

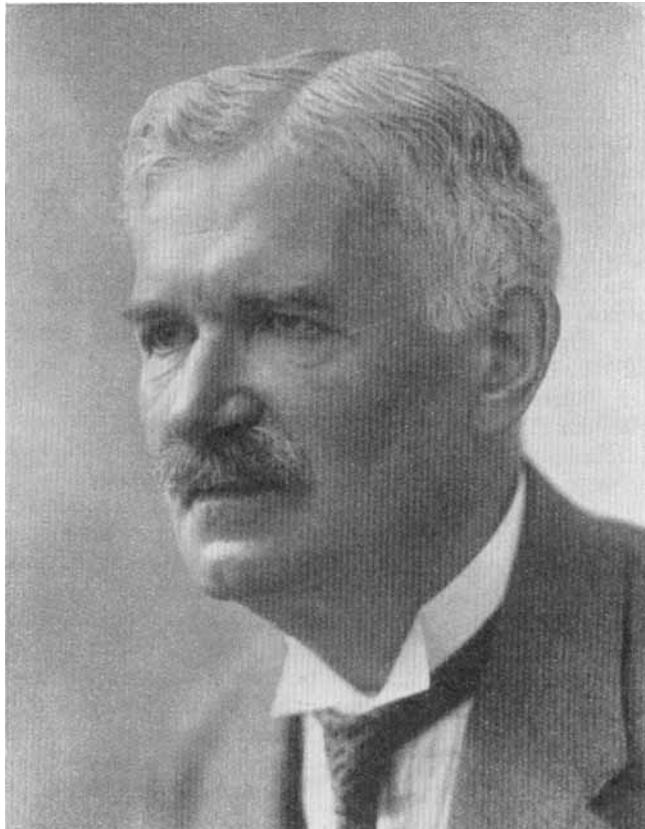
Zur Entwicklung der Bodenuntersuchung

Prof. Dr. Hugo Neubauer zum 70. Geburtstag

Am 2. September vollendet der ehemalige Direktor der Staatlichen Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Dresden, Prof. Dr. Hugo Neubauer, sein 70. Lebensjahr. Sein Name ist untrennbar mit der sogenannten Keimpflanzenmethode verknüpft, die er zur Bestimmung des „wurzellöslichen“ Kalis und der Phosphorsäure im Boden entwickelt hat.

Nach dem Abschluß des Studiums in Dresden trat *Neubauer* 1890 bei der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Pommritz ein und promovierte 1893 in Rostock. Nach einer kurzen Tätigkeit im Hygienischen Institut in Hamburg ging er dann 1895 als Agrikultur- und Nahrungsmittelchemiker nach Breslau. In Anerkennung seiner zahlreichen analytischen Arbeiten und erfolgreichen Versuche auf den Gebieten der Düngung und Tierernährung wurde er 1905 zum Direktor der Agrikulturchemischen Versuchsstation in Bonn berufen und 1912 zum Honorarprofessor an der Landwirtschaftlichen Hochschule Bonn-Poppelsdorf ernannt. 1924 übernahm er die Leitung der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Dresden, die er zu einer der größten Versuchsanstalten Deutschlands ausgebaut hat. Ende 1934 trat er in den Ruhestand. Infolge seiner besonderen Verdienste im Kampf um unsere Nahrungs- freiheit gab ihm die Sächsische Staatsregierung die Möglichkeit zur Fortführung seiner wissenschaftlichen Arbeiten. Der Verband der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalten ernannte ihn zu seinem Ehrenvorsitzenden. Von weiteren Ehrungen sind zu nennen: Die Verleihung des Dr. agr. h. c. der Universität Berlin wegen „Einführung biologischer Arbeitsmethodik in die Bodenuntersuchung“ und die Ernennung zum Ehrenmitglied der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft.

