

Est. A-12991

24934

Duplum

Madis Sillasts.
Cand. agr. und Ingenieur.

XI 1934:0908
NM! sale
Kohavet

Neue Methoden der landwirtschaftl. Bodenkunde

Für Taxationsbeamte, Fachschulen
und praktische Landwirte.

Jeder Landwirt muß wissen,
daß die Landwirtschaft nichts
anderes als ein Geschäft ist.

Sartin, 1934.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

1900

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

Madis Gillaots.
Cand. agr. und Ingenieur.

Neue Methoden
der
landwirtschaftl. Bodenkunde

Für Examinationsbeamte, Fachschulen
und praktische Landwirte.

Jeder Landwirt muß wissen,
daß die Landwirtschaft nichts
anderes als ein Geschäft ist.

~~18747.~~

Tartu, 1934.

Est. A



22676

Alle Rechte vorbehalten.

Printed in Eesti.

Copyright 1934 by Madis Sillaots, Tartu.

Druckerei „Kultuur“, Tartu.

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit ist hauptsächlich als ein Leitfaden zur Bodenkunde geschrieben und betitelt worden. Sie kann aber aus folgenden Gründen, ebenso auch als ein Leitfaden zur Düngerlehre dienen: In der bisherigen Düngerlehren dienen vielfach hauptsächlich die Ernten als Maßstab der Düngung, so daß der Boden nur als Pflanzenstandort betrachtet wird, aber die Nährstoffe für die Pflanzen mit der Düngung gegeben werden müssen. Dabei wird oft unbewußt mit solchen Stoffen gedünt, die für den Bedarf der Pflanzen im Boden noch genügend vorhanden sind, wie z. B. Phosphorsäure, was auch im Text gezeigt wird. Das verteuert aber gewissermaßen die Pflanzenproduktion. Die chemische Bodenanalyse ist aber zur Feststellung der Nährstoffmenge der Pflanzen im Boden 1) wegen ihrer sehr langwierigen Ausführung bei dem Kauf, der Pacht oder sonstigen Schätzung (Taxation) eines Grundstücks unanwendbar, 2) für die gewöhnliche Wirtschaftsführung viel zu kostspielig, besonders noch dort, wo der Boden sehr verschieden ist und 3) führt sie zu falschen Urteilen, wie es auch im Text gezeigt wird, deshalb ist es sehr notwendig, sie mit einer neuen, schneller ausführbaren, und billigeren Bodenkunde zu ersetzen. Eine solche ist unbedingt die hier vorgeschlagene neue Methode der Bodenkunde, und besonders die botanische Bodenanalyse. Besonders beim Kauf, Pachten und sonstigen Schätzen (Taxieren) eines landwirtschaftlichen Grundstücks kann die botanische Bodenkunde sehr schnell und billig angewendet werden und ebenso kann sie auch bei der gewöhnlichen Wirtschaftsführung als ein gutes Hilfsmittel zur Düngungslehre dienen. Die

wilden Pflanzen zeigen immer welche Nährstoffe im Boden reichlich vorhanden sind, welche mangeln und welche ganz fehlen und geben damit dem Wirtschaftser einen gewissen Anhalt für die Düngung.

Somit ist die vorliegende Arbeit als ein Beitrag zur Vereinfachung und Verbilligung der Pflanzenproduktion zu betrachten.

Autor.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	III—IV
Inhaltsverzeichnis	V
Benutzte Literatur	VII—VIII
1. Kritik der vorhandenen Lehre der Bodenkunde und Rechtfertigung einer neuen Methode derselben . .	1—10
2. Botanische Bodenanalyse	11—27
3. Mikroskopische Bodenanalyse	28—53
4. Methodische Bemerkungen	54—60

Benutzte Literatur.

- Blanck — Handbuch der Bodenkunde. B. I. 1929.
 Czapek — Biochemie der Pflanzen. 3 A. II B. 1925.
 Fleischer — Die Bodenkunde. 5 A. 1922.
 Frehold — Grundriß der Bodenkunde 1926.
 Giesecke — in Blanck, Handbuch d. Bodenkunde. B. I. 1929.
 Glinka — Die Typen der Bodenbildung. 1914.
 Grebe — Gebirgskunde, Bodenkunde und Klimalehre in ihrer
 Anwendung auf Forstwirtschaft. 1886.
 Heuser — Grundzüge d. praktischen Bodenbearbeitung. 1928.
 Krafft — Die Ackerbaulehre. XIII. A. 1921.
 Kriesche — Agrikulturchemie. 1920.
 Lang — Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in
 die Bodenkunde. 1920.
 Linstow — Die natürliche Anreicherung von Metallsalzen
 und anderen anorganischen Verbindungen in den Pflan-
 zen. 1924.
 Mahler — Die Ernährung der Grünengewächse. 7 A. 1920.
 " — Resultate der Agrikulturchemie. 1903.
 Milch — Die Zusammensetzung der festen Erdrinde als Grund-
 lage der Bodenkunde. 2 A. 1926.
 Mitjcherlich — Bodenkunde für Land- und Forstwirte.
 4 A. 1923.
 Puchner — Bodenkunde für Landwirte. 1923
 " — Aber die Verteilung von Nährstoffen in den ver-
 schieden feinen Bestandteilen des Bodens. (die landw. V.
 St. 1907. B 66.)
 Ramann — Bodenkunde. 3 A. 1911.
 Raueburg — Die Standortsgewächse und Unkräuter Deutsch-
 lands und der Schweiz. 1859.

VIII

- Schneidewind — Die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 6. H. 1928.
- Schröder — in Steinbrück „Handbuch der ges. Landw.“ I B. 1923.
- Seemann — Leitfaden d. mineralogischen Bodenanalyse 1914.
- Senft — Steinschutt und Erdboden. 1867
- Sengbusch — Baltische Wochenschrift für Landw. usw. 1897. № 47.
- Steinriede — Anleitung zur mineralogischen Bodenkunde. 2 H. 1921.
- Stremme — Grundzüge der praktischen Bodenkunde. 1926
- Thomß — Wertschätzung der Ackererden auf naturwiss. stat. Grundlage. 1 B. Dissertation 1888. 2 B. 1892.
- Unger — Über den Einfluß des Bodens auf die Verteilung der Gewächse. 1836.
-

1. Kritik der vorhandenen Lehre der Bodenkunde und Rechtfertigung einer neuen Methode derselben.

Die Grundlage der Landwirtschaft ist der Boden, und die Landwirtschaft selbst ist eine durch und durch praktische Tätigkeit, deshalb muß die Lehre der Bodenkunde in höchstem Maaße für die praktischen Zwecke angepaßt sein. Das finden wir aber in der vorhandenen Literatur der Bodenkunde leider sehr wenig! Es gibt gegenwärtig noch sehr viele Gelehrte, welche, wie sie selbst sagen, die Wissenschaft nur wegen der Wissenschaft fördern, aber nicht für einen praktischen Zweck. In der Wissenschaft ist aber nichts falscher als eine solche Meinung. Jede Wissenschaft muß zu einem praktischen Zwecke gefördert werden. Solche Kathedergelehrte sind fast alle Bodenkundler. Sie schreiben dicke und vielbändige Werke, um damit gute Geschäfte zu machen, aber nicht einem praktischen Zwecke zu dienen. Mir scheint, daß die Bodenkundler über die Aufgabe und Zwecke der Bodenkunde noch garnicht im klaren sind, wenn sie diese folgendermaßen bestimmen.

Behrendt: „Die Bodenkunde ist nichts anderes als die Lehre von dem Entstehen, dem gesamten

Bestande und der Fortbildung einer Verwitterungsrinde an der mit der Luft in Berührung stehenden gegenwärtigen Erdoberfläche.“ (Zitiert nach Ramann).

Blanc: „Die Lehre vom Boden dient der Erkenntnis und Erforschung der Bodens nach jeder Richtung hin.“

Trebold: „Daraus ergibt sich die Aufgabe derjenigen Wissenschaft, die sich mit der Untersuchung aller Bodenbildenden und Bodenumbildenden Vorgänge sowie der Zusammensetzung des Bodens befaßt, der Bodenkunde oder Pedologie. Die Bodenkunde ist also die Lehre von der Entstehung, den Eigenschaften und den Umbildungen des Bodens. Danach ist die Bodenkunde ein Zweig der geologischen Wissenschaft, deren ureigenste Aufgabe ja die Erforschung des Werdens und Vergehens der gesamten zugänglichen Erdrinde ist. Im besonderen kann man daher die Bodenkunde als Geologie der obersten Erdschicht bezeichnen.“

Giesecke: „Zahllos sind die Schriften, welche über Ackerbau und Landwirtschaft handeln, aber die für das Altertum schon geltende „Misachtung“ des Bodens ist noch bis in die Tage der Wende vom 18 zum 19 Jahrh. ja sogar darüber hinaus festzustellen. Von der Bodenkunde als Wissenschaft zu sprechen ist zu jener Zeit nicht möglich, denn abgesehen von einigen zusammenhanglosen Beobachtungen und wenigen dürftigen chemischen und physikalischen Untersuchungen — und auch meist selbst diese — ist alles im Sinne der Landwirtschaft geschrieben worden und

dieses blieb auch noch lange so, bis über die fünfziger Jahre des 19 Jahrh.“

Glinka: „Dieses ist in kurzen Zügen die Geschichte der Erforschungen, welche die feste Basis für die Feststellung eines der Grundgesetze der Pedologie geschaffen haben: des Gesetzes von der Entstehung der Bodentypen auf der Erde unter dem Einflusse des Klimas.“

Heuser: „Früher erblickte man wohl in landwirtschaftlicher Beziehung den Hauptwert des Bodens in seiner Eigenschaft als Nährstoffquelle oder, um mit von Rosenberg-Lipinsky zu sprechen, als „Küche der Pflanzen“, worin auch die Verarbeitung der dem Boden erst künstlich zugeführten Nährstoffe und deren Übermittlung an die Pflanzen einbegriffen ist. Mit der fortschreitenden Bedeutung, die dieser Tatsache beigelegt wird, ist uns daher heute der Boden wieder als Pflanzenstandort wichtig geworden, allgemein gesprochen: seine physikalische Beschaffenheit tritt mehr in den Vordergrund, seine chemische Zusammensetzung mehr zurück.“

Diese Verlegung des Schwerpunkts in der Auffassung von den Aufgaben des Bodens muß uns folgerichtig dahin führen, sämtliche Eigenschaften des Bodens als wichtig zu betrachten, ferner die Entstehung des Bodens und die Faktoren der Bodenbildung zu berücksichtigen, kurz, „bodenkundlich“ auch als Landwirt zu denken“.

Krafft: „In der Bodenkunde (Pedologie, Agrogeologie) sind zu besprechen: 1) Entstehung 2) Ab-

lagerung des Bodens, 3) Beziehungen der Bodenbildung zu Klima, Gestalt der Oberfläche, Formation, Gestein, Mineralien, 4) Gefüge und Gehalt, 5) die Bodenbestandteile, 6) die allgemeinen Eigenschaften des Bodens und seiner Bestandteile und 7) die Bodenarten.“

Lang: „Die Wissenschaft vom Boden, die Bodenkunde oder Bodenlehre bildet daher einen Zweig der Geologie.“

Milch: „Als Grundlage der Bodenkunde wird hier die Lehre von den Tatsachen und Vorgängen zusammengefaßt, die sich auf die Entstehung und Beschaffenheit der obersten Teile der festen Erdrinde beziehen, unter besonderer, aber nicht ausschließlicher Betonung der für Boden als Standort der Pflanzenvelt wichtigen Verhältnisse“.

Mitscherlich: „Eine Bodenkunde sollte eigentlich von den „Boden“ handeln“!

Ramann: „Bodenkunde (Pedologie) ist die Lehre von der Entstehung, den Eigenschaften und den Umbildungen des Bodens.“

Striny: „Die Bodenkunde, mit einem unschönen und überflüssigen Fremdworte auch Pedologie genannt, ist die Wissenschaft vom Boden“.

