurde eine besondere Stelle zur Bekämpfung der Bodenerosion bei dem Department of Agriculture ein-gerichtet, welche die Aufgabe hat, alle wissenschaftlichen und technischen Hilfsmittel der Verhütung der Erosion dienstbar zu machen. Der Arbeitsplan gründet sich auf Flugzeugauf-nahmen, in welche Bodentyp, Bodenneigung, Erosionszustand und landwirtschaftliche Nutzung eingetragen werden. Von den Farmern werden fünfjährige Arbeitsabkommen mit der Regie-rung abgeschlossen, wobei der Farmer gewisse Arbeitsleistungen und Materialien beizutragen hat, während die Regierung die Kapitalien stellt, sowie Pflanzenmaterial, um die Flächen auf-zuforsten, die auf Grund ihrer starken Erosion aus der land-wirtschaftlichen Bebauung herausgenommen werden sollen.

Von den zahlreichen Vorträgen der Kommissionssitzungen, in denen hauptsächlich über die neuesten Arbeiten berichtet wurde, seien die folgenden erwähnt:

M. Trénel, Geologische Landesanstalt, Berlin: „Über die Bestimmung der wasserhaltenden Kraft des Bodens.“

Es wird ein Apparat beschrieben, bei dem das capillare Steigvermögen des Bodens durch den Unterdruck einer Wasser-säule gemessen wird, bei dem Luft in die völlig mit Wasser gefüllten Hohlräume eines Bodens einzudringen beginnt. Es werden Kurven über die funktionellen Beziehungen zwischen der Capillarkraft des Bodens und der Zusammensetzung aus je zwei Korngrößen bis zur Korngröße 0,05—0,01 mm an-gegeben. Es wird vorgeschlagen, an Stelle der Bestimmung der Wasserkapazität die Capillarkraft mit einem Capillari-meter zu messen und das Verhalten des Bodens zum Wasser durch die Capillarzahl selbst zu kennzeichnen.

E. W. Russell, Rothamsted Exp. Station, England: „Die bindenden Kräfte zwischen den Tonteilchen in einem Bodenkrümel.“

Während ein feuchter Sand, wenn er getrocknet wird, in Einzelkornstruktur verbleibt, bilden kolloide Teilchen von Ton und organischer Substanz beim Trocknen Krümel. Die Kräfte, welche die einzelnen Teilchen von Ton und Humus beim Trocknen zu Bodenkrümel vereinigen, sind in elektro-statischen Richtungseffekten auf die Wassermoleküle zu sehen. Wenn ein Ton in reinem Wasser aufgeschlämmt wird, und zwar so verdünnt, daß die einzelnen Teilchen sich nicht mehr gegenseitig beeinflussen, so kann man sich jedes Teilchen zusammengesetzt denken aus einem Tonteilchen, einer Hülle von Wassermolekülen und den Ionen, die von den Tonteilen abdissoziiert sind. Da die Wassermoleküle elektrische Dipole sind, können sie sich in der Nähe des Teilchens nicht mehr der mechanischen Wärmetheorie entsprechend frei bewegen, son-dern sie haben die Tendenz, sich mit ihren Dipolachsen ent-sprechend den vom Teilchen ausgehenden elektrostatischen Kraftlinien anzuordnen. Die positiven Ladungen der Kationen eines Tonteilchens und die negativen Ladungen der Oberfläche wirken zusammen, um eine Anzahl von Wassermolekülen be-sonders fest in ihrem kombinierten Felde zu binden. Wird die Ton-Dispersion durch Entfernung von Wasser konzentrierter, so beeinflussen sich die einzelnen Teilchen gegenseitig, und eine zunehmende Anzahl von Wassermolekülen wird in dem ver-einten Feld einer positiven und einer negativen Ladung fest-gehalten. Außerdem werden einige Kationen ihre gerichteten

Wasserhüllen mit mehreren Tonteilchen teilen. Es entstehen also Zusammenballungen, bestehend aus:

einem Tonteilchen — gerichteten Wassermolekülen —
einem Kation — gerichteten Wassermolekülen — einem Tonteilchen.

