



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Die Bodenkunde auf chemisch-physikalischer Grundlage**

**Fleischer, Moritz**

**Berlin, 1922**

§ 105. Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit nach der chemischen  
Zusammensetzung

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78696](#)

der *organischen Stoffe* weit den Humusgehalt der *mineralischen Böden* (Tab. I), indessen bringt es das geringe Volumgewicht der ersteren mit sich, daß die in einem bestimmten Bodenraum enthaltenen Mengen an organischen Stoffen bei manchen Mineralböden hinter dem Gehalt mancher Moorböden (Hochmoorböden) kaum zurückstehen, ja in humusreichem Mineralboden den letzteren übertreffen können (s. o. Tab. II). Der *absolute* Gehalt an *Stickstoff*, der bei allen Böden fast ausschließlich als ein Teil der humosen Stoffe anzusehen ist, kann im Hochmoorboden sogar weit geringer sein als in den stark humosen mineralischen Bodenarten<sup>1)</sup>.

Wie Tabelle I erkennen läßt, herrschen bei allen Böden ohne Ausnahme unter den mineralischen Stoffen *Silicium-* und *Aluminiumverbindungen*, bei einigen auch Verbindungen von *Eisen* und *Calcium* vor, während der Gehalt an *Kalium*-, *Magnesium*-, *Schwefelsäure*- und *Phosphorsäuresalzen* weit geringer ist. Hinsichtlich des prozentischen wie des absoluten Gehaltes an notwendigen Pflanzennährstoffen zeigen die verschiedenen Bodenarten die auffälligsten Unterschiede. (Man vergleiche den *Kaligehalt* der Moorböden mit dem der mineralischen, den *Kali*- und *Kalkgehalt* des Sandbodens mit dem der übrigen Mineralböden, den *Phosphorsäuregehalt* des Hochmoorbodens mit dem Gehalt des Niederungsmoores und der reicherem Mineralböden usw.)

### § 105.

**Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit nach der chemischen Zusammensetzung.** Die durch die Gesamtanalyse eines Bodens ermittelten Zahlen, wie sie die vorstehenden Tabellen enthalten, geben wohl Aufschluß über seinen Gehalt an den für die Ernährung der Kulturpflanzen nötigen Stoffen, nicht aber darüber, ob deren Menge ausreicht, um das Bedürfnis einer reichen Ernte zu decken. Zwar läßt sich unschwer feststellen, wieviel Stickstoff, Kali, Phosphor, Kalk usw. die verschiedenen Pflanzen aufnehmen müssen, um zu reichlicher Produktion befähigt zu werden, aber es entzieht sich in den meisten Fällen unserer Kenntnis, wie weit sie imstande sind, die im Boden vorhandenen Nährstoffmengen zu ihren Zwecken nutzbar zu machen; denn die Stoffaufnahme durch die Pflanzen hängt nicht bloß von den vorhandenen *Stoffmengen*, sondern auch von

<sup>1)</sup> Diese bei oberflächlicher Beurteilung des Bodengehalts auf Grund der chemischen Analyse allermeist überschene Tatsache klärt es auf, warum die meisten Hochmoorböden trotz des hohen prozentischen Stickstoffgehalts ihrer festen Masse zur Hervorbringung einer befriedigenden Ernte der Stickstoffzufuhr im Dünger bedürfen, die bei den Niederungsmooren gewöhnlich nicht nötig ist.

der mechanischen Beschaffenheit der Bodenteilchen<sup>1)</sup> und ganz besonders von dem Löslichkeitszustand der vorhandenen Pflanzennährstoffe ab. Die Pflanzenwurzel ist befähigt, mit Hilfe der in ihr enthaltenen lösenden Agenzien (Säuren)<sup>2)</sup> selbst schwerlösliche Bestandteile der in unmittelbare Berührung mit ihr gelangenden Bodenpartikel sich anzueignen; aber die hierbei stattfindende Nährstoffaufnahme ist insofern ungenügend, als die Wurzel auf dem Wege durch das Stoffgemenge, das wir „Boden“ nennen, doch immer nur auf eine beschränkte Anzahl von festen, zu ihrer Ernährung geeigneten Substanzen stößt. Die Ernährung kann daher allermeist nur dann eine vollständige sein, wenn auch der bewegliche, überall mit der Wurzel in Berührung kommende Bodenbestandteil, nämlich das Bodenwasser, die zur Speisung der Pflanzen nötigen Stoffe aufgelöst enthält.

