

## Die Aufgaben der Bodenkunde.

Von Prof. Dr. **Wilhelm Graf zu Leiningen-Westerburg.**

(Gekürzte Wiedergabe eines Vortrages,<sup>1)</sup> gehalten in der Fachsitzung der k. k. Geographischen Gesellschaft am 4. Juni 1917.)

Die Bodenkunde hat sich als Ziel gesteckt, den Boden nach seiner Entstehung und seinen Eigenschaften zu erforschen, entweder ganz im allgemeinen oder mit Rücksicht auf besondere Zwecke, z. B. für die Bedürfnisse der Land- und Forstwirtschaft.

Die Bodenkunde als beschreibende Wissenschaft begnügt sich mit ersterem; sie gelangt schließlich aus den Ergebnissen der Untersuchung dazu, die Bodenarten nach bestimmten Gesichtspunkten zu ordnen, einzuteilen, so z. B. nach Maßgabe der Einwirkungen, die das Klima auf den Boden ausübt. Der russische Forscher *Dokutschajeff* nahm als erster das Klima zur Grundlage für eine Bodenklassifikation und die neuere Zeit ließ mehr und mehr die Erkenntnis reifen, daß der Boden eine Funktion des Klimas sei. Nach dem Grade der Verwitterung und Auslaugung unter hoher oder niederer Temperatur, unter größeren oder geringeren Niederschlagsmengen entstehen ausgeprägte Bodentypen, welche man in bestimmten Verbreitungsgebieten, in Bodenzonen angeordnet findet; letztere ziehen sich zwar durch ganze Erdteile hindurch, schließen aber natürlich örtlich bestimmte Abweichungen nicht aus. Ganz besonders ausgeprägtes Klima läßt aus allen Arten von Gesteinen sehr ähnliche, ja mitunter ganz die gleichen Bodenarten entstehen. So kommt es, daß überall, wo viel Humus gebildet wird und hohe Niederschläge herniedergehen, Bleicherdebildungen auftreten, ob die Böden nun aus Eruptiven, kristallinen Schiefern oder Sedimenten entstanden sind; Humus (als ungesättigtes Kolloid) ermöglicht nämlich in jedem Falle die Auswaschung

<sup>1)</sup> Bei der für einen Vortrag zur Verfügung stehenden Zeit war es leider nur möglich, einige Ausblicke auf das große Gesamtgebiet der Bodenkunde (Pedologie) darzubieten.

des Eisens und damit die Ausbleichung des Bodens. Wo hingegen unter Ausschluß von Humus hohe Niederschlagsmengen in warmen Gebieten niedergehen, bleibt das Eisen im Boden erhalten und es bildet sich Roterde und Laterit. Die Folge einer Auswaschung durch starke warme Niederschläge ist die zunehmende Verarmung des Bodens an Kieselsäure und Alkalien, die Folge langer und heißer Trockenzeiten (zwischen den Regenzeiten) eine Eisenanreicherung, damit Rotfärbung des Bodens, Roterdebildung bis Laterisierung, gleichviel, um welches Gestein es sich handelt. Die Temperatur steigert bekanntlich jede chemische Reaktion, also auch Verwitterungsvorgänge, z. B. die Hydrolyse, welche bei der Laterisierung endlich zur völligen Spaltung der Alkalitonerdesilikate führt, so daß die Kieselsäure und die Alkalien löslich werden, wogegen Tonerde und Eisen als Gele zurückbleiben. Dabei sind unter dem Einfluß des Klimas der feuchten Tropen, durch Wärme und gleichzeitig durch Feuchtigkeit, die Gesteine oft bis in große Tiefe hinunter gründlich verwittert. In unserem feuchten, aber weniger warmen Klima geht die Verwitterung nicht so weit, dennoch ergeben sich gewisse Regeln: Die Böden des nördlichen Voralpenlandes sind z. B. unter dem Einfluß von etwa 1200—1500 mm Niederschlag stark an Kalk- und Phosphorsäure verarmt, die Endmoränen des norddeutschen Flachlandes, unter geringeren Niederschlagsmengen stehend, sind wenigstens oberflächlich entkalkt, ihr Diluvialmergel in Lehm verwandelt; Löß unterliegt demselben Schicksal, es entstehen bräunliche „Laimen“; graue Verwitterungsrinden im Löß deuten auf Waldbedeckung, rötliche Laimen auf mediterranes Klima während ihrer Ausbildung hin; letzteres gilt auch für braunrote Verwitterungskrusten auf Schottern und Moränen, deren Entstehungszeit in das Rib-Würm-Interglazial zu verlegen wäre („Ferrettisierung“ nach P e n c k und B r ü c k n e r). Im ariden Gebiete (bisher sprachen wir über humide Zonen) und während der Trockenzeiten reichen die Niederschlagsmengen nur ausnahmsweise zur Ausbildung von Sickerwässern; da steigen Lösungen im Boden auf; sie werden infolge starker Austrocknung der Bodenoberfläche emporgezogen, Salze (Soda, Gips usw.) kristallisieren aus, rote Eisenlösungen rufen die kräftige Färbung des Bodens hervor (Roterde) oder es entstehen ganze Brauneisenpanzer nahe der Oberfläche, z. B. im Laterit; Schutzkrusten um poröse Gesteine,

