

DIEDRICH SCHROEDER

DIE BODENKUNDE  
ALS REINE UND ANGEWANDTE  
NATURWISSENSCHAFT



VERÖFFENTLICHUNGEN DER  
SCHLESWIG-HOLSTEINISCHEN UNIVERSITÄTSGESELLSCHAFT  
NEUE FOLGE — Nr. 31

DIEDRICH SCHROEDER

DIE BODENKUNDE  
ALS REINE UND ANGEWANDTE  
NATURWISSENSCHAFT



FERDINAND HIRT IN KIEL

1962

REDE  
ANLÄSSLICH DER FEIERLICHEN ERÖFFNUNG  
DES REKTORATSJAHRES 1962/63  
AM 14. MAI 1962

COPYRIGHT 1962 BY FERDINAND HIRT IN KIEL

PRINTED IN GERMANY

DRUCK UND BUCHBINDERARBEIT: SCHMIDT & KLAUNIG, KIEL

Vor 100 Jahren — 1862 — veröffentlichte FRIEDRICH ALBERT FALLOU in Dresden ein Buch mit dem Titel „*Pedologie oder allgemeine und angewandte Bodenkunde*“. Der Verfasser dieser Schrift, in der zum ersten Male versucht wurde, die Bodenkunde als selbständige naturwissenschaftliche Disziplin zu begründen, war weder Land- oder Forstwirt, Geologe oder Geograph, Botaniker oder Agrikulturchemiker wie alle jene Autoren, die vor FALLOU über den Boden geschrieben hatten, sondern Jurist\*). Als Advokat und Steuerrevisor war er bei seiner Amtstätigkeit auf die unterschiedlichen Eigenschaften und Merkmale der Böden seiner sächsischen Heimat gestoßen und hatte dabei intuitiv die Eigenständigkeit des Bodens als eines besonderen Naturkörpers erkannt, der es wert sei, in einem speziellen, selbständigen Zweig der Naturwissenschaften, der Bodenkunde, bearbeitet und erforscht zu werden.

Von seinem 57. Lebensjahre ab beschäftigte sich FALLOU 25 Jahre lang bis zu seinem Tode ausschließlich mit Arbeiten über den Boden, dem er mit einer fast schwärmerischen Liebe anhing. „Es gibt ja“ — so schrieb er im Prospekt zu seinem Buch über den Boden — „in der ganzen Natur keinen wichtigeren, keinen der Betrachtung würdigeren Gegenstand! Es ist ja der Boden, welcher die Erde zu einem freundlichen Wohnsitz der Menschen macht; er allein ist es, welcher das zahllose Heer der Wesen erzeugt und ernährt, auf welchem die ganze belebte Schöpfung und unsere eigene Existenz letztlich beruhen.“

Aber der Versuch, die „arme, verkannte Bodenkunde zu einer selbständigen Wissenschaft zu erheben“, mißlang. Zwar stand dem Außen-seiter FALLOU das Ziel klarer vor Augen als seinen fachlich besser vorgebildeten Zeitgenossen, aber bei seinen begrenzten Möglichkeiten — er kannte z. B. nur die Böden des relativ einheitlichen Klimaraumes Sachsens, so daß er die Auswirkungen unterschiedlichen Klimas auf die

\*) Herrn Prof. Dr. Ehwald, Eberswalde, danke ich für die mir zur Verfügung gestellten biographischen Angaben

Bodenbildung nicht erkennen konnte — gelang es auch ihm nicht, sich von einer einseitigen geologisch-petrographischen Betrachtungsweise der Böden zu lösen; auch für FALLOU bildeten die Böden nur eine besondere „Gebirgsart für sich“; seine „Pedologie“ war somit keine Bodenkunde, sondern nur eine Lehre von den Eigenschaften und der Entstehung der Lockergesteine an der Erdoberfläche.

Trotzdem kommt FALLOU das Verdienst zu, als erster die Forderung aufgestellt zu haben, den Boden als selbständiges Forschungsobjekt zu betrachten. „Für den Landwirt ist der Boden bloß Mittel zum Zweck“, schreibt er, „das Kapital, von welchem er seine Rente bezieht; für den Naturforscher dagegen ist er der Zweck selbst; er will ihn kennenlernen, nicht um ihn zu verwerten, sondern bloß um ihn kennenzulernen und um zu erfahren, was er eigentlich sei und wie er sich zu den übrigen Naturwesen und Naturkräften verhält.“ Mit dieser vor 100 Jahren aufgestellten Forderung ist FALLOU wenn auch nicht der Begründer, so doch der Wegbereiter einer reinen, naturwissenschaftlichen Bodenkunde geworden.