Als *Neubauer* in Gemeinschaft mit seinem Mitarbeiter *W. Schneider* im Jahre 1923 eine Arbeit unter dem Titel „Die Nährstoffaufnahme der Keimpflanzen und ihre Anwendung auf die Bestimmung des Nährstoffgehaltes der Böden“¹⁾ veröffentlichte, hatte die Landwirtschafts- chemie seit Jahrzehnten mit größtem Erfolg an der Steigerung der Ernten gearbeitet. Durch die Arbeiten von *Th. Pfeiffer* und *P. Wagner* waren Feld- und Gefäß- versuche zunächst so ausgebaut worden, daß Art und Form der Düngung beurteilt werden konnte. Aus der landwirt-



schaftlichen Praxis heraus wurde dann der Wissenschaft sehr bald auch die Aufgabe gestellt, Methoden zu entwickeln, welche die Vorausbeurteilung der Düngerbedürftigkeit der Ackerböden in quantitativer Hinsicht erlaubten; zahlreich sind die Methoden, die für diesen Zweck ausgearbeitet worden sind. Man versuchte diese Aufgabe

teils rein chemisch durch Extraktion des Bodens mit den verschiedensten Lösungsmitteln, teils mathematisch unter Anwendung von Wachstums- kurven bei Auswertung des Gefäßversuchs (*Mitscherlich*, Königsberg), teils bakteriologisch zu lösen. Durch *Neubauer* ist zu diesen Untersuchungsmethoden eine neue zugefügt worden, deren Wesen darin besteht, die Pflanze selbst zum Aufschluß des Bodens zu verwenden. Bereits im Jahre 1887 hatten *G. Liebscher*²⁾, *H. Römer* und *G. Wimmer*³⁾ und 1908 *L. Seidler* und *A. Stutzer*⁴⁾ Untersuchungen über die Nährstoffaufnahme der Pflanzen in verschiedenen Altersstufen angestellt. Im Jahre 1918 hatten *J. K. Greisenegger* und *K. Vorbuchner*⁵⁾ eine Arbeit veröffentlicht über „Die Feststellung des Düngerbedürfnisses durch Bodenerschöpfung“. Die Verfasser ließen Gerstekeimlinge in 100 g Boden solange wachsen, bis

die Pflanzen Mängelscheinungen zeigten, und versuchten dann durch spezifizierte Düngung herauszufinden, welcher Nährstoff verbraucht worden war.

Neubauer benutzt die Roggenpflanzen jedoch nur als Lösungsmittel, um die wurzellöslichen Nährstoffe aus dem Boden herauszuholen. Er bringt 100 Roggenkörner in 100 g des zu prüfenden Bodens, dessen physikalische Verhältnisse durch Zusatz von 50 g Grobsand gleichförmig gestaltet worden sind, zur Keimung und erntet die Pflanzen bereits nach 16—18 Tagen, ehe Mängelscheinungen auftreten. Durch Analyse der Asche der Keimpflanzen im Vergleich mit in reinem Sand gezogenen Pflanzen werden die aus dem Boden aufgenommenen Nährstoffe direkt bestimmt und ihre Menge in unmittelbare Beziehung zur Düngerbedürftigkeit der verschiedenen Feldfrüchte auf dem untersuchten Boden gesetzt. *Neubauer* hat dann seine Methode, den zahlreichen Einwänden der Fachgenossen

¹⁾ J. Landwirtsch. 1887, S. 335—518.

²⁾ J. Landwirtsch. Versuchsstat., 68, 1 [1906].

³⁾ J. Landwirtsch. 1908, S. 273.

⁴⁾ Österr.-Ungar. Z. f. Zuckerind. u. Landwirtsch. 47, 281 [1918].

¹⁾ Z. Pflanzenernährg. Düng. Bodenkunde Abt. A, Bd. 2, S. 329 [1923].

zum Trotz und alle auftretenden Schwierigkeiten meisternd, zu einer brauchbaren Arbeitsmethode ausgebaut. Nach den umfangreichen Untersuchungen des „Forschungsdienstes“ ist die *Neubauer*-Methode jetzt geeignet, mit verhältnismäßig geringem Aufwand das Düngerbedürfnis der Ackerböden mit für die Praxis ausreichender Genauigkeit im voraus zu beurteilen.