Voraussetzung dafür ist, daß die Tonteilchen austauschfähige Kationen enthalten und daß die verteilende Flüssigkeit aus Dipolen besteht. Die Festigkeit der Bindung eines Krümel hängt von der Ladungsdichte des Kations ab, sowie von der Zahl der an der Bindung teilnehmenden Wassermoleküle; je geringer diese ist, desto fester ist der Krümel. Diese Hypothesen wurden durch Versuche bestätigt, insbesondere ergab sich, daß aus einer wäßrigen Dispersion von Kaolin, der eine niedrige Basenaustauschfähigkeit hat, sich keine beständigen Krümel bildeten, wohl aber aus Tonsubstanzen mit einem höheren Austauschvermögen.

H. Wieszmann (Landw. chem. Anstalt der Friedrich-Schiller-Universität Jena): „*Sorption von Gasen an Bodenbestandteilen und Boden.*“

Untersuchungen auf dem bisher von der Bodenkunde recht stiefmütterlich behandelten Gebiete der Sorption von Gasen bieten Aussicht, die Anschauungen über Bodenluft und Bodenbelüftung und alle damit zusammenhängenden Fragen zu klären, die Bestimmung der Hygroskopizität von Böden physikalisch zu unterbauen und womöglich befriedigendere Verfahren zur Oberflächenbestimmung der Böden auszuarbeiten. Es ergab sich, daß die Fraktionen $> 0,02$ mm der wesentlichsten Bodenbestandteile (wie Tonerde, Kieselsäure, Eisenoxyd, kohlenaurer und schwefelsaurer Kalk) keine Sorption zeigten, während die kolloiden Teile erhebliche Sorption aufwiesen. Die Sorption steigt mit fortschreitender Entwässerung, sofern damit nicht eine wesentliche Änderung des Strukturgebäudes eintritt, denn bei höherem Wassergehalt sind die Capillaren teilweise versperrt oder ein Teil der Oberfläche ist durch Sorptionswasser besetzt. Bei niedrigem Wassergehalt liegt die Adsorption von Stickstoff etwas höher als die von Sauerstoff; bei höherem Wassergehalt kehrt sich dieses Verhältnis um, was durch die Löslichkeit der Gase im Kolloidwasser erklärt wird. Die Adsorption von Gasen durch den Boden ist in erster Linie als Funktion der Oberfläche der Bodenkolloide anzusehen, von der chemischen Beschaffenheit der Kolloide scheint sie dagegen nur in zweiter Linie abzuhängen.

A. Jacob, Berlin: „*Die Identifikation der Tonsubstanz der Böden durch Röntgenuntersuchung*“.

C. E. Marshall (Dep. of Agriculture, University of Leeds, England): „*Eigenschaften der Tonfraktion.*“

Die Identifikation der Tonsubstanz ist eine Voraussetzung für eine Klärung der Probleme der Bodenbildung, der Bodenacidität usw. Mit Hilfe von Hochleistungszentrifugen gelang es, die Tonfraktion in fünf Fraktionen von $> 2 \mu$ bis $0,1 \mu$ zu unterteilen. Die mit Abnahme der Teilchengröße beobachtete Zunahme der Austauschfähigkeit war stets beträchtlich größer als die der Oberfläche, so daß sich die Annahme ergibt, daß ein wesentlicher Teil der austauschbaren Kationen innerhalb des Kristallgitters der Tonteilchen vorliegt. Optische Untersuchungen ließen selbst in den feinsten Fraktionen den kristallinen Charakter deutlich erkennen. Es zeigte sich bei allen untersuchten Böden, daß der mineralische Charakter innerhalb der Tonfraktion stark schwankt, daß also eine bestimmte Tonfraktion nicht aus einem einzigen Mineral besteht. Die Kristallgittertheorie gibt eine gute Grundlage für die Untersuchung des Basenaustausches, insbesondere unter Berücksichtigung der Eigenschaften der eindimensionalen Quellung von Montmorillonit, die von Hofmann durch Röntgenuntersuchung nachgewiesen worden ist.