Vor FALLOU und noch mehrere Jahrzehnte nach ihm war der Boden kein selbständiger Forschungsgegenstand, sondern — je nach der Blickrichtung des Bearbeiters — für den Geologen und Geographen die oberste Verwitterungsschicht der Erdrinde, für den Petrographen und Mineralogen ein Haufwerk von Lockergesteinen und Mineralen, für den Biologen der Standort und Lebensraum, auf dem und in dem Pflanzen und Tiere leben, für den Agrikulturchemiker eine Mischung verschiedenster chemischer Verbindungen und eine Vorratskammer für Pflanzennährstoffe und für den Landwirt schließlich die fruchtbare Ackerkrume, die im Wechsel von Saat und Ernte pflanzliche Erträge hervorbringt. Bevor diese verschiedenen Disziplinen begonnen hatten, den Boden jeweils aus ihrer Sicht wissenschaftlich zu untersuchen, war der Boden zwar jahrtausendlang als ein einheitliches Ganzes betrachtet worden — lange Zeit sogar in seiner Bedeutung als Erde neben Feuer, Wasser und Luft als eines der vier Grundelemente —, aber die Kenntnisse über den Boden beruhten nur auf reinem Erfahrungswissen, gewonnen bei seiner Nutzung als Acker-, Grünland- und Waldboden, der dem Menschen Nahrungs- und Bekleidungsstoffe, Bau- und Brennmaterial lieferte, und betrachtet in seiner Eigenschaft als „Grund und Boden“, auf dem der Mensch lebte und „seine Hütten baute“.

Die eigentliche Frage jedoch nach dem Boden selbst, diesem eigentümlichen Grenzphänomen der obersten Erdschicht, wurde erst von FALLOU gestellt und 20 Jahre später erstmalig von einem russischen Chemiker und Geologen, WASSILI WASSILJEWITSCH DOKUTSCHAJEW, beantwortet. In seinen Arbeiten über die russische Schwarzerde beschrieb dieser ehemalige Besucher eines Priesterseminars und spätere Schüler MENDELEJEWS den Boden als einen autonomen Naturkörper mit nur ihm eigener morphologischer Organisation und speziellen Eigenschaften, die nicht nur von der Art des Muttergesteins abhängen, sondern aus einer bestimmten Konstellation *aller* Faktoren der Bodenbildung, nämlich Ausgangsgestein, Klima, Vegetation, Relief und Alter des Landes resultieren.

Mit dieser Erkenntnis wurde DOKUTSCHAJEW zum eigentlichen *Begründer* der modernen wissenschaftlichen Bodenkunde. Neben ihm stehen der Amerikaner HILGARD und der Deutsche RAMANN, die kurz nach ihm und zum Teil unabhängig von ihm zu ähnlichen Erkenntnissen gelangten.

Es dauerte aber noch Jahrzehnte, bis sich die Bodenkunde von der Geologie und der Agrikulturchemie, diesen beiden wichtigsten Disziplinen, die sich wissenschaftlich mit dem Boden beschäftigten, emanzipieren konnte. Und noch heute ist diese enge Bindung — zumindest in Deutschland — in der Bezeichnung der Lehrstühle und Institute sowie in der wissenschaftlichen Herkunft der Lehrstuhlinhaber zu erkennen.

Nach diesem einführenden geschichtlichen Überblick möchte ich mich jetzt der Frage zuwenden, inwieweit es wirklich begründet ist, mit FALLOU und DOKUTSCHAJEW vom Boden als einem selbständigen Naturkörper zu sprechen und ihn damit in eine Reihe mit den Gesteinen und Mineralen, den Pflanzen und Tieren zu stellen, der Frage also, ob vom Forschungsgegenstand her die Existenz einer selbständigen wissenschaftlichen Disziplin gerechtfertigt ist.

Die Beantwortung dieser Frage erfordert die Bestimmung des Begriffes „Boden“, die insofern schwierig erscheint, als keine natürlich begrenzten Bodeneinheiten, keine Bodenindividuen existieren, wie es bei der Pflanze, dem Tier, dem Mineral gegeben ist. Es bietet sich

daher an, zunächst den Raum zu bestimmen, in dem die Böden auftreten, und davon ableitend den Boden selbst zu definieren.