wie man sie in der Wüste findet, sind hier ebenfalls zu erwähnen. Jedenfalls sind typisch aride Böden im allgemeinen viel weniger ausgewaschen und erschöpft als humide Böden, wie das der bekannte deutsch-amerikanische Bodenforscher Hilgard an den Ergebnissen von je 600—700 Bodenanalysen beider Klimagebiete zeigte. Aus einer auf chemischen Grundsätzen vorgenommenen Einteilung in klimatische Bodenzonen kann also bis zu einem gewissen Grade auch auf die Fruchtbarkeit geschlossen werden. Die tropischen Roterden, unter mäßiger Auswaschung stehend, sind fruchtbar, stärker ausgelaugter Laterit, besonders solcher, in dem auch noch das Eisen fortgeführt wurde und nur mehr Tonerde übrigblieb („weißer Laterit“), ist weit weniger produktiv. Die herrschende Bodenart in den Tropen ist nun tatsächlich die wertvollere Roterde, nicht etwa der Laterit. Reichere Tropenböden werden gegenüber den Böden unserer Breiten im Wettbewerbe jedenfalls im Vorteile sein.

Aus der Beschäftigung mit den Bodenzonen ziehen sich manche Fäden hinüber zur Bodenkunde als historische Wissenschaft. Trifft man in alten, fossilen, mitunter „begrabenen“ Böden gewisse Verwitterungserscheinungen, deren Voraussetzungen wir aus den heutigen Klimazonen schon kennen, so kann man — ähnlich wie man das in der historischen Geologie tut — Schlüsse auf die geologische Vorzeit ziehen. Der Vortragende erläutert das an einem von H. L. F. Meyer (Gießen) entworfenen Profil aus dem Vogelsberg, welches an verschiedenen fossilen Böden den Abfall der Temperatur gegen das Ende des Tertiärs hin darlegen soll. Das Alter eines Bodens kann in besonderen Fällen (z. B. bei Marschen Frieslands) annähernd auf Grund von Analysen geschätzt werden, wenn man weiß, inwieweit das Nährstoffkapital innerhalb einer bestimmten Zeitspanne zurückgeht.

Mehr oder weniger historischer Natur sind auch Studien über die Herkunft der bodenbildenden Bestandteile. Mit Hilfe der Schlämmanalyse findet man im Boden häufig Mineralsplitter, die gar nichts mit dem anstehenden Gestein zu tun haben; da kommt vulkanischer Staub durch Verwehung oft von weither. Auf uralten Flußverebnungsflächen im Gebiete der Kalkalpen wurde vor den großen Veränderungen, wie sie gegen Ende des Tertiärs in den Alpen vor sich gingen, aus der Zone der kristallinen Schiefer Verwitterungsmaterial bis in die nörd-

lichsten und südlichsten Ausläufer der Kalkalpen durch Verschwemmung hinuntergetragen.

Der Vortragende wies bei dieser Gelegenheit die entsprechenden, nach dem Verfahren von Atterberg gewonnenen Schlämmrückstände vor.

Die schon erwähnte äolische Sedimentation dauert vor allem in Gebieten mit Kontinentalklima (z. B. Ungarn) heute noch an und kann bis zu einer völligen Verwischung des Bodencharakters — soweit dieser auf die Verwitterung des Muttergesteins allein zurückzuführen wäre — führen. Auch stickstoffhaltige organische Substanz und Kleinlebewesen, deren Gegenwart im Boden von Bedeutung ist (z. B. die Knöllchenbakterien der Leguminosen), werden durch den Wind überall hingetragen.