E. Truog (University of Wisconsin): „*Der Mineraliengehalt des Adsorptionskomplexes.*“

Die Annahme, daß der Adsorptionskomplex aus bestimmten Mineralien besteht, ist befriedigender als die entgegen-

gesetzte Auffassung, daß er als physikalische Mischung von Kieselsäure und Sesquioxiden vorliegt. Chemische Untersuchungen führen für den Adsorptionskomplex zu der Formel $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{XH}_2\text{O}$. Die in kolloider Größenordnung vorliegenden Mineralteilchen müssen in Böden humider Gebiete, wo die Verwitterung sehr stark ist, äußerst widerstandsfähig sein, da sie sonst nicht erhalten geblieben wären. Man kann daher in den Bodenkolloiden Feldspat, Biotit, Apatit und andere Silicate nicht erwarten. Wahrscheinlich ist dagegen das Vorkommen von Talk, Muscovit und Eisenoxyd; auch freie Kieselsäure ist gewöhnlich zugegen.

M. Gračanin (Universität Zagreb, Jugoslawien): „*Zur Frage der Bestimmung der wurzellöslichen Bodenphosphorsäure nach der Citronensäuremethode.*“

Der in 1%iger Citronensäure lösliche Anteil der Bodenphosphorsäure darf nicht als physiologisch aktiver Teil dieses Nährstoffes angesehen werden, sondern umfaßt teilweise auch physiologisch unzugängliche Phosphorsäureverbindungen. Die nach der Citronensäuremethode ermittelten Phosphorsäurewerte sind nicht nur eine Funktion des chemischen Charakters der Phosphorsäureverbindungen, sondern hängen auch von den anderen Bodeneigenschaften ab. Wenn in vielen Fällen übereinstimmende Resultate der Citronensäuremethode und des Feldversuches konstatiert werden konnten, so sind diese mehr als Zufall und nicht als wissenschaftlich begründete kausale Erscheinungen zu betrachten.

R. Hoagland (University of California): „*Berücksichtigung der Aufnahme von Kali durch die Pflanze und seiner Festlegung durch den Boden bei der Bestimmung des Nährstoffbedarfes.*“

Die Kalilieferung eines Bodens stellt nicht in direkter Beziehung zu seinem Gehalt an austauschfähigem Kali. Manche Böden haben ziemlich niedrige Werte für austauschfähiges Kali, die sich auch durch den Ernteentzug nicht ändern, und versorgen die Pflanze trotzdem ausreichend mit Kali, während andere Böden mit gleichen Werten sehr starken Kalimangel aufweisen. Es muß also auch nichtaustauschfähiges Kali für die Versorgung der Pflanzen in Frage kommen, welches die erstgenannten Böden, insbesondere unter dem Einfluß von Kohlensäure, in die Lage setzt, die Bodenlösung bei einem ausreichenden Gehalt an Kali zu halten. Ob dieses auf einem bestimmten Boden der Fall ist, ist schwer vorherzusagen, weil man die Konzentration der physiologisch wirksamen Lösung an der Grenzfläche von Wurzel und Boden nicht feststellen kann, da hier Austauschverhältnisse, Tätigkeit der Wurzeln usw. eine Rolle spielen. Aus diesem Grunde gibt die Neubauer-Methode für Böden mit wenig austauschfähigem Kali bessere Resultate als chemische Methoden. Bei der Deutung der Bodenanalyse muß man auch darauf achten, ob die Bodenproben wirklich der Bodenmenge entsprechen, die der Pflanze zur Verfügung steht. Man hat noch keine Methode gefunden, um eine Bodenprobe, die genau der Wurzelzone entspricht, zu ziehen. Auch die Festlegung von Kali durch den Boden mit der daraus folgenden ungleichmäßigen Verteilung spielt eine Rolle. Man darf ferner den Nährstoffgehalt nicht nur als Funktion des Bodens betrachten, sondern muß auch die physiologischen Faktoren in Erwägung ziehen, die von der Temperatur des Bodens, der Sauerstoffversorgung und der Versorgung der Wurzeln mit Kohlenhydraten abhängen. Es wird daher nicht möglich sein, eine chemische oder biologische Bodenuntersuchungsmethode aufzustellen, die auch nur annähernd für die verschiedenen Böden, Ernten und klimatischen Bedingungen die Kaliwirkung voraussagen läßt.