Dieser Raum ist der Grenzbereich an der Erdoberfläche, in dem der Gesteinsmantel der Erde — die *Lithosphäre* —, der Bereich des Wassers — die *Hydrosphäre* — und die Lufthülle der Erde — die *Atmosphäre* — aufeinanderstoßen, sich überschneiden und durchdringen und von der *Biosphäre*, dem Bereich des Lebens, überlagert werden. Die schmale Grenzzone von wenigen Zentimetern bis zu mehreren Metern Mächtigkeit, in der sich diese vier Sphären begegnen, ist der Bereich des Bodens, die *Pedosphäre* (abgeleitet von dem griechischen Wort *pedon* für Boden, Erde).

In dieser Pedosphäre werden die Gesteine der Lithosphäre unter dem Einfluß der Agentien von Atmosphäre und Hydrosphäre sowie durch den Einfluß der Organismen und organischen Substanzen der Biosphäre umgewandelt, so daß ein Gemisch von festen — anorganischen und organischen —, flüssigen und gasförmigen Bestandteilen entsteht. Dieses Umwandlungsprodukt der Gesteine, durchsetzt mit abgestorbener organischer Substanz, lebenden Organismen, Wasser und Luft, das in der Lage ist, höheren Pflanzen als Standort zu dienen, wird bereits allgemein als *Boden* bezeichnet.

Aber diese Kriterien erlauben es noch nicht, den Boden als autonomen Naturkörper anzusprechen. Entscheidend ist, daß es sich nicht um einen statischen, ungeordneten Körper, sondern um ein dynamisches System handelt, das im Laufe der Zeit eine gesetzmäßige Entwicklung durchmacht, die von dem Zusammenspiel der bereits genannten Faktoren der Bodenbildung: Gestein, Klima, Vegetation und Relief, zu denen bei den Kulturböden noch die menschliche Tätigkeit hinzukommt, bestimmt wird. Der jeweilige Grad der Bodenentwicklung als Resultat dieses Zusammenspieles spiegelt sich dabei im morphologischen Aufbau des Bodens, in der Ausbildung und Anordnung horizontaler Lagen, der Bodenhorizonte, wider, die im Bodenprofil, einem senkrechten Schnitt durch den Boden, zu erkennen sind.

Der Boden unterscheidet sich also in charakteristischer Weise durch eine nur ihm eigentümliche Differenzierung und Organisation von seinen Ausgangssubstanzen, den anorganischen Gesteinen, und den als Pflanzenrückständen anfallenden organischen Substanzen. Seine Grenzstellung bringt es allerdings mit sich, daß in Grenzbereichen

nicht scharf zwischen Boden und Gestein sowie zwischen Boden und organischer Substanz unterschieden werden kann. So herrscht in den Anfangsstadien der Bodenbildung, bei den Rohböden im Gebirge z. B. mit ihrer Pioniervegetation von Flechten, Moosen und Polsterpflanzen, bei der frisch aufgeweichten Düne mit dem ersten Anflug von Strandhafer oder im Watt mit seiner spärlichen Quellervegetation der Gesteinscharakter stark vor, während auf der anderen Seite bei den organischen Böden des Hoch- und Niedermoors die organische Substanz dominiert.

Ebenso wie sich in der festen Phase die organische und anorganische Komponente weitgehend ersetzen können, ist ein gegenseitiger Ersatz zwischen der flüssigen und gasförmigen Phase mit entsprechenden Grenzbildungen möglich. Das eine Extrem ist der trockene Wüstenboden, das andere der Unterwasserboden auf dem Grunde von Teichen und flachen Seen. Bei diesen Grenzbildungen mit kontinuierlichen Übergängen müssen — falls überhaupt eine Trennung notwendig erscheint — willkürlich und konventionell Grenzen gezogen werden.