In der Umgegend des Plattensees wird nach Loczys zuverlässigen Beobachtungen heute noch jährlich eine 0.75 cm mächtige Lössschicht abgesetzt. Von den ungarischen Pedologen ist P. Treitz durch die Untersuchung des Staubes von Schneeproben aus verschiedenen Gegenden dieser Frage nähergetreten. Früher hatte man schon festgestellt, daß im Humus der Kalkalpen sowie im Torfe der alpinen und voralpinen Moore massenhaft Mineralsplitter enthalten sind, welche durch den Föhn hingetragen wurden. Die Bodenbildung durch die Verwitterung des anstehenden Gesteins allein geht in der Regel (wenn es sich nicht gerade z. B. um die Einwirkung des Spaltenfrostes auf dünnblättrige Gesteine handelt) sehr langsam vor sich; im Laufe eines Jahres dürfte sich nach annähernden Berechnungen durch Verwitterung aus Kalkstein kaum mehr als eine 0.5 cm betragende Bodenschicht ergeben, so daß die „Verstaubung“ tatsächlich sehr an Bedeutung gewinnt. Wo Schlamm und Sand durch Wasser (Hochwasser) und Muhren hingeschafft wird, findet rasch wieder eine Erneuerung verbrauchter Pflanzennährstoffe statt; ähnliches gilt von vulkanischen Aschenregen, welche bekanntlich eine erhöhte Fruchtbarkeit der betroffenen Gegenden im Gefolge haben. Mit Rücksicht auf die langen Zeiträume, welche aber für gewöhnlich notwendig sind, um ansehnliche Mengen von Böden entstehen zu lassen, muß man annehmen, daß sehr viele Böden alt sind. Manche Roterden, in denen die Reste einer Pikermifauna aufgefunden wurden, stammen mindestens schon aus dem jüngeren Tertiär; solche sind im Gebiete des Deutschen und Schweizer Jura mit Annäherung

an die Gegenwart in braune Bohnerztone umgewandelt worden (degeneriert) und als alte Böden weitgehendst entkalkt; ähnliches gilt auch für Tertiär- und Diluvialsande Böhmens, Nordbayerns und der norddeutschen Tiefebene (Heidesande), und es dürfte kaum eine Übertreibung sein, wenn man annimmt, daß geradezu die meisten unserer Böden schon ein recht hohes Alter aufweisen. Manche Böden sind dann im Laufe geologischer Zeiten wiederum zu Gestein geworden, entweder durch eine nachträgliche Verkittung, oder sie haben durch Dislokationen eine gewisse Verbandsfestigkeit erlangt, sind z. B. zu Schiefertonen verfestigt worden.

Aus der scheinbar rein wissenschaftlichen Problemen nachgehenden Bodenkunde lassen sich manche Schlüsse für die Praxis ziehen; doch ist man mit einzelnen zufällig sich ergebenden Leitpunkten für die Land- und Forstwirtschaft nicht zufrieden gewesen, sondern man hat mehr und mehr die praktische Bodenkunde ausgebaut, welche die Gesetzmäßigkeiten untersucht, die im Boden hinsichtlich der Pflanzenernährung herrschen und so mittelbar auch die Ernährung der Menschen und Tiere sowie die Erzeugung mancher Rohstoffe betreffen.

Die praktische Bodenkunde beschäftigt sich also mit dem Boden als Standort der Pflanzen (Standortslehre) und erforscht den Boden auf physikalischem und chemischem Wege.

Sie stellt unter anderem mit Hilfe des Bodenbohrers oder in Probegruben das Bodenprofil fest. Durch die nach der Tiefe hin fortschreitenden Verwitterungsvorgänge entstehen die „Bodenhorizonte“. Der A-Horizont ist der Oberboden, dem vorzugsweise die Auswaschung ihren Stempel aufprägt, der vielfach die Reste von Pflanzen und Tieren, bzw. deren Abfallstoffe, den „Humus“ beigemischt enthält; die Bodenfauna (Regenwürmer, Käferlarven, kleine Säugetiere usw.) gestaltet ihn mannigfaltig um; in ihm leben auch die Bodenbakterien, in der „Rhizosphäre“ wurzelt die höhere und niedere Bodenflora. In feuchterem und kühlerem Klima (Hochlagen, in den kälteren gemäßigten Zonen) tritt nun eine langsamere Verwesung der Pflanzenreste ein, es kommt zur Auflagerung von oft recht ansehnlichen Humusdecken: Moder, Rohhumus und Trockentorf. Diese wirken insoferne ungünstig auf den Mineralboden ein, als durch sauer reagierende Humuskolloide die Auswaschung wich-

tiger Pflanzennährstoffe verstärkt wird; auch Eisen und Tonerde wandern mit Hilfe der genannten Schutzkolloide in die Tiefe und der Boden nimmt in solchen Fällen eine bleiche Farbe an („Bleicherde“). Hingegen herrscht mit Annäherung an die niederen Breiten unter dem Einflusse höherer Temperatur gewöhnlich eine rasche Verwesung der pflanzlichen Reste vor; die Böden, denen kaum Humus beigemischt ist, zeigen lebhaft gelbe bis rote Farbe. Wo aber hohe Temperatur und bedeutende Niederschlagsmengen zusammenfallen, finden wir ein äußerst üppiges Pflanzenwachstum, die Reste der Flora können nicht schnell genug verwesen, weshalb es in den feuchten Tropen zu Humusauflagerungen auf dem Mineralboden kommen kann. Auf Sumatra hat man Tropenmoore, auf Java (2000—5000 mm Niederschlag!) reine, mehrere Meter mächtige Humusschichten aufgefunden (Rich. Lang).