E. M. Crowther (Rothamsted Exp. Station): „*Bericht über die Arbeiten des Ausschusses für Bestimmung des organischen Kohlenstoffs im Boden.*“

Die trockene Verbrennung ergab übereinstimmende Resultate bei allen verglichenen Methoden; die Entfernung von Carbonat durch wiederholte Behandlung mit schwefliger Säure ergab die gleichen Ergebnisse, wie die einer getrennten Bestimmung von Gesamtkohlenstoff und anorganischem Kohlenstoff. Bei der feuchten Verbrennung variierten die Ergebnisse je nach der angewandten Methode. Eine Anwen-

¹⁾ Siehe diese Ztschr. 48, 585 [1935].

dung der Chromsäure- oder Dichromat-Titrations-Methode ergab gute Resultate, wenn sie durch einen Näherungsfaktor korrigiert wurde.

D. J. Hissink (Groningen): „*Bericht des Ausschusses zur Untersuchung der Anwendbarkeit der Glaselektrode.*“

Die Glaselektrodenmethode bewährte sich auf allen untersuchten Böden. Sie ergab Übereinstimmung mit der Chinhydromethode auf allen Böden, auf denen die nach dieser Methode bestimmten p_H -Werte nach 10 sec und 60 sec nach Zusatz des Chinhydrons gleich waren. Waren diese nicht gleich, so stimmten die Werte der Glaselektrode mit denen der nach 10 sec vorgenommenen Chinhydromethode überein; auf solchen Böden ist aus technischen Gründen die Glaselektrode vorzuziehen. Die Chinhydromethode ist anwendbar, wenn die Bestimmung nach 10 und 60 sec keine großen Unterschiede aufweist.

A. Demolon (Frankreich): „*Über die Rolle von Bakteriophagen bei dem Auftreten von Luzernemüdigkeit.*“

Bei fortgesetztem Anbau der gleichen Leguminosen tritt Bodenmüdigkeit auf. Bei Luzerne, die über ein Jahr alt war, fand man in den Knollen, sowie in den Wurzeln und Stengeln einen Bakteriophagen, der Bakterium radicola zerstören kann. Der Bakteriophag ist gewöhnlich nicht vorhanden in den jungen Knöllchen, er zeigt seine Haupttätigkeit in älteren Knöllchen, woraus sich die Beobachtung erklärt, daß man mit Bakteroiden aus älteren Knöllchen nicht impfen kann. Ähnliche Bakteriophagen sind bei anderen Leguminosen gefunden worden. In jungen Luzernefeldern und auf nicht mit Luzerne bestellten Böden tritt dieser Bakteriophag nicht auf.

S. A. Waksman (New Jersey Agric. Exp. Station): „*Die Funktion von Cellulose und Lignin bei der Erhaltung des Stickstoffs im Boden und im Kompost.*“

Pflanzenreste spielen eine wichtige Rolle bei der Bildung von Humus im Boden und bei der Erhaltung des Stickstoffs. Besonders wichtig sind in dieser Hinsicht die Kohlenhydrate und Lignin. Sie unterscheiden sich aber in ihrer Wirkungsweise. Die Kohlenhydrate, die in den Pflanzenresten mit 60–65 % enthalten sind, verschwinden bei der Zersetzung rasch, wenn genügend Stickstoff verfügbar ist und die Bedingungen für die Bakterientätigkeit günstig sind. Die frei werdende Energie wird von den Bakterien für den Aufbau ihrer Substanz benutzt, so daß der mineralische Stickstoff des Bodens in mikrobiische Bodensubstanz verwandelt wird. Die Funktion des Lignins besteht in erster Linie in der Bindung von Ammoniak und Eiweiß zu widerstandsfähigen Komplexen. Es bilden sich Humuskomplexe mit Lignin, wenn Lignin in etwa vierfachem Überschuß gegenüber Eiweiß vorhanden ist. Ist Lignin nicht oder zu wenig da, so wird das Eiweiß durch verschiedene Mikroorganismen zu Ammoniak abgebaut. Ammoniak, das im Boden gebildet wird, kann folgende Wandlungen durchmachen: a) in der Gegenwart von Kohlenhydraten wird es durch Mikroorganismen aufgenommen, b) bei Abwesenheit von Kohlenhydraten, aber Gegenwart von Lignin oder Ligno-Protein wird es adsorbiert oder lose gebunden, c) es kann zu Nitraten oxydiert werden, d) es kann durch höhere Pflanzen aufgenommen werden, e) es kann verdunsten.