Wenn somit der Boden ganz allgemein als Bestandteil der Pedosphäre angesprochen worden ist, so fehlt noch die Abgrenzung eines ganz bestimmten Bodens, einer kleinsten Bodeneinheit, die beschrieben, untersucht, benannt und in Beziehung zu anderen Böden gesetzt werden kann. Offensichtlich kann diese Bodeneinheit nicht eine beliebige Spaten- oder Stechzylinderprobe oder eine willkürlich entnommene Bodenscholle sein, sondern sie muß in der Vertikalen das ganze Bodenprofil bis zum unveränderten Ausgangsgestein und in der Horizontalen die natürliche Variabilität der Bodenhorizonte erfassen. Je nachdem, ob die Bodenhorizonte gleichförmig, intermittierend oder zyklisch ausgebildet sind, wird die untere Grenze der seitlichen Ausdehnung bei einem, die obere bei etwa 10 m<sup>2</sup> liegen, so daß die Ausbildung und die Beziehung der Bodenhorizonte zueinander erkennbar sind.

Ein derartiger dreidimensionaler Ausschnitt aus der Pedosphäre ist das kleinste Gebilde, das als „Boden“ bezeichnet werden kann. Es ist — mit allem Vorbehalt der Übertragbarkeit dieser Vorstellung — etwa vergleichbar mit der Elementarzelle der Kristalle in der Mineralogie, die auch die kleinstmögliche dreidimensionale Einheit ist, die alle dem Kristall als Ganzes zukommenden Eigenschaften und Anordnungen

enthält. Diese erst in den letzten Jahren entwickelte Vorstellung einer durch Begrenzung und Abstraktion geschaffenen kleinsten Bodeneinheit, die nach dem Vorschlag amerikanischer Bodenkundler mit dem griechischen Wort „Pedon“ bezeichnet wird, ist die sinnvolle Konsequenz aus dem Konzept FALLOUS und DOKUTSCHAJEWS vom Boden als selbständigem Naturkörper.

Mit den gegebenen Definitionen ist somit der Forschungsgegenstand der Bodenkunde — der Boden — im allgemeinen wie im besonderen festgelegt. Er gehört zwar als verschiedenen Sphären zugehöriger Körper auch in die Arbeitsgebiete der Geologie, Geographie, Petrographie und Mineralogie, der Botanik und Zoologie, der Chemie und Physik sowie anderer benachbarter Naturwissenschaften, aber alle diese Disziplinen können nur Teilaspekte des Bodens behandeln. Um den Boden in seiner Gesamtheit zu erforschen und die Teilergebnisse zusammenzufassen und ihnen ihren Platz im Gesamtsystem zuzuweisen, bedarf es einer besonderen naturwissenschaftlichen Disziplin, der Bodenkunde oder *Pedologie*. Dieser von FALLOU eingeführte Name *Pedologie* ist in Deutschland noch ungewöhnlich. Im französischen und angloamerikanischen Sprachgebrauch wird er dagegen allgemein anerkannt und ist dort im Sinne FALLOUS vor allem als Bezeichnung für die reine, nur auf den Boden selbst bezogene und keinem besonderen Nutzen zugewandte Bodenkunde gebräuchlich, die ihrerseits einen Teil der gesamten Wissenschaft vom Boden, der Soil Science oder Science du Sol bildet.

Auch in der deutschen Bodenkunde bahnt sich in jüngster Zeit eine Begrenzung der Bezeichnung *Pedologie* auf die reine Bodenkunde an. Dagegen ist der auch von FALLOU vorgeschlagene Name *Agrologie* für die angewandte landwirtschaftliche Bodenkunde in Deutschland nicht gebräuchlich und nur gelegentlich im amerikanischen Schrifttum zu finden. Wir vertreten hier in Kiel die Auffassung, daß es nicht notwendig sei, die allen naturwissenschaftlichen Disziplinen eigentümliche Kombination von reiner und angewandter Forschung auf unserem Fachgebiet durch besondere Namen für diese beiden Arbeitsrichtungen zu trennen. Das deutsche Wort Bodenkunde umfaßt unseres Erachtens genauso wie das Fremdwort *Pedologie* den gesamten Bereich der Wissenschaft vom Boden.