Um über die Nährstoffmengen, die in den verschiedenen Böden den Pflanzen wirklich zur Verfügung stehen, den Aufschluß zu erhalten, den die Gesamtanalyse des Bodens nicht gibt, ist man seit langer Zeit bemüht gewesen, Lösungsmittel ausfindig zu machen, die etwa dasselbe leisten wie die Pflanze selbst, also aus dem Boden die Nährstoffmengen in Lösung bringen, die für die Pflanzenwurzel unter günstigen Verhältnissen aufnehmbar sind. Das Ergebnis derartiger Versuche hat natürlich unter allen Umständen nur einen beschränkten Wert. Es läßt die Mitwirkung der Pflanzenwurzel an der Löslichmachung der festen Stoffe, mit denen sie in Berührung kommt, unberücksichtigt. Ferner sind die Mengen von

<sup>1)</sup> Diese ist in hohem Grade von der Art der bodenbildenden Gesteine abhängig. J. Dumont (Biedermann, Zentralbl., Bd. 34, 1905, S. 5 nach Compt. rend. 1904, t. 138, p. 215) fand in einer Ackererde von

Grignon	La Creuse
8,94 % Kali	8,53 % Kali.

Trotz des fast gleichen Kaligehaltes verhielten sich beide Böden gegen Kalidüngung ganz verschieden. Eine weitere Untersuchung zeigte, daß von dem vorhandenen Kali entfielen im Boden von

	Grignon	La Creuse
auf Feinsand und Ton . . . .	83,45 %	29,07 %,
auf Grobsand . . . . .	16,55 %	70,93 %.

Dementsprechend verlangte der Boden von La Creuse eine Kalidüngung, der von Grignon nicht.

Es ist ferner klar, daß die Bodenbestandteile pflanzlicher Natur ihre mineralischen Nährstoffe der Vegetation um so ausgiebiger zur Verfügung stellen werden, je leichter zersetzlich und je mehr sie in der Zersetzung vorgeschritten sind.

<sup>2)</sup> Neben Kohlensäure scheinen hier auch sog. Pflanzensäuren, wie Äpfelsäure, Weinsäure, Oxalsäure u. a., in Betracht zu kommen. Siehe ferner die Ausführungen über „physiologisch“ saure und alkalische Salze (S. 55), nach denen auch mineralische Salze innerhalb der Pflanzen freie Säuren abscheiden können.

Pflanzennährstoffen, die die verschiedenen Pflanzen in sich aufnehmen, sehr verschieden, sie hängen zum Teil von der Tiefe und Stärke ihrer Bewurzelung, zum Teil aber auch von dem jeder Pflanzengattung eigen-tümlichen, bei den verschiedenen Pflanzen verschieden großen Lösungs- und Aneignungsvermögen ab. Die natürliche Nährstoffaufnahme durch die Pflanzen erstreckt sich über einen langen Zeitraum, innerhalb dessen die mannigfältigsten, in ihrem Verlauf wiederum von den verschieden-artigsten Verhältnissen (Temperatur, Bodenfeuchtigkeit, mechanischer Zu-sammensetzung des Bodens u. a. m.) abhängigen, die Löslichkeit der Bodenbestandteile beeinflussenden Vorgänge im Boden, Tätigkeit der Bodenbakterien, Bodenabsorption (s. u.) und -adsorption sich vollziehen, während die chemische Analyse immer nur die im *Augenblick der Unter-suchung* in irgendeinem Lösungsmittel löslichen Stoffmengen nachweist. Das Bestreben, durch ein Lösungsmittel — man hat dazu stark verdünnte Mineral- und Pflanzensäuren, ganz oder zum Teil gesättigte Kohlensäure-lösungen oder auch Lösungen von gewissen in den Pflanzen vorkommenden Salzen benutzt — den Vorrat an *verfügaren* Bodennährstoffen zu er-mitteln, zieht sich daher mehr und mehr auf den Versuch zurück, die Gesam menge derjenigen Nährstoffe zu bestimmen, welche in absehbarer Zeit für das Pflanzenwachstum nutzbar werden können.