Ich habe hier ein volles Duzend Zweckbestimmungen der Bodenkunde meistens der führenden Bodenkundler gebracht. In der Bodenkunde kann aber nichts falscher sein, als diese Zweckbestimmungen der Bodenkunde und danach auch die Behandlung der Lehre und der Sache selbst. Alle behandeln den Boden als

Selbstzweck, was aber ganz falsch ist. Der Boden ist kein Selbstzweck, sondern nur Mittel zum Zweck. Wunsch und Wille jedes Landwirthes ist vom Boden möglichst gute und dauernd gute Ernten zu bekommen und für die Menschheit ist nichts wichtiger als die Nahrung. Zu deren Erzeugung dient der Boden aber nur als Mittel zum Zweck und deshalb muß die Lehre der Bodenkunde hauptsächlich zu diesem Zwecke gefördert werden. Giesecke will aber gerade das verneinen, was in der Bodenkunde zu diesem Zwecke am richtigsten und wichtigsten ist. Bland hat seine Zweckbestimmung der Bodenkunde wahrscheinlich am flüchtigsten ausdrücken wollen, jedoch ist sie am unglücklichsten herausgefallen. Leider sagt er nicht, was er unter „Richtung“ versteht und wieviel es solche Richtungen gibt. Man muß annehmen, daß die Zahl der Richtungen unendlich ist. In der Wirklichkeit gibt es aber höchstens nur vier Richtungen. Diese sind: landwirtschaftliche, gartenbauliche, forstwirtschaftliche und bergbauliche. Die ersten drei gleichen sich teilweise und in allen ist die Pflanzenproduktion der Endzweck. Die wichtigste von ihnen ist aber die landwirtschaftliche. Im Bergbau werden aber verschiedene Minerale und Metalle gesucht und die sind Endzweck der Bodenkunde, deshalb kann man mit vollem Recht und ganz richtig statt bergbauliche auch mineralogische Bodenkunde sagen. Manche Bodenkundler brauchen wahrscheinlich für die mikroskopische Bodenuntersuchung den Ausdruck mineralogische Bodenuntersuchung. Das ist nicht richtig! Die Minerale kommen für jede

Richtung in Betracht, aber in den ersten drei Richtungen nur als Nährstofflieferanten und der Boden kann zu diesem Zwecke mikroskopisch untersucht werden, deshalb ist es wichtig, diese Ausdrücke streng zu unterscheiden.

Seit Liebig sind „sämtliche Eigenschaften des Bodens als wichtig betrachtet“ und „nach jeder Richtung hin“ erforscht worden, wie es Hauser und Blancé wollen. Eine Menge Stoffe und chemische Verbindungen sind gefunden und beschrieben, aber in der Bodenkunde ist nichts Nennenswerthes hervorgebracht worden. Dabei ist sehr merkwürdig, daß kein Bodenkundler und kein Agrarkulturchemiker mit etwas anderem als mit Kali, Stickstoff, Phosphor und Kalk zu düngen empfohlen hat. Drauß kann ich folgende Schlüsse ziehen:

1) Nur die vier Pflanzennährstoffe: Kali, Stickstoff, Phosphor und Kalk sind für den Landwirt und seine Pflanzen wichtig und nötig und ihren Vorrat oder Mangel im Boden festzustellen ist und muß die haupt Aufgabe und Zweck der Bodenkunde sein, damit der betreffende Landwirt weiß womit er es zu tun hat und wo mit er dabei rechnen muß.

2) Wenn das „Minimumgesetz“ einmal schon festgestellt und allgemein angenommen worden ist, dann ist die Forschung nach Maximum ohne Ziel unwichtig und unnötig geworden und die dazu verwendete Kraft, Zeit und Mühe sind nutzlos.

3) Das ist nicht nur eine Verschwendung der persönlichen wissenschaftlichen Kraft, Zeit und Mühe, sondern das kostet auch dem Staate und dem Volke

alljährlich große Summen Geldes, weil die Einrichtungen der Laboratorien, die Chemikalien und die Löhne alle sehr teuer sind.

4) Da noch niemand empfohlen hat, mit anderen Stoffen außer Kali, Stickstoff, Phosphor und Kalk zu düngen, muß man annehmen — und das ist auch in der Wirklichkeit der Fall — daß alle andern Stoffe im Boden immer genügend vorhanden sind oder zusammen mit anderen Düngemitteln nebenbei so reichlich gegeben werden, daß sie sich im Boden im Überschusse befinden, deshalb ist die Forschung nach diesen Stoffen ganz unnötig und „in jeder Richtung“ eine Verschwendung der oben genannten Mittel.

Die wichtigsten Zwecke der Bodenkunde etwas genauer getroffen haben folgende Autoren:

Stremme: „Die Zahl der zusammenfassenden Werke über Bodenkunde oder Teile aus dieser uralten Wissenschaft ist nicht gering, aber fast allgemein findet man in ihnen eine stärkere Betonung dessen, was die Laboratoriumsuntersuchung über den Boden zu sagen weiß, als der draußen im Freien zu beobachtenden Dinge. Das ist um so bemerkenswerter, als die ganze ungeheure Bedeutung des Bodens für den Menschen allein auf dem beruht, was der Boden draußen durch die menschliche Arbeit hergibt. Die Kenntniß der Eigenschaften des Naturbodens ist verhältnismäßig so wenig gefördert, daß man selbst in hochentwickelten Kreisen der Landwirtschaft die von manchen wissenschaftlichen Autoritäten genährte Vorstellung findet, die örtlichen Eigenschaften des Bodens seien für den Er-

folg des Pflanzenwuchses unwesentlich. Sehr viel wichtiger seien einige chemische oder physikalische oder pflanzenphysiologische usw. Eigenschaften, deren Bedeutung dann leicht übertrieben wird.“

Schröder: „Über den Wert chemischer Bodenuntersuchungen als Grundlage für wirtschaftlichen Maaßnahmen sind die Meinungen geteilt. Wenn die Untersuchung ein zutreffendes Bild ergeben soll, muß die Probenahme eine außerordentlich sorgfältige, daher umständliche sein. Erst mit einer großen Zahl von Untersuchungen gewinnt das Ergebnis einigermaßen an Sicherheit. Wesentlich aber wohl deshalb ist die Wertschätzung der chemischen Bodenuntersuchung eine geringere geworden, weil die Überzeugung sich immer mehr Bahn bricht, daß es viele Vorgänge in der Bodenarbeit gibt, welche die Chemie nicht erfaßt. Wie vielfach sonst der Chemiker hinter dem Biologen zurücktreten hat, wenn es gilt, den Einfluß bestimmter Vorgänge oder Verhältnisse auf die tierische oder pflanzliche Lebewelt zu prüfen, so hat sich diese Wandlung auch hier vollzogen.

Auch Wachstumsversuche mit Bodenproben des Gutes von landwirtschaftlichen Versuchstationen für Landwirte vorgenommen, werden für die große Praxis nur beschränkten Wert haben.

Rümker hat einmal das schöne Wort geprägt: „Der Landwirt ist dem Arzte vergleichbar. Er muß, wie jener, Kunst und Erfolg darin suchen, der ihm umgebenden Natur ihre Gesetze abzulauschen und ihr dann, wie der Arzt am Krankenbette, an die Hand zu

gehen.“ Die richtige Beurteilung der natürlichen Verhältnisse ist dem Landwirt Lebensfrage.

Dem Landwirt, der sich genug in der Welt umgesehen, unter erfahrener Führung eine Reihe von Gütern zum Zwecke des Erwerbes besichtigt hat, wird es nicht allzuschwer werden, den Grund und Boden eines Gutes einigermaßen zutreffend zu beurteilen.“

Will jemand ein Grundstück oder Gut kaufen, pachten, in Verwaltung übernehmen oder will ein Regierungs- oder Steuerbeamter dieses zum Zwecke der Steuerauflegung taxieren und hat die genannten Erfahrungen nicht, dann ist die jetzige Bodenkunde in solchen Fällen zur schnellen Beurteilung über den Boden ganz untauglich, denn die chemischen Untersuchungen des Bodens dauern sehr lange und sind kostspielig, aber noch länger dauern die Versuche mit Bodenproben und sind vielleicht auch noch kostspieliger, als die chemischen Untersuchungen. Deshalb ist eine neue Methode der Bodenkunde dringend nötig, welche auch in genannten Fällen brauchbar ist. Das ist nicht nur Privat-, sondern auch volks- und staatswirtschaftlich sehr wichtig und nötig. Je schneller ein Beamter ein Gut oder Grundstück beurteilen kann, desto leistungsfähiger ist seine Arbeit, desto weniger braucht der Staat Beamte und desto weniger hat das Volk Steuern zu zahlen.

Den Zweck der Bodenkunde möchte ich wie folgt feststellen: Die Bodenkunde muß eine Lehre oder ein Verfahren sein mittelst deren man möglichst schnell und billig feststellen

kann, in welcher Menge und in welchem Zustande die vier nötigsten Pflanzennährstoffe: Kali, Stickstoff, Phosphor und Kalk im Boden vorhanden sind. Alles andere gehört in die allgemeine Ackerbaulehre, Düngerlehre, Meliorationslehre und neben diesen in die neuerlich ausgebildete Pflanzenernährungslehre.

2. Botanische Bodenanalyse.

Razeburg sagt: „Die Flora ist das treueste Abbild des Bodens, sowohl nach seiner physikalischen wie nach seiner chemischen Beschaffenheit, jedoch so, daß die einen Elemente derselben mehr die chemischen Eigentümlichkeiten, andere mehr die physikalischen ausdrücken. Die Flora übersieht der einigermaßen Geübte mit einem Blicke, sie ist ein wahrer Telegraph, während die chemische Analyse des Bodens selbst dem Chemiker Mühe macht“.

„Es unterliegt keinem Zweifel, daß, angenommen, die Pflanze sei ein Kind der Erde und hänge von dieser wie der Säugling von der Mutterbrust ab, vorzüglich nur zwei Umstände die Gesetzmäßigkeit, die wir in jenem Abhängigkeitsverhältnisse voraussetzen berechtigt sind und die sich bis auf den kleinsten Gegensatz der Qualitäten erstrecken muß, zu trüben im Stande sind. Der eine dieser Umstände liegt in der Pflanze — in ihrer Organisation und Lebenstätigkeit, der andere außer ihr — in den periodischen und gleichmäßig fortdauernden Veränderungen, die die Oberfläche der Erde erleidet.

Was den ersten Punkt betrifft, so ist es allerdings wahr, daß die Gewächse ihre erdigen und alkalischen Bestandteile nicht durch ihren eigenen Lebensprozeß zu erzeugen im Stande sind, sondern dieselben von außen aufnehmen. Allein es ist eben so wahr, daß diese bei weitem nicht den Hauptnahrungsbestandteil ausmachen, zum Leben und Gedeihen nicht unumgänglich nötig und, wie zahlreiche Versuche zeigen, vielen Pflanzen auch ganz entbehrlich sind.

Die Organisation des vegetabilischen Körpers ist nicht so kompliziert, nicht so in sich entwickelt, daß jeder besonderen Artung derselben auch ganz besondere Außenverhältnisse entsprechen müßten. Im Gegenteile sehen wir, daß, so wie viele Einzelheiten in Form und Organisation unter allgemeine Typen fallen, ebenso auch viele allgemeine Verhältnisse der Außenwelt für eine Menge von Pflanzenarten genügen. Dessenungeachtet ist nicht zu leugnen, daß viele Pflanzen hierin eine Ausnahme bilden und ganz eigene Verhältnisse zu ihrem Leben und Gedeihen erfordern. Unter diesen Verhältnissen stehen auch die durch den Boden dargebotenen Nahrungsstoffe und Reize und so sehen wir, daß sich, wie bei den Tieren, auch unter den Pflanzen, Gruppen bilden, welche nur bei dieser oder jener Nahrung ihr Fortkommen finden, während andere, hierin weniger beschränkt, den Omnivoren zu vergleichen sind.

In diesem Betrachte zerfallen wir sämtliche Gewächse in drei Abteilungen, wovon die erste jene enthält, welche dieser oder jener Bodenart ausschließlich

eigen sind, die zweite solche umfaßt, die zwar nicht einer einzigen Bodenart allein angehören, jedoch eine bestimmte allen andern vorziehen, die dritte endlich alle übrigen Gewächse vereint, welche durchaus an keine Bodenverhältnisse gebunden zu sein scheinen. Die ersten nennen wir der Kürze wegen bodenstete Pflanzen, die zweiten bodenholde Pflanzen, die dritten bodenvage Pflanzen, von denen nach bisherigen Erfahrungen die ersten die kleinste Anzahl, die zweiten eine bedeutend größere, die letzteren endlich unstreitig die Mehrzahl unter den Gewächsen ausmachen.

In jedem Gebiete wird es der bodenvagen Pflanzen gewiß am meisten geben, welche sich über alle Unterlagen ohne Unterschied verbreiten. Aus diesem ein Gesetz abstrahieren zu wollen, wird vergebliche Mühe sein. Anders verhält sich die Sache bei bodenholden und noch deutlicher bei bodensteten Pflanzen, die ihrem ganzen Verbreitungsbezirke nach, als charakteristisch für gewisse Bodenarten auftreten und als wahre Indices selbst für Geognosten gelten können. Wenn es sich daher um den Charakter der Vegetation nach den verschiedenen Bodenarten handelt, so darf dieser also keineswegs nach der Mehrzahl der bodenvagen Pflanzen entnommen, sondern nach der bei weitem geringeren Menge der bodenholden und bodensteten Pflanzen bezeichnet werden. Dessenungeachtet darf man nicht glauben, daß die geringere Anzahl dieser Pflanzen von der übrigen Masse der Gewächse gleichsam verdunkelt und unkenntlich gemacht wird, — im Gegentheile ersetzt die Individuenzahl hier das, was

an Artenzahl abgeht und prägt sonach immerhin den verschiedenen Charakter nicht undeutlich aus.