H. G. Thornton (Rothamsted): „*Kurzfristige Schwankungen in der Bakterienzahl von Böden.*“

Um die Irrtümer auszuschalten, die auftreten, wenn man die Plattenkulturmethode oder die mikroskopische Zählmethode zur Bestimmung der Bakterienzahl benutzt, wurde eine Methode ausgearbeitet, die darin besteht, daß zunächst in einer Suspension von Indigoteilchen die Anzahl von Teilchen pro Kubikzentimeter bestimmt wurde. Eine bestimmte Bodenmenge wird mit einem bestimmten Volumen dieser ausgezählten Suspension geschüttelt. Von der entstehenden Mischung werden Häutchen hergestellt, getrocknet und mit Erythrosyn gefärbt. Dann werden in beliebigen mikroskopischen Feldern sowohl die Bakterien wie auch die Indigoteilchen gezählt und das Verhältnis von Indigoteilchen zu Bakterien berechnet. Da

man die absolute Zahl von Indigoteilchen pro Milligramm Boden kennt, kann man die Zahl der Bakterien leicht berechnen.

Es zeigte sich, daß in kurzen Zwischenräumen beträchtliche Schwankungen auftraten. Sucht man nach den Gründen dafür, so waren keine Beziehungen zu Feuchtigkeit und Temperatur des Bodens festzustellen. Wahrscheinlich ist für die Schwankungen die Zahl der Protozoen verantwortlich, es traten aber auch Schwankungen in Böden auf, die durch Sterilisation von Protozoen befreit waren und bei konstanter Temperatur und Feuchtigkeit gehalten wurden.

O. Eckstein, Berlin: „*Vermag die Pflanze die Isotopen des Bodenkalkiums zu trennen?*“

Beim Kalium sind die Isotopen mit dem Atomgewicht 41 und 42 noch nicht experimentell von dem Isotop 39 getrennt worden. Die Behauptung von Loring und Bruce, daß das Kalium in Pflanzenaschen ein höheres Atomgewicht besitzt als das normale, ist bei Nachprüfung durch Heller und Wagner nicht bestätigt worden. Um die Frage der Trennung der Isotopen des Kaliums durch die Pflanze einer genauen Untersuchung zu unterziehen, wurden durch fraktionierte Vegetationsversuchsanordnung Bedingungen geschaffen, die es gestatten würden, eine potenzierte einseitige Anreicherung eines Isotops zu erreichen. Die an den verschiedenen Fraktionen durchgeführte Bestimmung des Atomgewichts ergab, daß Unterschiede nicht nachzuweisen waren.

F. C. Gerretsen (Groningen, Holland): „*Die Wirkung von Manganmangel bei Hafer in Beziehung zu Bodenbakterien.*“

Außer Manganmangel sind auch andere Umstände, wahrscheinlich Mikroorganismen, für das Auftreten der Dörrfleckenkrankheit verantwortlich. In sterilen Wasserkulturen führte Manganmangel nur zu einer Verringerung des Wachstums; das Auftreten der Dörrfleckenkrankheit erfolgte erst nach Infektion mit Boden eines Feldes, auf dem Dörrfleckenkrankheit herrschte. Das Auftreten der Dörrfleckenkrankheit auf Mischungen von Sand- und Tonböden scheint darauf zu beruhen, daß dort sowohl der Mangel an aufnehmbarem Mangan, wie die Existenz von Bakterien begünstigt ist.