Als B-Horizont bezeichnet man den Unterboden, die Verwitterungsschicht; hier werden die Mineralstoffe großenteils erst freigemacht. Diese rufen dann unter Umständen mit den aus dem Oberboden heruntersickernden Lösungen Umsetzungen, Ausfällungen hervor, es kommt zu Verkittungen: So werden z. B. in der „Ortsteinschicht“ (braunrot bis schwarz von Farbe) die Mineralsplitter durch ausfallende Humussubstanz zusammengebacken, es entsteht ein Humussandstein (Böhmen, norddeutsche Heide usw.).

Der C-Horizont, Untergrund ist roher, fast unangegriffener Mineralboden, in dem noch kaum Pflanzennährstoffe aufgeschlossen sind.

Was die physikalischen Untersuchungsverfahren betrifft, stellt man vor allem auch die Bodenteilchen ihrer Größe nach zahlenmäßig fest, man schlämmt und siebt den Boden und ersieht hieraus, wie Kolloide, tonige, feinsandige und gröbere Teile der Menge nach im Boden verteilt sind. Das Resultat dieser „mechanischen“ Analyse gibt uns wertvolle Hinweise betreffend die Verbesserung einseitig zusammengesetzter, zu schwerer oder zu leichter Böden.

Die Schlämmanalyse kann noch ergänzt werden durch die mikroskopische Analyse der Mineralteilchen, wobei es sich zeigt, woraus diese bestehen (Kalk, Quarz, Glimmer usw.). Von Bedeutung für die Praxis ist auch die Feststellung des Adsorptionsvermögens einer Bodenart, seiner Fähigkeit, wertvolle Pflanzen-

nährstoffe festzuhalten; der Vortragende erläutert diesen Vorgang durch einen ohne weiteres mit dem Auge zu verfolgenden Versuch, er gibt anstatt einer (farblosen) Nährstofflösung stark färbendes Methylenblau zu aufgeschwemmtem Tonboden; der Farbstoff wird dabei vom Boden niedergeschlagen, dieser färbt sich blau, die darüber stehende Flüssigkeit wird vollständig entfärbt. In analoger Weise würde sich z. B. die Adsorption von Kali vollziehen, allerdings für das Auge nicht wahrnehmbar, da es sich hierbei um eine farblose Lösung handelt.

Der Vortragende führte noch eine Anzahl Verfahren zur Untersuchung von physikalischen Bodeneigenschaften vor, ging hierauf kurz auf die chemische Bodenanalyse ein und besprach dann zum Schlusse noch die Bestrebungen auf dem Gebiete der *Bodenkartierung*. Man ist bekanntlich, ermuntert durch die Wünsche der praktischen Land- und Forstwirte, dazu übergegangen, die Ergebnisse der gesamten planmäßigen Bodenuntersuchung kartographisch darzustellen und hat den Bodenkarten noch eingehende Erläuterungen beigegeben. Derartige Karten (über welche der Vortragende an anderer Stelle<sup>1)</sup> ausführlich berichtet hat) wären gerade auch bei uns in Österreich sehr zu begrüßen. Sie müssen jedoch den Wünschen der Praktiker weitgehendst entgegenkommen, wenn sie voll und ganz ausgenutzt werden sollen; dann wäre auch zu hoffen, daß die heimische Bodenproduktion die notwendige und erwünschte Hebung erfahren würde. Nach mannigfachen fehlgeschlagenen Versuchen, die zunächst beteiligten Behörden und Vereinigungen für dieses große Werk zu gewinnen, hat sich die kaum vor Jahresfrist neugegründete, rührige Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft für Österreich der Sache warm angenommen, und so wird es der k. k. Hochschule für Bodenkultur in absehbarer Zeit ermöglicht werden, die Bodenkartierung vorläufig probe-weise einzuleiten.

<sup>1)</sup> Petermanns Mitteilungen, 62. Jahrg., Februarheft.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [60](#)

Autor(en)/Author(s): Leiningen-Westerburg Wilhelm Graf zu

Artikel/Article: [Die Aufgaben der Bodenkunde. 391-397](#)