Es ist eine der gemeinsten Erfahrungen, daß manche Pflanzen nur in gewissen Erdarten gedeihen, aber ausarten, verkümmern oder gar zu Grunde gehen, wenn sie in andere versetzt werden. Hierauf beruht ein großer Teil der Regeln der Pflanzenkultur, sie mag sich mit Pflanzungen des Waldes, des Feldes oder der Gärten beschäftigen und ihrer Anwendung hat sowohl der Forstmann als der Oeconom und Gärtner zum großen Teile das Gelingen seiner Bestrebungen zu danken. Je genauer er die Bedürfnisse seiner Pflöglinge, worunter hauptsächlich die der Bodenart begriffen sind, kennt, desto glücklicher wird der Erfolg, desto geringer der Zeit- und Kostenaufwand sein, die er denselben widmet“ (Unger).

Ausgesprochene Kalipflanzen sind:

Fumaria officinalis L. (Gemeiner Erdrauch).

Artemisia Absinthium L. (Wermut, Absinth).

Über 50% K_2O in der Asche enthalten oder können enthalten (nach Wehmer):

Ananas sativus 68,4% K_2O (Ungebauter Ananas).

Bromus unioloides 56,94% K_2O (Hornschwingel).

Centaurea Cyanus 52,8% K_2O (Gemeine Kornblume).

Cichoria intybus 11—60% K_2O (Cichorie).

Cuscuta europaea 74,65% K_2O (Große Seide).

Daucus Carota, Wurzel bis 58,8% K_2O (Gemeine Möhre).

Dianthus Caryophyllus 54,8% K_2O (Garten Nelke).

Ficus Carica, Frucht 50—60% (Feigenbaum).

Ginkgo biloba 55⁰/₀ (Zweilappige Ginkgo).
 Helianthus annuus 61,8⁰/₀ (Einjährige Sonnenblume).
 Lycopersicum esculentum bis 60⁰/₀ (Tomate).
 Olea europaea, Fruchtfleisch 82⁰/₀ (Europ. Olivenbaum).
 Pastinaca sativa 51,8⁰/₀ (Gem. Pastinak).
 Halopegia azurea 43,3⁰/₀ KCl und 27,5 K₂SO₄.
 Cyperus Haspan 77,7⁰/₀ KCl und 18,48⁰/₀ K₂SO₄.
 Strychnos toxifera 58,8⁰/₀ K₂SO₄ (Brech Nachtschatten).

Hohe Gehalt an Kali in der Asche zeigen folgende
 Gräser und Kräuter:

Cynosurus cristatus 32,32 K₂O (Gem. Rammgras).
 Bromus mollis 33,09⁰/₀ K₂O (Weichhaarige Trespe).
 Avena pubescens 33,77⁰/₀ K₂O (Weichhaariger Hafer).
 Lolium perenne 36,12⁰/₀ K₂O (Engl. Raygras).
 Festuca duriuscula 37,53⁰/₀ K₂O (?)
 Holcus lanatus 38⁰/₀ K₂O (Wolliges Honiggras).
 Poa pratensis 38,45⁰/₀ (Wiesen Rispengras).
 Dactylis glomerata 41,7⁰/₀ (Gem. Rnaulgras).
 Alopecurus pratensis 43,3⁰/₀ (Wiesen Fuchsschwanz).
 Poa annua 43,6⁰/₀ (Jähriges Rispengras).
 Astragalus cicer 48,38⁰/₀ (Wilde Riche).
 Papaver somniferum, Asche des eingetrockneten Milch-
 fasses (Opium) 30—37⁰/₀ K₂O (Garten Mohn).
 Rotflee 32—35⁰/₀.

Einen gewissen Anhalt geben auch folgende Kräuter
 Anagallis arvensis (Aldergauchheil).
 Solanum nigrum (Schwarzer Nachtschatten).
 Valerianella olitoria Moench (Rapünzchen).
 Chenopodium album (Weißer Gänsefuß).
 Pteridium aquilinum (Adlerfarn).

Auf Stickstoffreichen Boden wächst eine ganze Anzahl von Ruderalpflanzen („nitrophil“), von denen die folgenden vielfach auf Ammoniak hinweisen:

- Aconitum napellus* (Echter Sturmhut).
- Aethusa cynopium* (Hundspetersilie).
- Amarantus silvester* (Wilde Amarant).
- Anthemis cotula* (Stinkende Hundskamille).
- Atriplex roseum* (Rosen Melde).
- Atropis* (*Festuca*) *distans* (Salz Schwaden).
- Capsella* (Täschelfraut).
- Chenopodium hybridum* (Schweinemelde).
- Ch. glaucum* (Meergrüner Gänsefuß).
- Ch. bonus Henricus* (Guter Heinrich).
- Chaerophyllum hirsutum* (Rälberkropf).
- Datura stramonium* (Gem. Stechapfel).
- Hyoscyamus niger* (Schwarzes Bilsenfraut).
- Gallium aparine* (Klebriges Labkraut).
- Heracleum sphondylium* (Bärenklau).
- Lepidium ruderales* (Stink Kreuze).
- Mentha longifolia* (Langblättrige Minze).
- Mercurialis* (Bingelfraut).
- Phleum alpinum* (Alpen Lieschgras).
- Plantago major*, var. *atropurpurea* (Großer Wegerich).
- Plantago serpentina* (Schlangen Wegerich).
- Poa annua* (Jähriges Rispengras).
- Rumex obtusifolius* (Stumpfbblätteriger Ampfer).
- Rumex alpinus* (Alpen-Ampfer).
- Senecio alpinus* (Alpen-Kreuzkraut).
- Sinapis* (Senf).
- Sisymbrium sophia* (Feinblättriger Raukensenf).

Spergula arvensis (Acker Spörgel).

Stellaria media (Vogelmiere).

Urtica dioica und *U. urens* (Brennnessel).

Stickstoffarmut zeigen folgende Pflanzen:

Cerastium arvense (Acker Hornkraut).

Draba verna (Frühlings Hungerblümchen).

Holosteum umbellatum (Spurre).

Rumex (Umpfer).

Biologisch ist von großer Bedeutung, daß durch eine starke Stickstoffbindung im Boden gleichzeitig große Mengen von Phosphorsäure und Kali festgelegt werden, denn die Asche stickstoffbindender Bakterien besteht fast durchweg aus Kali und Phosphorsäure (Fischer).

Nach Wimmer macht sich Stickstoffmangel dadurch geltend, daß die Blätter nicht grün sind, sondern gelblich werden. Die Farbe ist um so heller, je größer der Stickstoffmangel ist.

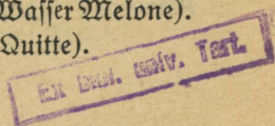
Auf *Cuscuta* wirkt Chilisalpeter tödlich. Nach Farcy konnte auf einem Luzernefeld, das stark mit *Cuscuta* durchsetzt war, durch Düngen mit Chilisalpeter (1000 kg. auf 1 ha) nicht nur *Cuscuta* gänzlich abgetötet, sondern es wurde zugleich auch noch eine wesentliche Förderung des Wachstums der Luzerne erzielt.

Nach Wehmer kann man folgende Pflanzen als P_2O_5 Reichtum im Boden anzeigende ansehen:

Aleuritis moluccana 48,6% P_2O_5 in der Asche (Lichtnußbaum, auch Kerzennußbaum).

Citrullus vulgaris, Samen 41,2% P_2O_5 (Wasser Melone).

Cydonia vulgaris 42,3% P_2O_5 (Gem. Quitte).



Hyoscyamus niger 44,7% P_2O_5 (Schwarzes Bilsenkraut).

Madia sativa 45—55% (Gem. Madie).

Olea europaea, Samen 60,64%.

Raphanus Raphanistrum 45,8% (Gemeiner Fenchel).

In Spanien wird *Convolvulus althaeoides* als Verräter von Phosphoritlagern geschätzt.

Nach Schimper sind folgende als P_2O_5 Pflanzen:

Aesculus hippocastanum (Gem. Rosskastanie).

Forsythia viridissima (Forsythie).

Allium cepa (Gem. Gartenzwiebel).

Ranunculus repens (Kriechender Hanenfuß).

Anemone japonica (Japan. Windröschen).

Lamium album (Weiße Taubnessel).

Solanum nigrum (Gem. Nachtschatten).

Senecio vulgaris (Vogelkraut, Gem. Kreuzkraut) und andere.

Nach Niederstadt enthalten die Pflanzen:

Stratiotes aloides (Wassersage, Wasseralee) 15,96%

K_2O , 11,43% P_2O_5 , 2,52% N (Luft trocken).

Nuphar luteum (Gelbe Teichrose, G. Mummel) 11,61%

K_2O , 2,53% P_2O_5 , 3,34% N (Luft trocken).

Nymphaea alba (Weiße Seerose) 11,6% K_2O , 4,47%

P_2O_5 , 3,34% N (Luft trocken).

Ausgesprochene Kalkpflanzen sind:

Aceras anthrophora R. Br. (Ohnhorn)

Adonis aestivalis (Adonisröschen).

Ajuga chamaepitys Schrd. (Günsel).

Anemone Hepatika (Märzblümchen).

„ *sylvestris* (Wald Windröschen).

- Arabis alpina* (Alpen Gänsekresse).
 „ *auriculata* Lam. (Örchen Gänsekresse).
 „ *bellidifolia* Jacq. (Maßliebblättrige Gänsekresse).
 „ *coerulea* (Blaue Gänsekresse).
 „ *pauciflora* Garke (Armblütige Gänsekresse).
 „ *pumila* Jacq. (Zwerg Gänsekresse).
 „ *turrita* (Turm Gänsekresse).
Asperula arvensis (Ackermeister).
Asplenium fissum Wimmer (Zerteilter Milzfarn).
 „ *fontanum* Bernh. (Quellen Milzfarn).
Astragalus excapus (Tragant).
Brunella alba Pall. (Weiße Brunelle).
 „ *grandiflora* Jacq. (Großblütige Brunelle).
Bupthalma salicifolium (Rindsauge).
Bupleurum longifolium (Langblättrig. Hasenohr).
 „ *rotundifolium* (Rundblättrig. Hasenohr).
Campanula pusilla Hänke (Hygrophil) (Kleine Glocken-
 blume).
Carduus defloratus (Berg Distel).
Carex alba (Weiße Segge, Riedgras).
Caucalis daucoides (Hastidolde).
Centaurea montana (Berg Glockenblume).
 „ *solstitialis* (Sommer Glockenblume).
Cephalanthera pallens (Großblütiger Waldböglein).
 „ *rubra* (Rotes Waldböglein).
Cheiranthus Cheiri (Gem. Goldlack).
Cochlearia saxatilis Lmk. (Stein Löffelkraut).
Cornus mas (Kornel Rirsche).
Coronilla montana (Berg Kronwicke).
 „ *vaginalis* Lmk. (Scheiden Kronwicke).

- Cypripedium Calceolus* (Frauenschuß).
Cystopteris montana (Berg Blasenfaru).
Draba tomentosa (Filz Hungerblümchen).
Epipactis rubiginosa (Braunrote Sumpfwurz).
Erigeron polymorphus Scop. (Kahlesß Berufßkraut).
Erucastrum Pollichii Sch u. P. (Hundßkraute).
Erysimum erysimoides (Lackartiger Schotendotter).
 „ *odoratum* Ehrh. (Riechender Schotendotter).
 „ *orientale* Mill. (Oriental. Schotendotter).
Fragaria collina Ehrh. (Hügel Erdbeere auch Ackerbeere).
Galium parisiense (Pariser Labkraut).
Gentiana ciliata (Enzian).
Globularia vulgaris (Kugelblume).
Gnaphalium Hoppeanum Koch (Norvegisches Ruhrkraut).
Helleborus niger (Schwarze Nießwurß, Christrose).
Himantoglossum hircinum Spr. (Riemenzunge).
Juncus Hostii Tausch (Bürßling, Gamßbart).
Laserpitium latifolium (Laserkraut).
Linaria elatina Desf. (Spieß Leinkraut).
 „ *spuria* (Unehthes Leinkraut).
Medicago falcata (Schwedische Luzerne).
Moehringia muscosa L. (Hygrophil) (Moos Miere).
Nigella arvensis (Acker Schwarzkömmel).
Onobrychis sativa Lmk. (Gem. Esparsette).
Ophrys apifera Huds. (Bienen Orchis).
 „ *arafinera* Huds. (Spinnen Orchis).
 „ *muscifera* Huds. (Fliegen Orchis).
Orchis conopsea (Mücken Hößwurß).
 „ *fusca* (Purpurrotes Knabenkraut).