Als ausgeschlossen muß es nach dem Gesagten jedenfalls erscheinen, auf rein chemischem Wege einen ziffermäßigen Ausdruck für die Gesamt-wirkung der mannigfaltigen Kräfte zu gewinnen, welche im Boden sowie auch in der Pflanzenwurzel auf die Erschließung und auf die Festlegung der Pflanzennährstoffe gerichtet sind, oder mit anderen Worten diejenigen Mengen an Pflanzennährstoffen zu ermitteln, welche der Boden selbst den jeweilig angebauten Pflanzen zur Erzeugung einer Maximalernte zur Ver-fügung stellt. Dagegen wird man an der Hoffnung festhalten dürfen, daß es der zielbewußten, d. h. auf erreichbare Ziele gerichteten agrikultur-chemischen Bodenforschung gelingen wird, die in einem Boden vorhandenen Nährstoffmengen nach ihrer größeren oder geringeren Zugänglichkeit quantitativ in Gruppen zu scheiden. Und auch damit wäre für die Be-messung der Düngung viel gewonnen. Die bisherigen, mit einem ge-waltigen Zeit-, Arbeits- und Kostenaufwand ausgeführten Untersuchungen auf diesem wichtigen Arbeitsgebiet haben zweifellos manche wichtige Fingerzeige gegeben. Sie legten die früher kaum gehaunten Schwierigkeiten<sup>1)</sup> klar, die sich der Bearbeitung des Problems entgegenstellen, und

---

<sup>1)</sup> Diese Schwierigkeiten beginnen bereits bei der Entnahme brauchbarer, d. h. den Durchschnittscharakter der zu untersuchenden Fläche darstellenden Bodenproben sowie bei der Abzweigung der verhältnismäßig kleinen Boden-mengen für die chemische Untersuchung. Zur Gewinnung eines Durchschnitt-musters ist bei den meisten Böden ein vorheriges Tröcknen des Bodens kaum

ihre Ergebnisse warnen vor übertriebenen Erwartungen. Sie würden vielleicht noch mehr erreicht haben, wenn man auf Grund der gesammelten Erfahrungen schon früher über einheitliche, bei der chemischen Bodenuntersuchung zu befolgende Methoden sich verständigt hätte.

Wesentlich einfacher als bei den mineralischen Böden liegen die Verhältnisse beim Moorböden. Wie in Kapitel II (Vorgänge bei der Bodenkultur) dargelegt wurde und im Kapitel V noch weiter besprochen werden wird, sind die mineralischen Böden aus zahlreichen, in ihrer Zusammensetzung sehr verschiedenen Gesteinsarten hervorgegangen. Je nachdem diese oder jene Verwitterungsvorgänge beim Zerfall des Gesteins zu Boden vorwogen, sind die Bestandteile der gebildeten Böden selbst bei den Gliedern einer und derselben Bodenklasse<sup>1)</sup> ganz verschiedener Art und ganz verschieden aufnahmefähig für die Pflanzenwurzeln. Schlüsse, die man aus dem Verhalten *eines* Sandbodens, *eines* Lehmbodens zieht, brauchen daher noch keineswegs für ein anderes Glied derselben Bodengruppe hinsichtlich seines Verhaltens zum Pflanzenwuchs, seines Düngerbedarfs Geltung zu haben. Dagegen sind die Moorböden ganz oder doch der Hauptsache nach aus Pflanzenmassen entstanden, deren Übergang in Boden unter weit gleichmäßigeren Verhältnissen erfolgt. Hier werden daher die Bestandteile des entstehenden Bodens im wesentlichen nur von der Art der beteiligten Pflanzen abhängig sein. Man wird daher von vornherein darauf rechnen dürfen, daß das Verhalten eines (aus Moosen und Heidekräutern entstandenen) Hochmoors, eines (hauptsächlich aus Gräsern entstandenen) Niederungsmoores auch maßgebend ist für das Verhalten eines anderen Hochmoors, eines anderen Niederungsmoores. Und in der Tat darf man sagen, daß es der neueren Moorforschung gelungen ist, die Mooranalyse zu einem zuverlässigen Mittel zur Bestimmung des Düngerbedarfs unserer Moorböden auszugestalten.

Übrigens darf nicht verschwiegen werden, daß auch die chemische Gesamtanalyse des Bodens, in Verbindung mit der Feststellung des Gehalts an feinsten Teilchen und der mineralogischen Beschaffenheit der größeren

---

zu vermeiden. Hierbei erleiden aber, wie unten (s. Bodenabsorption) dargelegt werden wird, wichtige Bestandteile (Stickstoff, Kali, Phosphorsäure u. a.) hinsichtlich ihrer Löslichkeit erhebliche Änderungen.