Wenden wir uns nun, nachdem der Forschungsgegenstand definiert und das Gesamtgebiet umrissen ist, den Zielen, Arbeitsrichtungen und Arbeitsverfahren der Bodenkunde zu. Das erste Ziel der bodenkundlichen Forschung muß naturgemäß der Gewinn möglichst vollständiger Kenntnisse und Informationen über den Forschungsgegenstand sein. Für diese Bestandsaufnahme oder *Bodeninventur* wird der Boden in seinen vielfältigen Ausprägungen beschrieben und analysiert, um seine Gestalt, seine Zusammensetzung und seine Eigenschaften zu ergründen. Bodentextur und Bodenstruktur, Mineralbestand und Humusformen, Chemismus und Hydratur, Horizonte und Horizontkombinationen sowie Ausgangsgestein, Relief, Vegetation und Tierwelt werden im Gelände in Profilgruben, die das gesamte Pedon erschließen, studiert und die Ergebnisse durch Analysen von Bodenproben im Laboratorium ergänzt. Liegt dabei der Schwerpunkt der bodenmorphologischen und -ökologischen Untersuchungen naturgemäß im Felde, so sind die Untersuchungen zur Bodenmineralogie, insbesondere zur Tonmineralogie, und zur Bodenchemie vorwiegend an das Laboratorium gebunden, während bodenphysikalische und bodenbiologische Untersuchungen als Gelände- und Laboratoriumsstudien betrieben werden können. Gelände- und Laboratoriumsarbeiten, die lange Zeit von den mehr geologisch bzw. mehr chemisch orientierten Bodenkundlern nebeneinander ohne gegenseitige Verbindung durchgeführt wurden, so daß man von einer besonderen Feldbodenkunde neben einer Laboratoriumsbodenkunde sprach, müssen sich zwangsläufig gegenseitig ergänzen, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten.

Die bei diesen Arbeiten angewandten Methoden sind überwiegend auf die besonderen Zwecke der Bodenkunde abgestellte Verfahren der entsprechenden Nachbardisziplinen. Es sind aber auch spezielle Arbeitsweisen entwickelt worden, wie die Methoden der Bodenmikromorphologie, die tiefe Einblicke in den inneren Aufbau des Bodens erschlossen hat.

Die so durchgeführte Bestandsaufnahme des Bodens ist die Grundlage für alle anderen Arbeitsrichtungen der Bodenkunde: die Boden-genetik, die Bodensystematik und die Bodengeographie.

In der *Bodengenetik* werden Entstehung und Entwicklung des Bodens aus seinen Ausgangssubstanzen bis zum derzeitigen Zustand erforscht.



Hierzu müssen die *Vorgänge* untersucht werden, durch die das Ausgangsmaterial zum Boden umgeformt und dessen Weiterentwicklung bedingt wird. Es wird versucht, gesetzmäßige Beziehungen zwischen den genannten Faktoren der Bodenbildung, die diese Prozesse steuern, und den resultierenden Bodeneigenschaften in den verschiedenen Entwicklungsstadien des Bodens abzuleiten.

Die Prozesse der Bodenbildung umfassen nicht nur die allgemein bekannten und lange Zeit ausschließlich bearbeiteten Vorgänge des Stoffabbaues, d. h. die Verwitterung der anorganischen und die Mineralisierung der organischen Stoffe, sondern damit verbunden sind Prozesse der Umwandlung und Neubildung: die Entstehung von Tonmineralen, von Oxyden und Hydroxyden im anorganischen, von Huminstoffen im organischen Bereich sowie die Bildung von Ton-Humus-Komplexen als charakteristischen bodeneigenen Neubildungen, die als organo-mineralische Verbindungen beiden Bereichen zugehören.

Wenn diese Vorgänge der Verwitterung und Mineralisierung als abbauende und der Tonmineralbildung und Humifizierung als aufbauende Prozesse vorwiegend bei der Entstehung des Bodens wirken, so bedingen vielfältige Verlagerungsprozesse vor allem die weitere Bodenentwicklung. Hierbei wirken neben der bekannten reliefabhängigen Oberflächenverlagerung, der Erosion und Akkumulation, vor allem die klimaabhängige Vertikalverlagerung von gelösten und dispergierten Stoffen mit dem Sickerwasser von oben nach unten und umgekehrt der Aufstieg von gelösten Stoffen mit dem Kapillar- und Evaporationswasser. Dazu kommen die seitliche Stoffverlagerung im Boden durch Diffusion, die ungerichtete Durchmischung des Bodens als Folge der Tätigkeit der Bodenorganismen, insbesondere der Bodenfauna, und der durch die Nährstoffaufnahme der Pflanzen bedingte Stofftransport aus tieferen Bodenzonen über den Bestandsabfall in den Oberboden.