- „ *militaris* (Helm Knabenkraut).
 „ *pallens* (Bleicheß Knabenkraut).
 „ *simia* Lam (Uffen Knabenkraut).
Orlaya grandiflora Hoffm. (Breitsame),
Phegopteris Robertianum Hoffm. (Mauer Eichenfarn).
 „ (= *Aspidium* R.) (Schilbfarn).
Polygalā amara (Bittere Kreuzblume).
 „ *calcareā* L. W. Schultz. (Ralf Kreuzblume).
Potentilla caulescens (Stengel Fingerkraut).
Prunus Mahaleb (Weichselfirsche).
 „ *spinosa* (Schlehndorn).
Saussurea pygmaea Spreng (Zwerg Schärtling).
Saxifraga caesia (Blaugrüner Steinbrech).
Scandix pecten Veneris (Nadelkerber).
Sedum atratum (Schwärzliche Fetthenne).
Sesleria coerulea (Seslerie).
Sherardia arvensis (Sherardie).
Sorbus Aria (Bastard-Vogelbeere).
 „ *torminalis* (Elsbeerbaum).
Teucrium botrys (Gamander).
 „ *montanum* (Berg Gamander).
Valeriana saxatilis (Stein Baldrian).
Viburnum lantana (Schneeball).
Viola alba Bess. (Weißblütigeß Veilchen).
 Ralfflüchtige Pflanzen sind:
Aira caryophylla (Nelken Schmiele, Silbergras).
 „ *flexuosa* (Geschlängelte Schmiele).
 „ *praecox* (Frühzeitige Schmiele).
Allosurus crispus Bernh. (Rollfarn).
Alnus viridis Chaix (Grüne Erle).

- Anarrhinum bellidifolium* Desf. (Lochschlund).
Androsace carnea (Roter Mannschild).
Anthoxanthum aristatum Boiss. (Begranntes Ruchgras).
Arabis Thaliana (Thals Rauke).
Arnica montana (Wohlverleih).
Arnoseris pusilla Gaertn. (Lammkraut).
Aspidium thelypteris Sw. (Hygrophil) (Sumpfschildfarn).
Asplenium septendrionale Sw. (Nördliches Streifenfarn).
Betula verrucosa Ehrh. (Gem. Birke).
Blechnum spicant With. (Rippenfarn).
Botrychium lunaria Sow. (Gem. Mondraute).
Calluna vulgaris Salisb. (Gem. Heidenkraut).
Campanula barbata (Bärtige Glockenblume).
Cardamine impatiens (Spring Schaumkraut).
 „ *hirsuta* (Behaartes Schaumkraut).
Carex brunnescens Pers. (Bräunliches Riedgras).
 „ *canescens* (Weißgraues Riedgras, W. Segge).
 „ *curvula* All. (Gefrümmtes Riedgras).
 „ *frigida* All. (Kaltes Riedgras).
 „ *pendula* Huds. (Hängendes Riedgras).
 „ *pilosa* Scop. (Wimperblättriges Riedgras).
 „ *pilulifera* (Pillen Riedgras).
 „ *rigida* Good. (Starres Riedgras).
Carum verticillatum Koch. (Quirlblättriger Rummel).
Castanea sativa Mill. (Eßbare Kastanie).
Centunculus minimus (Kleinling).
Cephalanthera ensifolia Rich. (Schwertblättrige Wald-
 vöglein).
Cicendia filiformis (Bitterblatt).
Cirsium rivulare Lk. (Bach Krazdistel).

Chaerophyllum hirsutum (Rauhhaariger Rälberkropf).

Chrysanthemum segetum (Wucherblume).

Corrigiola litoralis (Strandling).

Crassula aquatica (Wasser Dickblatt, W. Bulliardie).

Crepis biennis (Pippau, Wiesen Feste.)

Cytisus nigricans (Schwarzer Goldregen, Schw. Geißflee).

Digitalis purpurea (Roterfingerhut).

Draba verna (Frühlingshungerblümchen).

Drosera-Arten (Sonnentau) alle.

Erysimum orientale Mill. (Schotendotter).

Equisetum arvense (Ulkerschachtelhalm).

Festuca Lachenalii Spenn. (Einfacher Schwingel).

Filago arvensis (Ulker Schimmelfraut).

„ *minima* Sm. (Kleinsteß Schimmelfraut).

Galeopsis ochroleuca (Gelbweißer Hohlzahn).

Galium hercynicum Wgl. (Stein Labkraut).

Genista anglica (Englischer Ginster).

Glyceria remota Fr. (Entferntähriger Schwaden).

Gnaphalium norvegicum Gunn. (Nordisches Ruhrkraut).

Gypsophila muralis (Mauer Gipskraut).

Helianthemum guttatum (Tüpfel Sonnenröschen).

Helichrysum arenarium (Immortelle).

Hypericum humifusum (Liegendes Hartheu).

Hypochoeris glabra (Rahles Ferkelkraut).

Iasione montana (Bergiasione).

„ *perennis* (Ausdauernde Iasione).

Illecebrum verticillatum (Knorpelblume).

Iuncus squarrosus (Sperrige Binse).

„ *supinus* Moench (Niedrige Binse).

- Iuncus Tenageia* (Sand Binse).
Lathyrus montanus Bernh. (Berg Blatterbse).
 „ *niger* (Schwarze Blatterbse).
Ledum palustre (Sumpf Porst).
Linum usitatissimum (Gebauter Flachß, Lein).
Loiseleuria procumbens Desv. (Alpenheide).
Lupinus albus (Weiße Lupine).
 „ *angustifolius* (Blaue Lupine).
 „ *luteus* (Gelbe Lupine).
Luzula silvatica Huds. (Wald Hainbinse).
 „ *spadicea* All. (Braunblütige Hainbinse).
Lychnis viscaria (Pechnelke).
Lycopodium inundatum (Sumpf Bärlapp).
 „ *complanatum* (Flacher Bärlapp).
Meum athamanticum Jacq. (Bärwurz).
Mibora minima Desv. (Zwerggras).
Moenchia erecta (Moenchie).
Montia minor Gmel. (Montie).
 „ *rivularis* „ (Bach Montie, Greusel).
Myosotis arenaria Schr. (Sand Vergißmeinnicht).
 „ *caespitosa* Schultz. (Rasen Vergißmeinnicht).
Nardus stricta (Steifeß Borstengras).
Osmunda regalis (Hygrophil), (Rispenfarn).
Phyteuma hemisphaericum (Halbkugelige Teufelskralle,
 Triftwurz).
Phyteuma nigrum Schmidt (Schwarze Teufelskralle,
 Sch. Tr.).
Pinus maritima Poir (Meeres Kiefer).
 „ *pinaster* Sol. (Strand Kiefer).
Pirola uniflora (Einblütiger Wintergrün).

- Poa laxa* Haenke (Schlaffes Rispengras).
Polygala depressum P. Schultz (Niederliegende Kreuzblume).
Polygonum Fagopyrum (Buchweizen).
 „ *minus* Huds. (Kleiner Knöterich).
Potentilla rupestris (Felsen Fingerkraut).
Quercus rubra (Rote Eiche).
Radiola millegrana Sm. (Zwergflachß).
Raphanus Raphanistrum (Gem. Fiederich).
Rubus Gruppe der *Silvatici* (Wald Himbeere).
 „ *chamaemorus* (Moorbeere, Schellbeere, Multbeere).
Rumex Acetosella (Kleiner Ampfer).
Sarothamnus scoparius Koch. (Besenginster, Hasenbraun).
Scleranthus annuus (Einjähriger Knäuel).
 „ *perennis* (Ausdauernder Knäuel).
Selinum carvifolium (Silge).
Sesleria disticha Wulf (Zweizeiliges Kopfgras, Gilzgras).
Senecio silvaticus (Wald Kreuzkraut).
Spergula pentandra (Fünfmänniger Spörgel).
Spergularia rubra Presl. (Rote Schuppenmiere).
Sweetia perennis (Ausdauernde Sweetie).
Teesdalea nudicaulis (Teesdalee).
Teucrium scorodonia (Salbeiblättriger Gamander).
Trifolium agrarium (Gold-Klee).
 „ *arvense* — (Mäuse Klee).
Tunica prolifera Scop. (Felsnelke).
Ulex europeus (Stechginster).

Vaccinium myrtillus (Bickbeere).

„ *vitis idaea* (Preißelbeere, Kronßbeere).

Verbascum lychnitis (Lichtnelken Wollkraut).

Grundwasser anzeigende Pflanzen sind:

Aira caespitosa (Wiesen Schmiele).

Alnus glutinosa Gaert. (Schwarzerle).

„ *incana* DC. (Grauerle).

Caltha palustris (Sumpf Dotterblume, Ruhblume).

Cardamine pratensis (Wiesen Schaumkraut).

Ficaria verna (Scharbockskraut).

Gentiana pneumonanthe (Lungen Enzian).

Myosotis palustris (Sumpf Vergißmeinnicht).

Orchis latifolia (Breitblättriges Knabenkraut).

Phragmites communis Trin. (Gem. Schilfrohr).

Salicornia herbacea (Glaßschmalz).

Salix (Weide).

In hygienischer Hinsicht, wie z. B. bei der Anlage von Brunnen, beim Auffuchen von Trinkwasser in Dünen usw. sind einige Pflanzen insofern von Bedeutung, als sie vorwiegend in reinem Wasser vorkommen. Dahin gehören nach Gärtner: *Hippuris vulgaris* (Sannwedel), *Callitriche vernalis* Kütz (Frühlings-Wasserstern), *Montia rivularis* Gmel. (Bach Montie) u. *Scirpus lacustris* (See- oder Teichbinse), (auch *Nuphar luteum* Sm. u. *Nymphaea alba* Presl.).

Es ist sehr wünschenswert, daß die Richtigkeit der Bedeutung der hier angeführten Pflanzen noch mehrfach von den Gelehrten nachgeprüft, die minderwichtigen Pflanzen ausgelassen und das Verzeichniß mit mancher mehrwichtigeren Pflanzen ergänzt wird.

Mir scheint, daß die Zahl der Kalkliebenden und kalkflüchtigen Pflanzen viel zu groß ist. Wegen der botanischen Analyse des Bodens gewinnt auch die allgemeine Botanik eine praktische Bedeutung, denn bisher war sie ja nur als eine Liebhaberwissenschaft.

3. Mikroskopische Bodenanalyse.

Die mikroskopische Bodenanalyse kann der botanischen Analyse zur Vervollständigung dienen, kann aber auch allein ausgeführt werden.

„Die mikroskopische Bodenanalyse kann sehr rasch und bequem angeben, ob neben der leichtlöslichen Nährstoffen im Boden auch noch schwerer lösliche, der Pflanze zwar nicht sofort zur Verfügung stehende, aber durch weitergehende Verwitterung zugänglich werdende Nährstoffe im Boden vorhanden sind oder nicht. Sie kann uns nicht nur angeben, welche Nährstoffe durch die fortschreitende Verwitterung nachgeschafft werden können, sondern auch in ungefähr welcher Menge und ob leicht oder schwer! (Seemann).

Steinriede schreibt: „Der erste, welcher eine mineralogische Untersuchung zunächst der nicht abschlämmbaren Teile mittels des „Vergrößerungsglases“ gefordert hat, ist wohl Prof. Dr. Carl Sprengel gewesen. In der 2. Auflage seiner Bodenkunde oder Lehre vom Boden (Leipzig 1844) verlangt er „die genaue Besichtigung der im nicht abschlämmbaren Teile gefundenen Gebirgsarten und Mineralien“.

Außer russischen Forschern, welche wiederholt die mikroskopische Bodenanalyse behandelt haben, wie z. B. Williams, haben auch französische Gelehrte sich der

Sache angenommen, insbesondere A. Delage und Lagatu, M. und A. Cayeux. Sie hoffen sicher, daß die mikroskopische Analyse eine wichtige Stütze der mechanischen und chemischen Bodenanalyse sein wird, hinsichtlich der praktischen Anwendung auf die Landwirtschaft. Wenn man z. B. bei der chemischen Analyse viel Kali finde und bei der mikroskopischen wenig oder gar keine kalthaltigen Mineralien, dann müsse das Kali nur in absorbierter Form vorhanden sein und man könne vom Boden nicht erwarten, daß er Kali genügend in Lösung bringe.

Die treffende Bezeichnung „**nachschaffende Kraft**“ des Bodens, welche die mikroskopische Untersuchung desselben nachweisen soll, prägte zuerst in seiner 1861 erschienenen Schrift „Grundsätze für die Aufnahme landwirtschaftlicher Bodenkarten“ der k. k. Ministerialrat Dr. O. Lorenz in Wien, indem er sagte: „Ein fernerer sehr wichtiger Punkt für solche Spezial- (Boden-) Karten sei noch in Betracht zu ziehen, ob der Boden nachschaffend sei“.