Th. B. van Itallie (Groningen, Holland): „*Über die Rolle des Natriums bei der Kationenbilanz verschiedener Pflanzen.*“

Die Aufnahme von Natrium durch verschiedene Pflanzen variiert sehr stark. Vor allem ist das Verhältnis von Na zu K im Boden für die Aufnahme von Na wichtig. Typische Natronpflanzen sind Rüben, Mangold und manche Cruziferen. Kartoffeln nehmen Na nur mit Schwierigkeit auf. Wendet man hier Düngemittel an, welche Chlornatrium enthalten, so verweigern die Pflanzen die Aufnahme von Natrium, aber nicht von Chlor, worin wahrscheinlich der Grund für Chlorschäden bei Kartoffeln zu sehen ist.

A. H. Lewis (Agric. Research Station, Jealott's Hill, England): „*Die Bedeutung des Ammonium-Calcium-Gleichgewichtes für die Ernährung der Pflanze.*“

Die Schäden, welche entstehen, wenn den Pflanzen, wie z. B. durch Ammoniumphosphat, nur einwertige Kationen zugeführt werden, können verhütet werden, wenn man dem Ammoniumphosphat geringe Mengen von Gips zusetzt.

G. E. Blackman (Agr. Res. Stat. Jealott's Hill, England): „*Das Wachstum der Weiden im Frühjahr und seine Beziehung zur Stickstoffversorgung und Temperatur.*“

Frühes Wachstum der Weiden wird durch Stickstoffdüngung vor allem dann gefördert, wenn im Frühjahr während einer verhältnismäßig langen Periode die Bodentemperatur zwischen 5,5 und 9,5° liegt. Erwärmt sich der Boden schneller, so übt Stickstoff nur eine geringere wachstumsfördernde Wirkung aus.

W. G. Eggleton (Agric. Res. Stat. Jealott's Hill, England): „*Die Aufnahme von anorganischen Stickstoffsalzen einschließlich Natriumnitrit durch Gras.*“

Anorganischer Stickstoff war bereits 2 h nach erfolgter Düngung von den Pflanzen in erheblichem Maße aufgenommen. Die Eiweißsynthese erfolgt rascher, wenn Stickstoff in Ammo-

niakform gegeben wurde, als in Nitratform. Im Frühjahr kommt Stickstoff gelegentlich in den Blättern der Gräser in der Nitritform vor, wenn sie in dieser Zeit mit schwefelsaurem Ammoniak oder Naturnitrat gedüngt waren. Dieser Gehalt an Nitrit spielt wahrscheinlich eine bedeutende Rolle bei der Grastetanie von Rindern, der sogenannten Weidekrankheit.

D. N. Priauischnikoff (Landw. Ak. Moskau): „Über den Einfluß des Entwicklungsstadiums auf die Ausnutzung des Ammoniak- und Nitratstickstoffs durch die Pflanzen.“

In der Regel nimmt die Pflanze aus Nährlösungen mit NH_4NO_3 mehr Stickstoff in Ammoniakform als in Nitratform auf, es treten aber auch Abweichungen auf. So hat Schulow gefunden, daß im ersten Entwicklungsstadium der Maispflanzen mehr Ammoniak-, im späteren mehr Nitratstickstoff aufgenommen wurde. Dasselbe Verhalten beobachtete Naftel an Baumwollpflanzen. Vortr. stellte durch Wiederholung dieser Versuche in Nährlösungen von verschiedener pH -Zahl fest, daß die Konzentration der Ca- und H-Ionen von Einfluß ist, nicht aber das Alter der Pflanzen. Von großer Bedeutung ist auch die Höhe der Stickstoffgabe. Nachdem die Pflanze die Hauptmasse ihrer Organe gebildet hat, braucht sie nicht mehr soviel Stickstoff wie früher, und die fortgesetzte Erneuerung der Nährlösung führt zu einer Überernährung mit N. Dabei wird Salpetersäure zu Ammoniak reduziert und dieses nicht weiter verbraucht. Äußerlich kann es scheinen, daß die Pflanzen dann Nitratstickstoff besser als Ammoniakstickstoff ausnutzen, während tatsächlich weder der eine noch der andere ausgenutzt wird.