Kennzeichnend für die wissenschaftliche Arbeitsweise von *Neubauer* ist sein Bestreben, der Lösung wissenschaftlicher Fragen die Ausarbeitung brauchbarer Analysen-

methoden vorangehenzulassen. Dieser grundsätzlichen Einstellung entsprechen seine zahlreichen analytischen Arbeiten, von denen hier nur genannt seien: „Die Bestimmung der Phosphorsäure, des Kaliums, Natriums, Calciums, Magnesiums in salzauren Bodenauszügen“ sowie eine „Zusammenfassung der Untersuchungsmethoden der Düngemittel“ im Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden von *Abderhalden*⁶⁾ unter dem Titel „Die Analyse der Nährstoffe der Pflanzen“. *Trénel*. [A. 80.]

⁶⁾ Abt. IX, Teil 3, Heft 3.

Der Bau der Sorptionskomplexe deutscher Bodentypen¹⁾

Von Dr. habil. W. LAATSCH

Aus dem Geologischen Institut
der Universität Halle

Eingeg. 11. Juni 1938

Inhalt: Einleitung. — Elektrodialysierbare Basen. — Kationensorptionskapazität. — Amphotere Eigenschaften der Sorptionskomplexe. — Basenübersättigungsverhältnis. — Die Verwitterungsgeschwindigkeit im ungesättigten Zustand. — Schluß.

Einleitung.

Im Mittelpunkt der chemisch-bodenkundlichen Forschung steht die Frage nach der Struktur und den Entstehungsbedingungen der Sorptionskomplexe, d. h. derjenigen Bodenpartikeln, welche an elektrostatischen Restfeldern austauschbare Ionen tragen und deshalb auch die Fähigkeit der Wasseranlagerung besitzen. Vermöge dieser Eigenschaften sind die Sorptionskomplexe Wasser- und Nährstoffspeicher des Bodens und Regulatoren der Pflanzenernährung. Ihre ausschlaggebende Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit liegt damit auf der Hand.

Ionentauschende Eigenschaften besitzen im wesentlichen nur die meisten Bestandteile der Tonfraktion der Korngrößenklasse mit Teilchendurchmessern unter 2 μ . In dieser Korngruppe befinden sich neben verschiedenartigen Tonmineralien gewöhnlich auch ionentauschende Humusteilchen, so daß man es stets mit einem Stoffgemenge zu tun hat. Wir kennen nun kein Trennungsverfahren, welches die Isolierung einer bestimmten Mineralart der Tonfraktion oder auch nur die völlige Sonderung der organischen Bodenbestandteile gestattet und sind deshalb nicht in der Lage, bei Bodenuntersuchungen mit Reinsubstanzen zu arbeiten. Um gut reproduzierbare Werte zu erhalten, versucht man deshalb häufig, die Austauschgesetze des Bodens an bekannten Modellsubstanzen, z. B. dem Permutit oder neuerdings an natürlichen reinen Tonen zu studieren. So aufschlußreich diese Untersuchungen bisher auch waren, sind wir doch bei weitem noch nicht in der Lage, die Unterschiede im Bau und Verhalten der Sorptionskomplexe der verschiedenen Bodentypen genügend zu erklären. Immerhin haben röntgenographische Analysen^{1, 2, 3, 4, 5)} unsere Kenntnisse über die Struktur der Tonmineralien in den letzten Jahren erheblich erweitert.

Während man den Ton früher im wesentlichen als ein Gemenge aus nichtkristallinen Kieselsäure-Tonerde- und Kieselsäure-Eisen-Tonerdegegen annahm, wissen wir heute, daß sich die Tonfraktionen der Böden vor allem aus mehreren kristallinen Sekundärsilicaten zusammensetzen,

¹⁾ Vorgetragen in der Fachgruppe für anorganische Chemie auf der 51. Hauptversammlung des VDCh in Bayreuth am 11. Juni 1938.

²⁾ S. B. Hendricks u. W. H. Fry, Soil Sci. **29**, 457 [1930].