Daß die mikroskopische Untersuchung der Schlamm-ergebnisse „in allen Fällen notwendig ist“ hat Prof. E. A. Hilgard — Kalifornien, in einem Vortrage in der V Hauptversammlung des Verbandes der Landes-Versuchstationen in Berlin am 11. und 12. Dezember 1892. stark hervorgehoben, indem er ausgeführt hat: „Es bedarf wohl kaum der Erörterung, daß die mineralogische Zusammensetzung des Sandes von der größten Wichtigkeit für die Beurteilung des Bodens ist, daß z. B. die ausschließliche Anwesenheit von Quarzkörnern in der Regel einen an Nährstoffen armen, ausgelaugten

Boden geringer Fruchtbarkeitsdauer anzeigt, während die Anwesenheit von Feldspäten, Hornblendekörnern usw. auf große Anhäufung der betreffenden Bodenbestandteile hinweist und die längere Dauer der Fruchtbarkeit durch Gesteinsverwitterung bzw. Brache in Aussicht stellt. Die Auslassung dieser einfachen und doch so maassgebenden Untersuchung ist kaum verzeihlich“.

Hazard weist wiederholt darauf hin, daß neben der Kenntniß der im Boden verlaufenden chemischen und physikalischen Prozesse die „der mineralogischen Zusammensetzung des Bodens“ die Grundlage der Bodenkunde bildet. „Nach seiner mineralogischen Zusammensetzung, nach der Beimengung von verwesenden Pflanzenleibern, nach seiner Feinheit und Struktur ist der Boden in verschiedenem Maaße befähigt Wasser, Wärme und Pflanzennährstoffe aufzunehmen und zu verteilen“. Weiter sagt er an anderer Stelle: „Für die Bonittierung eines Sandes ist der petrographische Charakter deshalb von ausschlaggebender Bedeutung, weil am Quarzsand nur fast sterile Böden, ein in flacher Lage befindlicher Spatsand hingegen einen sogar zum Anbau von Weizen geeigneten sandigen Lehm Boden zu produzieren vermag“.

Von wissenschaftlicher und von praktischer Bedeutung ist es aber, den Mineralbestand des Bodens festzustellen, um daraus nicht nur seinen gegenwärtigen, sondern auch seinen Wert für die Zukunft, seine „nachschaffende Kraft“ festzustellen. Zwei Sandböden können äußerlich keine Unterschiede erkennen lassen. Besteht aber der eine fast ausschließlich aus fast unzersehblichen

Mineralien (Quarz usw.), der andere aus zersehblichen Mineralien mit wertvollen Pflanzennährstoffen (Feldspäte usw.), so wird der erstere ein unfruchtbarer Boden sein und bleiben, während letzterer mehr oder weniger große Fruchtbarkeit entwickeln wird und zwar auf längere Zeit. In letzterer Beziehung leistet die mikroskopische Bodenuntersuchung etwas, was die physikalischen und chemischen Untersuchungen nicht leisten, da sie nur den gegenwärtigen Zustand festlegen können“.

Der für alle Kulturegewächse unentbehrliche Kaligehalt im Boden leitet sich größtenteils von dem Ortoklas, einem Feldspat ($K_2 Al_2 Si_6 O_{16}$) ab, der einen Hauptbestandteil des Granites, Gneises, vieler Porphyre usw. ausmacht. Geringere Bedeutung hat der Leucit ($AlKSiO_2$)₂ und andere Gesteine und Mineralien.

Lemmermann hat die kaliführenden Gesteine und Mineralien hinsichtlich ihrer Wirkung als Kalidünger in folgender abfallender Reihe eingeordnet: Nephelinsgesteine, Glimmerschiefer, Biotit, Philippinit und Muscovit, Elaeolit, Leucit, Apophyllit, Sanidin, Ortoklas und Mikroklin, aber alle bleiben in ihrer Wirkung erheblich hinter derjenigen der leichtlöslichen Kalisalze zurück. Daß die Glimmermineralien leichter Kalium abgeben als der Feldspat, ist durch die Untersuchungen von Goldschmidt und Johnson bestätigt (zitiert nach Linstow).

Bekannt ist die eigentümliche Eigenschaft der tonigen, lehmigen und humosen Ackerkrume, die Kalisalze und Ammonsalze für die Pflanzen zurückzuhalten, die Natriumsalze dagegen an Wasser leicht abzugeben, ebenso, daß die Laubblätter im Herbst, teilweise aber bereits lange

vor dem Vergilben, an Kali abnehmen, ebenso an Phosphorsäure und Stickstoff.

Mangel an Kali macht sich beim Getreidehalm durch eine auffallende Schlaffheit und geringe Widerstandsfähigkeit bemerkbar, sonst nach Wimmer zuerst durch langes Grünbleiben der Blätter, die dann leicht eine wellige Beschaffenheit annehmen. Später treten auf ihnen gelbliche Flecke auf, die allmählich in braun oder grauweiß übergehen.

Wie v. Feilitzen zeigte und durch gute farbige Abbildungen belegte, ruft der Mangel an Chlorkali beim Klee und bei Gräsern auf Torfboden Zwergwuchs und Vergilbung hervor. Nach Buchner können bei Kalimangel die Blätter heller (Hafer) oder dunkel werden (Kartoffel). (Linstow.)

Der Stickstoffvorrat ist in der Luft vonwo er durch stickstoffammelnde Bacterien und durch Blitzschläge in die Erde gelangt. Durch Blitzschläge wird der freie Stickstoff der Atmosphäre zu Salpetersäure oxydiert, welche sich mit Ammoniak, das die Luft in kleinen Mengen immer enthält, zu salpetersaurem Ammoniak vereinigt. Das letztere gelangt mit den Niederschlägen in die Erde, woraus die Pflanzen mittelst ihren Wurzeln ihn ausnützen. Die Erfahrungen lehren, daß bei gleichartigen Böden der Gehalt an Stickstoff der Humusmenge parallel geht.

Als Mineral kommt nur der Chilesalpeter in Betracht, welcher bis 18% Stickstoff enthält und als Kunstdünger verwendet wird.

„Die Phosphorsäure H_3PO_4 oder $PO_4(OH)_3$ bildet drei Reihen von Salzen (Phosphaten). Die in der Natur vorkommenden Phosphate sind allermeist normale Salze. Am verbreitetsten ist das Kalziumphosphat $Ca(PO_4)_2$, im reinen Zustande 45,8% Kalk (CaO) und 54,2% Phosphorsäureanhydrid (P_2O_5) enthaltend. Ein Doppelsalz von Kalziumphosphat und Kalziumchlorid (oder auch Kalziumfluorid) ist der Apatit: $3Ca_3(PO_4)_2 + CaCl_2$ mit einem durchschnittlichen Gehalt von 41–42% Phosphorsäureanhydrid (P_2O_5). Der Apatit ist als Nebenbestandteil zahlreichen Mineralien in mikroskopischer Verteilung außerordentlich verbreitet und kommt auch in selbstständigen Ablagerungen von beträchtlicher Ausdehnung vor.

Aluminiumphosphate sind die Mineralien Wavellit und Redondit mit sehr hohem Phosphorsäuregehalt. Sehr große Verbreitung besitzen weiterhin die Eisenphosphote und zwar als Vivianit (Blaueisenerde), ein wasserhaltiges Ferrophosphat von der Zusammensetzung: $Fe_3(PO_4)_2 + 8H_2O$, welches namentlich in Niedermoorböden und in humosen Tonböden gefunden wird, ursprünglich eine weiße Farbe hat, aber beim Liegen an der Luft infolge teilweiser Oxydation sich bläut und ferner als Ferriphosphat $Fe_2(PO_4)_2 + 4HO_2$ (auch die einfachere Formel $FePO_4 + 2H_2O$ wird verwendet) oder „basisches“ Ferriphosphat, z. B. $Fe_2(PO_4)_2$, $Fe_2(OH)_6$, namentlich als Bestandteil des Sphärosiderits (Eisenspatz), des Raseneisensteins u. a.“ (Fleischer).

„Die Phosphorsäure der Böden entstammt dem

litur noch wohlerhalten. Dieser Versuch scheint mir zu beweisen, daß die Pflanze auch unverwitterten Phosphorit vermöge ihrer Wurzeltätigkeit anzugreifen imstande ist, daß also, wenn man das Phosphoritmehl in genügender Menge und Gleichmäßigkeit im Boden verteilt, daßselbe nicht erst durch den Verwitterungsprozeß gelöst zu werden braucht, um der Pflanze zugänglich zu werden, die Pflanze vielmehr auch von sich aus an der Auflösung des Phosphorites mitarbeitet. Die in den Boden gebrachte Phosphoritphosphorsäure scheint mir mit der Bodenphosphorsäure annähernd gleichwertig zu sein, da der zu vorliegendem Versuche angewandte Boden ein überaus fruchtbarer Gartenboden war, in dem die Haferpflanze nicht auf die Phosphorsäure in der Phosphoritplatte angewiesen war, vielmehr auch ohne Phosphorsäurezufuhr vortrefflich prosperieren konnte. Daß die Wurzeln dennoch die Phosphoritphosphorsäure aufnahmen, scheint mir zu beweisen, daß es der Pflanze eher leichter war die Phosphoritphosphorsäure aufzunehmen, als die Bodenphosphorsäure“ (Sengbusch).

Hier bringe ich nachstehend noch ein Beispiel, was nicht gerade zur Landwirtschaft gehört, aber vom pflanzenbaulichen Standpunkte doch sehr interessant ist und für die Möglichkeit einer mikroskopischen Bodenuntersuchung eine Bestätigung gibt.

„Bei einer Versammlung von Gerbern in Eisenach vor 5 bis 6 Jahren zeigte ein an sich sehr tüchtiger Forstwirt prachtvolle junge Eichenstämme zugleich mit dem Boden vor, in welchem dieselben gezogen waren. Nach den geschriebenen Angaben an den Beu-

Böden, so in manchen Moorböden, finden sich nicht selten weiße nester- oder schichtenförmige Ablagerungen von reinem Ferrokarbonat“ (Fleischer).

„Die wichtigste Kalkverbindung und einer der bedeutsamsten Bestandteile der Böden überhaupt ist Kalkkarbonat. Die Leichtigkeit, mit der dieses Salz bei Absorbtionswirkungen zerlegt wird, veranlaßt, daß Böden, die Kalkkarbonat enthalten, absorptiv gesättigt sind. Die Sättigung kann vollständig eintreten, da die sich abscheidende Kohlensäure als Anhydrid entweicht und keine freie Säure im Boden zurück bleibt. Auch wenn der Fall eintritt, daß durch Wirkungen der Absorbtion freie Säuren abgeschieden werden, so werden sie unter Zerlegung der Karbonate sofort wieder gebunden“ (Ramann).

„Von Wichtigkeit ist, festzustellen, ob der Boden kohlensauren Kalk in bemerkbarer Menge enthält. Der große Einfluß dieses Stoffes auf Boden wie Pflanzen macht wenigstens eine Schätzung erwünscht, die nach der Stärke des Aufbrausens beim Befeuchten mit verdünnter Salzsäure bewirkt werden kann. Dabei gelten folgende Regeln:

Erfolgt: kein Aufbrausen, so ist der Boden kalkfrei oder enthält unter 1% CaCO_3 , schwaches Aufbrausen etwa 1—2—3% CaCO_3 , deutliches, aber nicht anhaltendes Aufbrausen 3—5 CaCO_3 , anhaltendes Aufbrausen durch die ganze Masse des Bodens, so ist der kohlensaure Kalk gleichmäßig im Boden verteilt, örtliches Aufbrausen deutet auf Vorkommen in Stückchen oder Steinen“ (Ramann).

„Dumont hat Versuche angestellt zur Beantwortung der Frage, wie sich die Nährstoffe auf die verschieden feinen Sortimentgrößen ein und desselben Bodens verteilen und die Prüfung der einzelnen Sortimente auf ihren Gehalt an Kali ergab folgendes Resultat in ‰.“
(Nach Buchner.)

	Feinkörnige Erde des Versuchsfeldes von Grignon	Granitische kalk- freie Erde von la Creuse
Grober Sand	0,864	1,33
Feiner „	0,992	0,58
Ton	0,940	0,51

Buchner selbst hat bis 1907. ca 20 Jahren über bayerische Böden gearbeitet und eine sehr eingehende chemische Untersuchung der feineren Schlämmprodukte hat folgende Zahlen ergeben:

	Lehmboden von Obertundung			Lößboden von Fruhstorf			Gneisboden von Ratzmannstorf		
	Kali ‰	Phos- phor ‰	Kalk ‰	Kali ‰	Phos- phor ‰	Kalk ‰	Kali ‰	Phos- phor ‰	Kalk ‰
Grober Staub	4,14	0,03	Spur	0,81	0,15	7,23	0,08	0,06	2,55
Mittlerer „	1,02	0,08	Spur	0,70	0,12	6,28	0,05	0,03	1,18
Feiner „	0,12	0,08	0,04	0,67	0,17	4,09	0,04	0,05	2,23
Schlamm	0,01	0,19	Spur	0,56	0,03	3,39	0,06	0,04	2,44

Die Zahlen zeigen:

1) daß die mechanischen Bodenbestandteile der untersuchten Böden im allgemeinen mit zunehmender Feinheit kaliärmer werden.