K. A. Bondorff, Kopenhagen: „Laboratoriumsmethoden zur Bestimmung des Phosphorsäure- und Kalibedarfs der Böden.“

Der Phosphorwert, die Fähigkeit eines Bodens, die Pflanze mit Phosphorsäure zu beliefern, wird durch dreistündiges Schütteln von 40 g Boden mit verdünnter Salpetersäure von solcher Konzentration bestimmt, daß die Endazidität 2,5 ist. Durch Vergleich mit den Ertragssteigerungen, welche Superphosphat auf den Versuchsfeldern bei verschiedenen Phosphorwerten erzielte, kann der Bauer sich ein Bild davon machen, welche Erntesteigerung er bei dem auf seinem Boden festgestellten Phosphorwert erzielen kann.

Der Kalibedarf wird durch Verdrängen des adsorptiv gebundenen Kalis aus 20 g Boden mit je 40 cm^3 2fach-normaler und 4fach-normaler Chlornatriumlösung auf Grund der Gleichung von Vageler berechnet, die gleichzeitig eine Berechnung der Festlegung des Kalis gestattet. Es konnte oft festgestellt werden, daß Böden, die bei Feldversuchen keine Kaliwirkung gezeigt hatten, das Kali so stark adsorbieren, daß die üblichen Kaligaben von 40–60 kg K_2O je ha nicht zur Wirkung kommen.

C. Spithost (Bodenkundl. Institut Groningen): „Keimpflanzenmethode nach Neubauer.“

Der von Mitscherlich gegen die Neubauer-Methode erhobene Einwand, daß Gips die P_2O_5 -Aufnahme der Pflanzen stark hemme, wurde nicht bestätigt gefunden. Auch auf die Kaliaufnahme hatten Gipsgaben bis 400 mg je Gefäß keinen Einfluß.

J. M. Robertson, Aberdeen: „Die Wirkung des Untergrundes typischer schottischer Böden auf die Nährstoffaufnahme von Pflanzen.“

Die Pflanzen entnehmen Kali hauptsächlich aus der Oberkrume, dagegen scheint der Untergrund wenigstens bisweilen beträchtliche Mengen von Phosphorsäure zu liefern. Der von Mitscherlich gebrauchte Faktor 2 zur Umrechnung der Ergebnisse von Gefäßversuchen auf das Feld ist daher zu hoch für Kali und zu niedrig für Phosphorsäure.

W. Stephen Rogers (East Malling Research Station): „Bodenfaktoren in Beziehung zum Wurzelwachstum.“

Um den Einfluß des Bodens auf die Wurzelentwicklung planmäßig zu untersuchen, wurde das ganze Wurzelsystem von Obstbäumen ausgegraben, außerdem wurde die Wurzelentwicklung in unterirdischen Gräben mit Glasscheiben verfolgt. Stets erstreckten sich die Wurzeln weiter als die Zweige und zwar im Sandboden 2–3mal, im Lehm und Ton ungefähr 1,6mal soweit. Das Verhältnis des Gewichtes von Stamm und

Zweigen zu den Wurzeln hing nur von dem Boden, nicht aber von der Größe des Baumes und der Ernte ab. Auf dem armen Sand war das Verhältnis von Stamm zu Wurzeln ungefähr 0,9 auf den besseren Böden 2,1–2,2. Im armen Sand waren die Wurzeln lang, dünn und gerade; im Ton sind sie stärker, verzweigen sich rasch und drehen sich nach allen Richtungen. Die Wurzel wächst scheinbar überallhin, wo sie findet, was sie braucht. Es ist leichter für die Wurzeln, nach Stellen, wo Nährstoffe sind, hinzuwachsen, als für die Nährstoffe, sich nach den Wurzeln hin zu bewegen.

Deutsche Chemische Gesellschaft.

Sitzung vom 11. November 1935 im Hofmann-Haus, Berlin.