³⁾ W. P. Kelley, W. H. Dore u. S. M. Brown, ebenda **31**, 25 [1931]; W. P. Kelley u. H. Jenny, ebenda **41**, 367 [1936].

⁴⁾ U. Hofmann, K. Endell u. D. Wilm, diese Ztschr. **47**, 539 [1934].

⁵⁾ A. Jacob, U. Hofmann, H. Looftmann u. E. Maegdefrau, Beihete zur Ztschr. des VDCh. Nr. 21, 11 [1935]; Auszug diese Ztschr. **48**, 584 [1935].

⁶⁾ C. W. Correns u. F. K. Schlünz, Z. Pflanzenernährg. Düng. Bodenkunde Abt. A **44**, 316 [1936]; W. v. Engelhardt, Chem. d. Erde **11**, 17 [1937].

setzen, die den Glimmern ähnliche Kristallstrukturen besitzen. Unter den Sekundärsilicaten lassen sich zwei Strukturtypen unterscheiden: Mineralien mit eindimensional quellendem Schichtgitter — zu ihnen gehört der Montmorillonit — und Mineralien mit starrem Schichtgitter, z. B. der Kaolinit und der Kaliglimmer. Letzterer tritt in der Tonfraktion nicht nur als Primärsilicat, sondern höchstwahrscheinlich auch als Verwitterungsprodukt des Kalifeldspats auf [Gschwind und Niggli⁶⁾, O. Tamm⁷⁾].

In der verschiedenen Quellfähigkeit der Tonmineralien zeigt sich die Bedeutung des Dispersitätsgrades, in diesem Falle der Innendispersitäten kolloider Teilchen, für die Bodendynamik. Die einzelnen Schichtpakete des Montmorillonitkristalls können sich nämlich bei der Wasseraufnahme nach Hofmann, Endell und Wilm⁸⁾ so weit voneinander entfernen, daß Kationen in die Zwischenräume eindringen und andere, dort elektrostatisch gebundene Kationen verdrängen. Auch die Wiegnersche Schule⁹⁾ hat diesen intermicellaren Kationenumtausch des Montmorillonits durch Ionenumtauschversuche nachgewiesen. Bei den nicht quellbaren Tonmineralien bleibt der Ionenumtausch dagegen auf die äußeren Oberflächen beschränkt, er ist rein extramicellar. So ist es erklärlich, daß 100 g Montmorillonit nach Jakob, Hofmann, Looftmann und Maegdefrau⁴⁾ rund 100 mval Kationen umtauschen können, während die Kationensorptionskapazität von 100 g Kaolinit kaum 10 mval beträgt. Auch das Wasseranlagerungsvermögen ist bei den quellbaren Tonmineralien natürlich beträchtlich größer als bei den Sekundärsilicaten mit starrem Gitter.

In humusarmen Böden ergaben die röntgenographischen Analysen bisher gute Parallelen zwischen dem Kationenaustauschvermögen der Tonfraktionen und den röntgenographisch geschätzten Mengen der einzelnen Tonmineralien. Je humushaltiger der Boden aber ist, um so größer wird der Anteil der organischen Sorptionskomplexe an der gesamten Kationenumtauschkapazität des Bodens. Da wir den Humus bisher noch nicht in einzelne, chemisch gut definierte Stoffe mit bekannten Austauschenschaften zerlegen können, müssen wir uns zunächst bei jeder Bodenbeurteilung mit einer summarischen Charakterisierung der Ionenumtausch-eigenschaften des ganzen Bodenmaterials begnügen und aus diesen Summeneffekten auf das Vorherrschende bestimmter Austauschträger schließen. Die Agrikulturchemie legt bei solchen Untersuchungen den größten Wert auf die Menge der einzelnen sorbierten und

⁶⁾ M. Gschwind u. P. Niggli: Untersuchungen über die Gesteinsverwitterung in der Schweiz, Bern 1931.

⁷⁾ O. Tamm, Ark. Kem. Mineral. Geol. Ser. A **11**, Nr. 14 [1934].

⁸⁾ G. Wiegner, Trans. Third Int. Congr. of Soil Sci. **3**, 5 [1936].