2) daß Phosphorsäure und Kalk in dieser Beziehung ein unregelmäßiges Verhalten aufweisen.

Daraus können wir aber schließen, daß der Granit- und Gneisboden ihr Kali viel leichter der Pflanzen abgeben, als Lehm-, Löß und sonstige feinkörnige Böden. Es dürfte deshalb die künstliche Zuführung von Kalidünger sich überall da als notwendig erweisen, wo die Menge von Feinsand und Ton mehr als 25% beträgt.

Es ist bekannt, daß die Pflanzen schon lange vorher an Wassermangel leiden, bevor der Boden absolut trocken ist. Das bedeutet, daß sie nicht im Stande sind den letzten Wasserrest, das sogenannte „hygroscopische Wasser“ dem Boden zu entziehen. Es kann möglich sein, daß sie ebenso auch nicht im Stande sind die letzten Reste der Nährstoffe dem Boden zu entziehen und daß die von Buchner in den feinsten abschlämmbaren Teilen des Bodens gefundene Pflanzennährstoffe gerade solche Reste sind. Es ist bekannt, daß es so feinkörnige und dichte Böden gibt, welche das Wasser nicht durch lassen. In solche Böden können auch die Pflanzenwurzeln nicht mehr eindringen und deshalb können die Nährstoffreste daraus auch nicht mehr ausgenutzt werden. Diese Meinung will auch Czapek bestätigen wenn er sagt: „Zahlreiche Drain- und Psychrometer wasseranalysen haben gezeigt, daß 0,01—0,03% fester Rückstand in diesen Bodenlösungen gefunden wird, während wir sahen, daß Wasserkulturen in der 10 fachen Konzentration ihr bestes Gedeihen finden.“ Aus Buchner's Untersuchungen ist leider nicht

ersichtlich, wie die Nährstoffreste sich im Boden befanden: ob sie dort gleichmäßig verteilt oder nur in einzelnen, so schwerlöslichen Körnern befanden, was die Pflanzen nicht mehr im Stande waren aufzulösen.

Auf Grund dieser Tatsachen komme ich zum Schluß, daß die feinsten mineralischen Bodenbestandteile gar nicht die beste Form für die Pflanzenernährung sind sondern nur die gröberen Bestandteile. Auch Steinriede schreibt: „Die sehr sorgfältigen Untersuchungen einer Kommission zur naturwissenschaftlichen Durchsuchung Mährens zeigten, daß das Maß der abschlämmbaren Teile keinen sicheren Anhalt zur Beurteilung des Nährstoffkapitals gibt“ Viel wichtiger als die mineralischen sind die feinsten organischen Bodenbestandteile weil sie 1) den Boden für die Pflanzenwurzeln nicht undurchdringlich machen und 2) ihre Nährstoffe den Pflanzen viel leichter abgeben als die mineralischen Bodenbestandteile.

Ähnliche Meinungen scheint auch Schneidewind gehabt haben wenn er schreibt:

„Die Löslichkeit des Kalis der besseren Böden ist eine geringere als die des Kalis der leichteren Böden. Wenn auch die kalireichen Böden meist größere absolute Mengen von Kali an die Pflanzen abgeben, so wird doch prozentisch das Kali der besseren Böden erheblich schlechter ausgenutzt als das der leichteren Böden. Dies zeigen z. B. zahlreiche Untersuchungen Wagners. Diese führten zu folgendem Ergebnis:

a) Versuchspflanzen: Rotklee, Kartoffeln, Rüben, Gerste.

	Bodenkali je Gefäß g	Aufgenomm. Kalimenge g	Aufgenomm. Kalimenge ‰
Lehmboden	34,75	1,502	4,3
Lehmiger Sandboden	13,04	0,963	7,4
Sandboden	7,53	0,560	7,4

b) Versuchspflanzen: Hafer, Erbsen, Wicken, Weizen, Roggen, Gerste.

Lehmboden	11,54	0,520	4,5
Lehmiger Sandboden	4,34	0,373	8,6
Sandboden	2,51	0,265	10,6

c) Versuchspflanze: Italienisches Raigras. (Dreijähr. Versuch.)

Humusreicher Sandb.	0,976	0,643	65,9
Sandboden	2,623	1,447	55,2
Sandiger Lehmboden	4,169	2,375	57,0
Lehmboden	12,159	3,998	32,9
Sandiger Lehmboden	15,967	2,784	17,4
Lehmboden	11,786	2,199	18,7

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß die kalireicheren besseren Böden meist höhere absolute Mengen von Kali an die Pflanzen abgeben als die kaliärmeren leichteren Böden, daß aber prozentisch das Kali der besseren Böden schlechter ausgenutzt wird als das der leichteren, daß also das letztere leichter löslich ist als das erstere. So hatte z. B. beim letzten Versuch der erstere sandige Lehmboden mehr Kali an die Pflanzen abgegeben als der letzte Lehmboden, welcher ungefähr dreimal soviel Kali enthielt und der zuerst angeführte Lehmboden 32,9‰, der letztere, welcher ungefähr ebenso ka-

lreich war, nur 18,7% seines Kalis an die Pflanzen abgegeben“.

In einer anderen Stelle zeigt Schneidewind auf Grund seiner Versuche, daß auch der Stickstoff des Sandbodens von den Pflanzen prozentisch vier mal so viel ausgenutzt wird als der Stickstoff des Lehmbodens.

„Es läßt sich nachweisen, daß Pflanzen aus unlöslichen Phosphatgesteinen Phosphorsäure aufnehmen. Danbeny erzog Gerste in verschiedenen Gesteinen, worin er keine Phosphorsäure nachweisen konnte, nachdem das Material zu feinem Sand verrieben war und fand in der Ernte mehr Phosphorsäure als das Aussaatmaterial enthalten hatte. Lechartier kultivierte Buchweizen in Sand aus Granit und Schiefer, welcher von löslichen Phosphaten frei war und fand, daß kleine Mengen Phosphorsäure hieraus aufgenommen wurden. Doch ist nach den Versuchsergebnissen von Brianischnikow und von Rossowitsch die Befähigung zur Aufnahme unlöslicher Phosphate nicht bei allen Pflanzenarten gleich gut ausgebildet. Gramineen z. B. bleiben bei Phosphorit darreichung viel schwächer als Lupine und Jagophyrum und Senf nützt Phosphorit sehr gut aus, während Linum dies viel weniger gut imstande ist.

Liebig lenkte zuerst die Aufmerksamkeit darauf, daß man häufig in Wiesen glatte Kalkgeschiebe findet, deren Oberfläche mit feinen Furchen netzartig bedeckt ist. Jede solche vertiefte Linie entspricht einer Wurzelfaser, gleichsam als ob sich diese in den Stein eingefressen hätte. Nöggerath beobachtete, wie Luzerne, auf einem alten Totenfelde wachsend, Knochenstücke

vollständig mit Wurzelfilz durchsetzt hatte. Sachs zeigte aber in seinen berühmt gewordenen Versuchen, wie man auf glatt poliertem Marmorplatten, welche in die Erde eines Blumentopfes schräg eingestellt wurden, nach mehrwöchentlichem Wachstum der darin angesäten Pflanzen künstlich ähnliche Korrosionsfiguren durch Pflanzenwurzeln sehr schön erhalten kann. Am besten ist es nach dem Vorgange von Rny schwarzen Marmor anzuwenden, welcher selbst die Wurzelhaare in feinsten Kontaktätzung abbildet. Dadurch wird auch der Einwand, welchen Mulder gegen die richtige Deutung dieser Erscheinungen seitens Leibig geltend machte, daß nur die in Zersetzung übergehenden älteren Teile der Wurzeln die Furchen erzeugen, widerlegt. Diese Zerstörungen, welche anfangs in kaum sichtbaren Spuren der Wurzeln auf Gesteinsoberflächen bestehen, werden im Laufe der Zeit zu geologisch bedeutsamen Ereignissen und „der Zahn der Zeit“ ist in der Tat die unscheinbare Spur eines zarten Würzelchens.

Durch diese Tatsachen und Experimente ist nachgewiesen, daß die Pflanzenwurzeln durch vitale Prozesse die Löslichkeit der mit ihnen in Kontakt stehenden Bodenteilchen vermehren und aktive Lösungsprozesse verursachen.“ (Szapet).

Über ähnlichen Versuch berichtet auch Mayer:

„Man hat beobachtet, daß, wenn polierte Platten leicht zersetzbarer Mineralien, wie z. B. Marmorplatten, so in den Boden eingegraben werden, daß Wurzeln lebender Landpflanzen mittelst ihrer feinsten Verzweigungen mit ihnen in Berührung kommen, durch diese

letzteren Korrosionen auf den Platten erzeugt werden, die ganz die Gestalt der sich längs der polierten Fläche verzweigenden Würzelchen haben. Es ist unmöglich daran zu zweifeln, daß diese Korrosionen durch die Wurzeln hervorgebracht werden und es läßt sich denken, wie sehr durch diese Tatsache seinerzeit die Annahme eines selbsttätigen Wahlvermögens der Wurzel, infolge deren dieselbe gelöste Substanzen unter Umständen verschmägt, ungelöste sich zur aufnehmbaren Nahrung bereitet bestärkt werden mußte" (Mayer).

„Im Sommer 1896 wurde von mir folgender Versuch zur Entscheidung der Frage: ob die Pflanzewurzel vermöge ihrer sauren Ausscheidungen imstande sei die unlösliche Phosphoritphosphorsäure auch der Oberfläche einer größeren Phosphoritplatte, nicht allein dem staubfeinen Mehl zu entziehen, ausgeführt.

Ein Stück Phosphorit von schwarzgrüner Farbe aus den Steinbrüchen der Herren von Roulomfene in Rineschma im Rostromaschen Gouvernement wurde auf einer Seite glatt abgeschliffen und poliert, dann auf den Boden eines Zinkblech-Vegetationsgefäßes gebracht und die Lücken unter und um den Stein mit grobkörnigem Sande ausgefüllt. Auf diesen Untergrund kamen 6 fgr. Erde, so daß der untere Rand der Ackerfrume den Phosphoritschliff berührte. Am 2. Mai wurde darauf Hafer eingesät, die Vegetation verlief normal, am 23. August fand die Ernte statt.

Als der Phosphorit unter der Erde hergeholt und gereinigt wurde, zeigte er sich von einem nehartigen Geäder überzogen, die Zwischenräume zeigten die Po-

Upatit der Gesteine. Der Upatit ist in Wasser sehr schwach, etwa 1 : 500 000, in kohlenensäurehaltendem Wasser etwas reichlicher, etwa 1 : 100 000 löslich. Die Phosphorsäure der oberen Schichten ist aber in den meisten Fällen leichter löslich und für Pflanzen zugänglicher als in tieferen“ (Ramann).

„Das normale Kalziumkarbonat CaCO_3 in völlig reinem Zustand liefert bei seiner Zersetzung 56% Kalziumoxyd (CaO) und 44% Kohlendioxyd (CO_2). In der Natur kommt es hauptsächlich in folgenden Mineralien vor: Kalkspat (kristallisiert), Marmor und Kalkstein (kristallinisch oder dicht), ferner Tropfstein, Kalktuff und Kreide. Tropfstein findet sich in Kalksteinhöhlen und hat sich aus wässriger Lösung in eigentümlichen Formen („Stalaktiten“ und „Stalagmiten“) ausgeschieden. Der Kalktuff ist als im Absatz von Kalziumkarbonat aus Wasser unter der Mitwirkung von Kohlenensäure entziehenden Pflanzen anzusehen und die Kreide verdankt zum großen Teil mikroskopischen tierischen Wesen ihren Ursprung.

Größere Bedeutung besitzt ein Mineral, das als ein Doppeltkarbonat von Magnesium und Kalzium angesehen werden kann: der Dolomit („Bitterkalk“), gewöhnlich zusammengesetzt nach der Formel CaCO_3 , MgCO_3 , sehr oft aber auch mehr Kalziumkarbonat enthaltend und dann als dolomitischer Kalk bezeichnet. Vielfach verbreitet ist endlich ein Ferrokarbonat, der Spateisenstein, oder Eisenspat FeCO_3 (bei feinkörniger bis dichter Struktur Sphärosiderit genannt). In gewissen, durch Mangel an Luftsauerstoff ausgezeichneten

teln dieses Bodens ist dieser letztere ein sehr dürrftiger, eisenschüssiger Sand aus der Mark Brandenburg. Bei dem Anblick dieser herrlichen Eichenstämmchen erhob sich nun mit Recht die allgemeine Frage: Wenn auf solch schlechtem Sandboden so schöne Eichen gezogen werden können, warum geschieht dieses nicht auch auf den weit frumenreicheren Böden des Sandsteins in Thüringen? Diese Frage regte mich (Senft) an, den verrufenen Sand, in welchem die vorgezeigten Eichen gezogen waren, genau zu untersuchen. Ich fand in demselben nahezu an 17% Orthoglassfeldspatstückchen, also 17% Mineralienreste, deren jedes wenigstens 5% kohlen- oder kiefelsaures Kali — ein Hauptnahrungsmittel für Eichen — liefern könnte und außerdem noch 4–5% Hornblende, welche auch noch 2% kohlen- saures Kali und wohl ebenso viel kohlen- saure Magnesia geben könnte, während der Keuper- und Buntsandstein in seinem Sande kaum 2–4% Orthoglasskörner enthält“. (Senft.)