Prof. Dr. W. A. Roth, Braunschweig: „I., II. und III. Hauptsatz als Hilfsmittel zur Berechnung von Bildungswärmen.“

Vortr. erörterte die Wege, auf denen man zu genauen Wärmetönungen kommen kann. Wenn auch die treibende Kraft einer Reaktion nicht mit der Wärmetönung identisch ist, so sind doch nach wie vor genaue Messungen von Wärmetönungen erforderlich, z. B., um nach dem 3. Hauptsatz die freie Bildungsenergie einer Substanz zu berechnen.

Unmittelbar lassen sich verhältnismäßig wenig Bildungswärmen im Calorimeter bestimmen, während eine mittelbare calorimetrische Bestimmung häufig möglich ist. Ist die Bildungswärme der Verbindung AB gesucht, so kann man nach dem Hessschen Satz einmal das äquivalente Gemisch der Elemente A und B, ein zweites Mal die Verbindung AB durch Lösen, Verbrennen und dgl. in den gleichen Endzustand überführen, und die Differenz ist dann die gesuchte Wärmetönung. Die Genauigkeit hängt davon ab, wie groß die Differenz der beiden Wärmemengen ist, und ob man wirklich zu streng identischen Endzuständen gelangt. Vortr. erläuterte das an Beispielen aus eigenen Arbeiten und zeigte, daß manche Forscher, namentlich bei der Anwendung der Na_2O_2 -Methode, sich nicht streng an die Voraussetzung des Hessschen Satzes gehalten hätten.

In manchen Ländern zieht man die Berechnung von Wärmetönungen nach dem 2. oder 3. Hauptsatz einer direkten calorimetrischen Bestimmung vor. Vortr. ging die verschiedenen Berechnungsmethoden (aus der Reaktionsisochore, nach dem Satze von Clapeyron-Clausius, nach Gibbs-Helmholtz aus elektromotorischer Kraft und ihrem Temperaturkoeffizienten bei Verwendung einer streng umkehrbaren Kette) im einzelnen kritisch durch. Die Berechnungsweise nach Gibbs-Helmholtz kann ausgezeichnete Werte für die Wärmetönung der Kettenreaktion geben, während die Reaktionsisochore meistens nur zu Annäherungswerten führt. Vortr. konnte das an gut untersuchten Gleichgewichten zeigen, für die auch direkt oder indirekt bestimmte calorimetrische Werte aus dem eigenen Institut vorliegen (FeO ; Al_4C_3 ; H_2S ; Ag_2S ; $\text{SO}_2\text{-H}_2\text{O}$).

Der geniale Nernstsche Satz oder der damit identische 3. Hauptsatz (third law of thermodynamics) wird für die Wärmetönungen meist nur Näherungswerte liefern können; man wird häufig den umgekehrten Weg gehen, daß man aus der Wärmetönung die Nutzenergie, Affinität, maximale Arbeit ableitet, so daß Vortr. zu dem Schluß kam, daß, von Einzelfällen abgesehen, die calorimetrische Messung, falls sie physikalisch einwandfrei und analytisch gesichert ist, den besten Weg darstellt.

Er bat um Belehrung aus dem Hörerkreise, weil er sich in eigenen Sachen nicht objektiv genug fühlte.

Aussprache: K. A. Hofmann und H. Franck nahmen das Wort. Letzterer betonte, wie angenehm es wäre, wenn man auf verschiedenen Wegen (calorimetrische Messung, Berechnung aus der Reaktionsisochore und nach dem Nernstschen Näherungssatz) zu ungefähr übereinstimmenden Werten kommt. Man hätte alsdann eine große Sicherheit, würde aber in den meisten Fällen dem calorimetrisch bestimmten Wert den Vorzug geben.

Dr. H. Lütgert, Halle: „Über die Abspaltung von Brom aus aliphatisch bromiertem Dibenzyl und eine dabei beobachtete Umlagerung“¹⁾.

Prof. Dr. H. Scheibler und M. Depner, Berlin: „Über Diphenyl-acetale des Kohlenoxyds und des Diphenyl-ketens“¹⁾.

¹⁾ Diese Ztschr. 48, 706 [1935].