<sup>1)</sup> So kann z. B. ein Sandboden je nach seiner Entstehung aus hartem oder weichem, aus nährstoffarmem oder reichem Gestein, je nachdem die leichter aufnehmbaren Nährstoffverbindungen dem Boden erhalten blieben oder von Wasser oder Wind fortgeführt wurden, sich gegenüber dem Pflanzenwuchs ganz anders verhalten als ein anderer Sandboden, und ein Gleichtes gilt und vielleicht noch in höherem Grade für die Einzelglieder der übrigen Bodengruppen. Man denke nur an die Lehmböden oder auch an die Humusböden, die neben ihrem Humusgehalt beträchtliche und für das Verhalten der Pflanzen nicht selten ausschlaggebende Mengen von Sand, von Ton, von Kalk enthalten.

Gesteinstrümmer (größerer Quarz, Kalk, Phosphate, schwerer oder leichter verwitternde Silikate u. a. m.), nach mehr als einer Richtung schätzbare Anhaltspunkte für die Beurteilung des augenblicklichen und des dauernden Fruchtbarkeitszustandes mancher Bodenarten bietet. Sie belehrt darüber, ob man von einem Boden eine gewisse *Nachhaltigkeit* erwarten darf oder auf baldige *Erschöpfung* rechnen muß. Sie läßt ferner mit größter Sicherheit erkennen, ob gewisse, für die Pflanzen notwendige Stoffe in so geringer Menge vorhanden sind, daß sie, selbst wenn völlig aufnehmbar, für die Erzielung größerer Ernten nicht ausreichen. So ist leicht zu berechnen, daß der *Kali-* und allermeist auch der *Phosphorsäure*gehalt der *Moorböden*, bisweilen auch der *Sandböden*, nicht ausreichen würde, um normale Ernten weniger Jahre zu versorgen. Auch der durch die Analyse ermittelte *Kalk-* und *Stickstoff*gehalt der Sand- und Moorböden läßt in den allermeisten Fällen einen zuverlässigen Schluß zu, ob ihnen in der Düngung diese Stoffe zugeführt werden müssen oder nicht. Weit schwieriger liegen die Verhältnisse bei den *Ton-* und *Lehm böden*.

Nach den vorstehenden Erörterungen erscheint in den meisten Böden ein reiches Gedeihen der Pflanzen nur dann gesichert, wenn diese die notwendigen Nährstoffe nicht bloß in Form der festen Bodenbestandteile, sondern auch im Bodenwasser gelöst vorfinden. Der Gehalt der Bodenflüssigkeit an Pflanzennährstoffen steht aber in innigster Beziehung zu einer allen Böden in größerem oder geringerem Maß eigentümlichen Fähigkeit, gewisse im Bodenwasser gelöste Stoffe aus ihrer Lösung auszuscheiden und bis zu einem gewissen Grade festzulegen. Diese Fähigkeit nennt man das *Absorptionsvermögen* des Bodens. Sie ist auf Ursachen teils chemischer, teils physikalischer, teils chemisch-physikalischer Natur zurückzuführen.

### § 106.

**Die Bodenabsorption.** Läßt man durch einen Boden eine Lösung von Kaliumchlorid hindurchsickern, so wird ein Teil des Kaliums von ihm festgehalten; das ablaufende Wasser enthält den anderen Teil des zugeführten Kaliums, während das Chlor in ganzer Menge wiedererscheint, nun aber zu einem dem Kaliumdefizit entsprechenden Teil an ein anderes, aus dem Boden aufgenommenes Metall, z. B. an Natrium oder Calcium, gebunden ist. Diese Erscheinung bezeichnet man als *Bodenabsorption*. Das Absorptionsvermögen des Bodens macht sich, wie schon das obige Beispiel erkennen läßt, für verschiedene Stoffe in sehr verschiedenem Maße bemerklich. Im allgemeinen glaubt man annehmen zu dürfen, daß von den in Frage kommenden Stoffen *Phosphorsäure*, *Kalium* und *Ammonium* am stärksten, in geringerem Grade *Natrium*, noch schwächer *Calcium* und *Magnesium* und gar nicht oder fast nicht *Chlor*, *Schwefel*,