Es ist bekannt, daß viele Pflanzen und Bäume fast auf nackten Felsen wachsen und von diesen ihre mineralische Nahrung bekommen. In solcher Form ist die Angriffsfläche aber viel zu klein. Sie wird viel größer, wenn der Fels zerkleinert ist. Die beste Form für die Pflanzenernährung scheint mir, auf Grund der obigen Darstellungen der mittlere und feine Sand in der Korngröße von 2 bis 0,1 mm zusein.

Steinriede schreibt: „Es soll ferner hier nicht näher untersucht werden, welches Schlammverfahren das beste ist. Nur möchte ich allgemein bemerken, daß

mir nicht die schwierigsten, mühsamsten und kostspieligsten Verfahren als die geeignetsten erscheinen, wenn sie auch die genauesten Trennungen der Bodenteile ermöglichen, denn es kommt für den praktischen Wert auf eine so große Genauigkeit, wie bei chemischen Untersuchungen nicht an“. Ich schließe mich zu dieser Meinung vollständig an.

Um dem Praktiker die schwierige und langwierige Arbeit der mechanischen und chemischen Bodenanalyse zu ersparen, schlage ich auf Grund der obigen Erklärungen folgendes Verfahren vor:

1) Zur Probenahme genügt der Bohrstock von Ropetsch.

2) Die Probe muß nicht tiefer genommen werden, als der Ackerboden ist.

3) Die Probe muß von oben bis unten gleichmäßig genommen werden.

4) Die Probe muß lufttrocken getrocknet und gleichmäßig gemischt werden.

5) Vor dem Abwiegen müssen die gröberen organischen Bestandteile, sowie Pflanzenwurzeln usw. möglichst entfernt werden.

6) Von der lufttrockenen Bodenprobe muß am besten 100 gr. genau abgewogen werden (Es kann aber auch mehr oder weniger sein, dann müssen die % danach gerechnet werden).

7) Die Bodensiebe von 5 bis 0,1 mm Maschenweite können in verschiedener Zusammensetzung in Komplet zusammen gestellt werden, aber am besten 5—2—0,1 mm.

8) Der stein- und wurzelfreie lufttrockene Boden (100 gr.) muß in den obersten (5 mm) Sieb geschüttelt und so lange reines kaltes oder warmes (nicht heißes) Wasser drauf gegossen werden bis von unten ganz klares Wasser heraus fließt. An den Sandkörnern haftende Erde kann mit Fingern, einem Pinsel usw. abgeputzt werden.

9) Das Kochen des Bodens muß ganz unterbleiben, weil dadurch 1) die Arbeit kompliziert, verlangsamt und verteuert wird und 2) chemische Umbildungen stattfinden können.

10) Durch die obere gröbere Siebe gespülte Erde bleibt nach der Korngröße in niederen feineren Sieben halten und danach kann die % Zusammensetzung der Erde nach den verschiedenen Korngrößen bestimmt werden.

11) Der Boden muß zuerst lufttrocken getrocknet werden und dann muß die Feststellung mittelst der Wage folgen.

12) Die Sandkörner müssen mikroskopisch genau untersucht werden, um festzustellen, wieviel sie Kali, Stickstoff, Phosphor und Kalk enthaltende Bestandteile haben. Dabei muß die Form der Kristalle sehr berücksichtigt und festgestellt werden, ob sie viel, wenig oder gar nicht angegriffen sind, um danach die Leicht- oder Schwerlöslichkeit bestimmen zu können.

13) Die durch den 0,1 mm Sieb durchgespülte Erde kann als abschlämmbare Erde betrachtet werden. Wenn diese untersucht werden soll, muß sie aufgefangen und ausgetrocknet werden.

14) Wenn der Untergrund untersucht werden muß, dann muß eine Untergrundprobe genommen werden,

aber nicht tiefer als die Wurzeln der darauf wachsenden Kulturpflanzen reichen.

15) Zum Zwecke des Gartenbaues oder der Forstwirtschaft muß die Bodenprobe entsprechend der Tiefe der darauf wachsenden oder anzupflanzen beabsichtigten Pflanzenwurzeln genommen werden.

16) Die Proben können einzeln und auch als Durchschnittsprobe untersucht werden.

17) Der Humusgehalt kann durch die Verbrennung des Bodens festgestellt werden.

Glimmer.

Form im Boden: Die Glimmerarten sind gekennzeichnet durch dünntafelige, schuppige, blätterige Form, was eine höchst vollkommene Spaltbarkeit nach der Basis ermöglicht. Umriß bald rundlich, bald gezackt, bald gelappt. Meist in blättrigen Aggregaten. Die einzelnen Spaltblättchen sind bei den Kaliglimmern elastisch biegsam, während die Biotite, wenn sie der Zersetzung unterliegen, spröde werden. Ein Schlag mit einer stumpfen Spitze ruft häufig ein dreistrahliger Stern, mit einer sehr scharfen Spitze, was gerade durch geht, unter günstigen Umständen auch ein sechsstrahliger Stern hervor.

Farbe: 1 ohne Mikroskop: Glasglanz bis Perlmutterglanz. Ti-Gehalt erhöht den Glanz.

2 Farbe im a. Lichte: wird mit steigendem Eisengehalt dunkler. Sie ist bei Biotit: rotbraun bis schwarz, seltener grünlichschwarz. Bei Muskowit: farblos, hellgrau, grünlich, gelblich.

3 Farbe im durchfallenden Lichte: Bei Biotit: braun, gelb, seltener grün. Bei Muskowit: farblos.

Härte: bei Biotit 2,5—3, bei Muskowit 2—2,5.

Kaligehalt bei Biotit 5—11⁰%, bei Muskowit 7—12⁰%.

Leuzit.

Form im Boden: Meist runde Körner, oder Kriställchen Icositetraeder angenähert. Bruch muschelig, Spaltbarkeit unvollkommen, in sehr dünnen Stückchen Zwillingstreifung.

Farbe: 1 ohne Mikroskop: Glasglanz, im Bruch Fettglanz.

2 Farbe im a. Lichte: Fast wasserhell, weißlich.

3 Farbe im d. Lichte: Farblos.

Härte: 5,5—6.

Sanidin und Orthoklas.

2 Form im Boden: Weil diese Mineralien im Boden durchweg zerseht sind, kann man äußere Kristallformen nicht mehr erkennen und deshalb sind sie meist nur in unregelmäßigen Körnern, manchmal auch in Tafeln oder Säulen. Die vorkommenden Zwillingbildungen sind nur im durchfallenden Lichte festzustellen.

1 Diese Mineralien unterscheiden sich vornehmlich durch die Größe des Achsenwinkels und oft durch die Lage der optischen Achsenebene. Beim Sanidin liegt sie zuweilen auch senkrecht, oft aber auch in der Symmetrieebene. Beim Orthoklas liegt sie senkrecht zur Symmetrieebene.

Farbe: 1 ohne Mikroskop: Glasglanz, auf basischen Spaltfläche oft perlmutterartig.

2 Im a. Lichte: Farblos bis wasserhell, häufig grauweiß fleischrot bis ziegelrot, gelblich. selten grün, milchblau.

Im d. Lichte: Farblos.

Härte: 2,54—2,57 Kaligehalt 10—15%

Mikroclin.

Mikroclin unterscheidet sich von Sanidin und Orthoklas vornehmlich durch die in der Regel vorhandene gitterartige Zwillingsslamellierung, was nur unter dem Mikroskop im polarisierten Lichte deutlich zu erkennen ist. Er ist gegen die Ferwitterung widerstandsfähiger als die anderen Feldspäte und deshalb findet er sich häufig noch in der Ackererde, wenn die anderen Feldspäte schon völlig zerstört sind.

Form im Boden: Tafeln, Säulen, Körner.

Farbe: 1 ohne Mikroskop: Glasglanz, auf der basischen Spaltfläche bis perlmutterartig.

2 Im a. Lichte: Selten wasserhell, meist weiß, graugelb, gelb, rot, grün, grau, fleischrot. Beim glühen verschwinden die Farben.

3 Im d. Lichte: Farblos.

Härte: 2,54—2,57. Kaligehalt 10—15%.

Nephelin.

Form im Boden: Sechseckige Säulen, Körner und körnige Massen.

Farbe: Weiß, grünlichgrau. Kaligehalt 6,5%.

Apatit.

Form im Boden: Lange, dünne, säulenförmige Formen, seltener kurz prismatisch auftretend. Auch rundliche Körner kommen vor.

Farbe: 1 ohne Mikroskop: Auf Kristallfläche Glasglanz, auf Spaltungsfläche Fettglanz.

2 Unter dem Mikroskop im auffallenden Lichte: farblos, weiß, gelb, grün, blau, rot, braun.

3 Im durchfallenden Lichte: farblos, selten grünlich, violett, bräunlich, rötlich, bläulich grau. Häufig mit Gas, Flüssigkeits- und Glaseinschlüssen.

Härte: 5. Gehalt an P_2O_5 ca 40%, an Kalk ca 50%.

Phosphorit.

Form im Boden: Dichte, erdige oder radial-faserige Aggregate, zuweilen auch Sphärolithe. Diese Aggregate kommen in schaligen Krusten und niedrigen Kugeln vor.

Farbe im a. L. Schmutzig gelb bis gelbbraun, grau.

Härte: 4,5. Hochwertige Phosphorite enthalten 25 — 30% P_2O_5 und 40 — 50% Ca O.

Nach der von mir hier vorgeschlagene Methode für die Bodenkunde kämen also nur vier Pflanzennährstoffe: Kali, Stickstoff, Phosphor und Kalk, zur Erforschung. Mir scheinen Kali und Stickstoff deshalb viel wichtiger und nötiger als Phosphor, daß die Pflanzen diese in viel größerer Menge brauchen als Phosphor und deshalb habe ich hier überall Kali auf die erste,

Stickstoff auf die zweite und Phosphor erst auf die dritte Stelle gestellt. Thoms will aber die Sache, streng dem „Minimumgesetz“ folgend, viel einfacher, d. i. nur mit der Feststellung des Phosphors des Bodens begnügen. U. Mayer sagt: „Phosphorsäure ist in der Regel der beste Maßstab der Fruchtbarkeit von Erdsorten“ (zit. nach Thoms). Thoms hat sein Dissertation und auch den folgenden Band seiner Arbeit wahrscheinlich hauptsächlich und vielleicht nur auf Grund dieses Satzes, als einem Grundsatz folgend ausgeführt, wenn er schreibt:

„Phosphate hingegen finden sich im Boden meist nur in äußerst geringen Mengen vor und daher wird schon oft Mangel an Phosphorsäure eintreten, während alle übrigen Nährstoffe noch in relativ großer Menge vorhanden sind; im letzteren Falle aber wird der Boden der furchtbarste sein, welcher die größte Menge von Phosphaten enthält. Der Gehalt an Phosphorsäure wird dann als Maßstab seiner Ertragsfähigkeit dienen können.

So fand z. B. v. Schorlemmer, für mehrere Reihen von Böden, daß der Phosphorsäuregehalt sich fast genau parallel den einzelnen Bodenklassen stellt, wie diese durch die Bonitierung bei Veranlagung der Grundsteuer angenommen sind. Jedenfalls ein ganz beachtenswerthes Resultat.

Ich verweise hier auch auf eine Arbeit Emmerlings: „Über den Nutzen von Bodenanalysen.“ In derselben wird über die Zusammensetzung von 9 Schleswig-Holsteinschen Böden referiert und als Hauptresultat

konnte folgender Satz aufgestellt werden: Die Erden, welche als fruchtbar bezeichnet werden, weisen hohe Gehalte an Phosphorsäure auf.

Der Phosphorsäuregehalt eines Bodens ist nicht allein maßgebend für die Fruchtbarkeit desselben, aber es steht wenigstens fest, daß alle sehr fruchtbaren Ackerböden auch einen Phosphorsäuregehalt besitzen und zwar nicht unter 0,1—0,2⁰/₀.

Der Phosphorsäuregehalt steht in ausgesprochener Beziehung zur Bodenqualität, denn die Ackerkrumen der besten Böden zeigen im Durchschnitt höheren Phosphorsäuregehalt als die Ackerkrumen der Mittelböden und letztere übertreffen über die Ackerkrumen der schlechtesten Böden in demselben Sinne.

Auch die Untergrundsproben der besten Böden sind im Durchschnitt reicher an Phosphorsäure, als diejenigen der Mittelböden und letztere wiederum reicher an diesem Pflanzennährstoff, als die Untergrundsproben der schlechtesten Böden.

Der Phosphorsäuregehalt der Untergrundsproben ist im Durchschnitt durchweg geringer, als derjenige der überliegenden Ackerkrumen. Daraus folgt, daß unter dem Einflusse der im Dorpater Kreise herrschenden Wirtschaftssysteme, in der Regel eine Anreicherung, keine Erschöpfung des Bodens an Phosphorsäure stattgefunden habe.

Nicht nur hinsichtlich des Phosphorsäuregehalts, sondern auch durch einen im Mittel höheren Stickstoff-, Kali- und Kalkgehalt übertreffen

die Ackerkrumen der besten Böden diejenigen der mittelmäßigen und letztere sind den Ackerkrumen der schlechtesten Böden in demselben Sinne überlegen. Die intensivsten Relationen zeigt jedoch, wenn der Ausdruck gestattet ist, die Phosphorsäure“.

Nach dieser Forschungsmethode käme dann nur ein in „Minimum“ stehender Pflanzennährstoff, Phosphor, und zu diesem Zwecke hauptsächlich nur zwei Mineralien: Apatit und Phosphorit zur Erforschung. Somit wäre dann die Bodenuntersuchung und die Bodenkunde noch viel einfacher und billiger als nach der von mir vorgeschlagenen mikroskopischen Methode. Diese Methode müßte aber noch allgemein nachgeprüft werden.

4. Methodische Bemerkungen.

Wenn ich die praktische Landwirtschaft mit der Lehre der Bodenkunde und ebenso mit der Agrichemie vergleiche, dann scheint mir, daß die beiden Gelehrten immer mehr und mehr von dem richtigen Zwecke der Bodenkunde und der Landwirtschaft absteuern. Giesecke sagt auch ganz genau daß „bis über die fünfziger Jahre des 19 Jahrh. ist alles im Sinne der Landwirtschaft geschrieben worden,“ aber jetzt wird alles nur im Sinne des Bodens als Selbstzweck geschrieben. Es wird der Entstehung (Behrendt, Ramann, Krafft, Milch, Heuser, Freyhold usw.) Bildung und Umbildung des Bodens so große Bedeutung gegeben, daß Glinka seine ganze Bodenkunde nur auf „die Typen der Bodenbildung“ aufgebaut hat. Das ist aber ganz falsch! Den Landwirten und den Pflanzen ist es ganz gleichgültig, wann und wie der Boden entstanden ist, weil sie daran jetzt nichts mehr ändern können und auch bei der Umbildung können sie durch die Bearbeitung nur sehr wenig mitwirken. Für sie hat der Boden nur dann einen Wert, wenn er genügend oder reichlich die nötigsten vier Pflanzennährstoffe: Kali, Stickstoff, Phosphor und Kalk liefern kann. Liefert er diese nicht genügend, sinkt danach auch sein Wert bis zum unbrauchbaren Land. Für die Landwirte hat die

Entstehung, Bildung und Umbildung des Bodens so wenig Bedeutung, daß sie die Ernten sehr gern ohne Berührung des Bodens, durch Weiden oder Heubereitung, abnehmen möchten. Wenn dieser aber den Forderungen der Landwirte nicht entspricht, dann muß er bearbeitet werden. Dadurch müssen die im Boden befindlichen nötigsten Pflanzennährstoffe: Kali, Stickstoff, Phosphor und Kalk den Pflanzen mehr zugänglich gemacht werden. Das zeigt klar genug, daß die Bodenkunde zur allgemeinen Uckerbaulehre gehört, aber nicht zur Geologie. Danach muß die Bodenkunde auch nicht vom Standpunkte der Geologie, sondern nur vom Standpunkte der praktischen Landwirtschaft gelehrt werden.

Auch das ist ganz falsch, daß Heuser den Boden nur als „Pflanzenstandort“ ansehen will. Wäre das richtig, so wären z. B. die Sandwüsten, die Meeresstrände, die Dünen die besten Getreidefelder. Da dort nichts wächst, so zeigt es, daß dort keine Pflanzennährstoffe vorhanden sind und deshalb bleiben sie auch von den Landwirten unbenutzt. Wenn die Letztere sämtliche Nährstoffe den Pflanzen künstlich zur Verfügung stellen müßten, dann kämen die Ernten so teuer, daß es überhaupt nicht mehr lohnte zu wirtschaften. Der Boden muß den Pflanzen nicht nur Standort, sondern viel mehr Nährstofflieferant sein. Die Entstehung des Bodens kann dabei nur so viel in Betracht kommen, als die Abstammung desselben feststellbar ist, was man aus den Muttergesteinen erschließen kann, ob der vorhandene Boden für die Pflanzen nährstoffreich oder

arm ist, wie es Grebe gemacht hat. Nach ihm liefern die Muttergesteine folgende Böden:

1. Sehr kräftige Böden bilden:

Die basischen Eruptivgesteine: Basalt, Diabas Melaphyr und ihre Tuffe.

Porphyrte und Porphyrtuffe.

Kalkgesteine mit reichlichem Tongehalt.

Leicht zersehbare Tonschiefer.

Aue und Marschböden.

2. Kräftige Böden bilden:

Die leicht verwitternden Arten von Granit, Gneiß, Syenit.

An Bindemittel reiche, nicht quarzitische Sandsteine (einzelne Grauwacken, Lias- und Keupersande, Buntsandstein).

3. Mäßig kräftige Böden bilden:

Mittelschwer verwitternde Granite und Gneise, Magnesiaglimmerschiefer.

Bindemittelärmere, nicht quarzitische Sandsteine (die meisten Sandsteine und Grauwacken).

Schwer verwitternde Tonschiefer.

4. Schwache Böden bilden:

Sämtliche schwer verwitternde Silikatgesteine: Felsitporphyr, Abarten von Gneiß, Granit.

Kaliglimmerschiefer.

Sandsteine mit quarzitischem Bindemittel.

Sande: Diluvialsand.

Viele Konglomerate: Rotliegendes, Grauwacken.

5. Magere (arme) Böden bilden:

Sehr schwer verwitternde Gesteine, wie manche Quarzporphyre, Grauwacken, Rotliegendes.

Bindemittelarme oder stark quarzitishe Sandsteine:

Manche Grauwacken, Quadersandsteine, Quarzit.

Heide und Flugsande, Dünenfande, tertiäre Sande.

Geschiebe- und Geröllablagerungen.

Kaliarme Tongesteine: Zähle Tone und Letten.

(Zitiert nach Ramann.)

Wie wenig die Chemie in der Bodenkunde Nutzen bringen kann, zeigt die folgende Beschreibung von Schneidewind:

„Durch die chemische Analyse können wir leicht feststellen, wieviel Nährstoffe ein Boden enthält und wie weit diese in verschiedenen chemischen Lösungsmitteln löslich sind, nicht aber wieviel die Pflanzen von ihnen in einer Vegetationszeit aufzunehmen vermögen. Die Lösung der Nährstoffe erfolgt im Boden vorzugsweise durch Kohlensäure und durch organische Säuren, welche die Wurzeln ausscheiden. Das Lösungsvermögen ist nun bei den verschiedenen Kulturpflanzen sehr verschieden, z. B. bei den Leguminosen ein sehr viel größeres als bei den Zerealien, so daß wir mit einer bestimmten schwachen Säure das verschiedene Lösungsvermögen der Pflanzen nicht nachahmen können. Dazu kommt, daß sich an der Aufschließung und Festlegung der Nährstoffe auch zahlreiche bakteriologische Vorgänge beteiligen und auch Luft- Wasser- und Wärmeverhältnisse, Absorptionsercheinungen usw. hier-

bei eine große Rolle spielen, also solche Faktoren, welche wir im Laboratorium nicht nachahmen können“.

In einer anderer Stelle schreibt er über Stickstoff folgendes:

„Hier gibt uns die chemische Analyse absolut keinen Aufschluß über den Stickstoffmangel im Boden, weder die Gesamtstickstoffbestimmung noch die Ammoniak- und Salpeterbestimmung. Es kommt ganz und gar darauf an, wieviel Bodenstickstoff vor der Vegetationszeit und während der Vegetationszeit in Ammoniak und Salpeter übergeführt wird. Die Ammoniak- und Salpeterbildung sind bakteriologische Prozesse, welche wir in der Weise wie sie in der Natur verlaufen, im Laboratorium nicht nachahmen können. Auch verlaufen diese Prozesse in den verschiedenen Bodenarten ganz verschieden und werden in starkem Maße beeinflusst durch die verschiedenen Wasser-, Luft- und Wärmeverhältnisse. Wie verschieden diese Umsetzungen in verschiedenen Böden erfolgen, zeigt folgender vom Schneidewind mit Hafer ausgeführter Vegetationsversuch:

	Stickstoff ‰	je Gefäß g	Stickstoff	Aufgenommener Stickstoff g	‰
Lehmboden	0,165	9,900	0,087	0,88	
Sandboden	0,075	5,625	0,223	3,96	

Wir sehen also, daß von dem Sandbodenstickstoff erheblich mehr umgesetzt wurde, als von dem Lehmbodenstickstoff (prozentisch 4 mal soviel).

Aus diesen ganzen Betrachtungen sehen wir, daß wir durch die chemische Analyse gar keinen Aufschluß über den Stickstoffmangel in Böden erhalten“ (Schneidewind).

Meines Erachtens sind in die Bodenkunde viele unnütze Untersuchungen der Bodeneigenschaften aufgenommen und damit der Bodenkunde in der Landwirtschaftslehre viel zuviel Platz eingeräumt worden. Diese Untersuchungen fordern von den Landwirten und von den Studierenden sehr viel Zeit und bringen wenig Nutzen. Was nützt es, wenn ein Landwirt die Zusammensetzung seines Bodens ganz genau kennt und danach ausrechnet, daß er alljährlich so und so große Ernten bekommen muß, aber infolge der Witterungsverhältnisse solche doch niemals oder nur sehr selten erzielt. Daraus ist ersichtlich, daß die Witterung für die landwirtschaftlichen Erträge viel wichtiger ist als die Bodenkunde und daß sogar der ganze Anbau bestimmter Früchte und Getreidearten in bestimmten Gegenden vollständig von der Witterung abhängig ist. In größeren Wirtschaften, wo die Frühjahrssaat längere Zeit dauert, kann man oft beobachten, daß in einem Jahre die frühere Saat besser gedeiht als die spätere, aber in anderen Jahren der Ertrag gerade umgekehrt ist. Diese Beispiele zeigen, daß man für die landwirtschaftliche Praxis der Witterungskunde viel größere Bedeutung zumessen muß als der Bodenkunde. Leider wird die Witterungskunde aber an den meisten landwirtschaftlichen Hochschulen gar nicht gelehrt und an manchen, wo sie gelehrt wird, sehr mangelhaft. Jedes Volk hat

eine Menge witterungskundliche Beobachtungen. Die alten Landwirte richten ihre Arbeiten möglichst nach diesen Beobachtungen ein und gewinnen auch dadurch oft mehr als die jungen Leute, welche sie nicht beachten. Es ist sehr wünschenswert, daß die Gelehrten, statt einer unnützen Ausdehnung der Bodenkunde, diese Beobachtungen sammeln und, den Aberglauben beiseite lassend, mit Hilfe der neueren meteorologischen Beobachtungen auf eine wissenschaftliche Grundlage stellen würden.

Viel wichtiger als die Witterungskunde ist das Minimumgesetz in der landwirtschaftlichen Praxis. Godlewski hat nachgewiesen, daß das Optimum der Kohlenstoffaufnahme der Kulturpflanzen zwischen 5 und 10% schwankt und 1911 hat Fischer durch Versuche ermittelt, daß durch Kohlenzäurezufuhr in abgeschlossenen Glashäusern während der Zeit der Belichtung in der Tat die Ernte von Gartenfrüchten sich erheblich steigern läßt und 1919 hat Gerlach über erfolgreiche Versuche mit Kohlen säure düngung berichtet (Krische). Der Kohlen säuregehalt der Luft ist aber nur 0,03%. Danach ist der CO_2 , der Hauptnährstoff der Pflanzen, in der Luft im Vergleich mit der Zusammensetzung der Pflanzenkörper nur minimal vorhanden und deshalb muß in Zukunft, um die landwirtschaftlichen Erträge erhöhen und die fortwährend wachsenden Menschenmenge genügend ernähren zu können, alle Kunst und Wissenschaft der Landwirtschaft dazu verwendet werden, den Pflanzen CO_2 im Optimum zur Verfügung zu stellen.

Est.

A-12991

22676