Diese mannigfachen, sich überlagernden und gegenseitig beeinflussenden Vorgänge der Bodenentstehung und -entwicklung, die wir zusammengefaßt als *Prozesse der Bodenbildung* bezeichnen, können nur z. T. direkt beobachtet, sie müssen zumeist aus ihren Wirkungen erschlossen werden. Sie werden in Experimenten nachgeahmt, deren Ergebnisse wieder auf die natürlichen Verhältnisse übertragen werden. Da die durch diese Prozesse ausgelöste Bodenbildung nur selten in wenigen Jahren oder Jahrzehnten abläuft, meistens vielmehr Jahrhun-

derte und Jahrtausende benötigt, können Bodenentwicklungsreihen nicht als zeitliches Nacheinander erfaßt, sondern müssen aus dem räumlichen Nebeneinander von verschiedenen Entwicklungsstadien rekonstruiert werden.

Die *Arbeitsmethoden* der Bodengenetik sind also gegenüber den bei der Bestandsaufnahme angewandten beschreibenden und analysierenden Verfahren vorwiegend funktioneller und korrelativer Art; die Synthese steht dabei im Vordergrund. Es sind Verfahren, die auch in anderen Disziplinen, z. B. der Geologie, angewandt werden. Aber auch hier hat die Bodenkunde bei ihrem Bemühen, aus dem derzeitigen Entwicklungszustand eines Bodens auf die abgelaufenen Veränderungen im Bodenprofil zu schließen, ein für den Boden spezifisches Verfahren entwickelt, die Profilbilanzierung. Mit Hilfe verwitterungsstabiler Index-Mineralen oder chemischer Elemente wie Zirkon, die in derartigen Mineralen enthalten sind, können in jedem Horizont Gewinne und Verluste an bestimmten Bodenbestandteilen, die durch die erwähnten Prozesse entstanden sind, berechnet werden, so daß quantitative Aussagen über Kalkauswaschung, Tonverlagerung, Tonmineralneubildung, Volumenzunahme und -schwund gemacht werden können. Allerdings ist das Verfahren auf Böden beschränkt, die aus einheitlichem, nicht geschichtetem Ausgangsmaterial entstanden sind.

An zwei *Beispielen* möchte ich den Gang der Bodenentstehung und -entwicklung vom rohen Ausgangsgestein bis zum heutigen Zustand demonstrieren: an den Böden des ostholsteinischen Hügellandes und an den Böden der nordfriesischen Marschen an der Westküste.

Das vorherrschende Muttergestein der ostholsteinischen Böden ist der *Geschiebemergel*, ein glaziales, kalkhaltiges Sedimentgestein, das in der Weichseleiszeit abgelagert und hier vor etwa 20000 Jahren vom Eise freigegeben wurde. Unter noch arktischen Klimabedingungen entwickelte sich zunächst nur eine dürftige Vegetation von Flechten, Moosen und Zwergsträuchern, die das Gestein belebten und die Ausbildung eines sehr schwachen Humushorizontes bewirkten; als Initialphase der Bodenbildung entstand so ein arktischer *Frostrohboden*. Mit dem weiteren Rückzug des Eises und fortschreitender Erwärmung entwickelten sich entsprechend dem Klimagang der Nacheiszeit verschiedene Vegetationsformen mit unterschiedlich starker Humusbildung im Boden und entsprechender Vertiefung des Humushorizontes. Nachdem der Boden frostfrei geworden war und die Nieder-

schläge vorwiegend als Regen fielen, kam es nicht mehr zu einer nur oberflächlichen Durchfeuchtung des Bodens, sondern zur tieferen Versickerung des Niederschlagswassers und damit zu einer Auswaschung des leicht mobilisierbaren Kalkes aus dem Geschiebemergel — der dadurch an der Oberfläche zu Geschiebelehm wurde — und als Folge davon zu verstärkter chemischer Verwitterung, bei der braunefärbte Eisenoxyde und -hydroxyde sowie Tonminerale neu gebildet wurden. Aus dem arktischen Frosthoden entstand dadurch über den dauerfrostfreien *Rohboden* eine *Pararendzina*, ein Boden, der aus Kalkgestein entstandenen Rendzina ähnlich ist und in dem Entkalkung, Verbraunung und Verlehmung noch nicht über den Humushorizont nach unten übergreifen haben. Mit zunehmender Dauer und — mit Beginn des Atlantikums — auch zunehmender Intensität der Durchfeuchtung und Versickerung entstand dann aus der Pararendzina eine *Braunerde*, in der sich unter dem Humushorizont durch tiefergreifende Verbraunung und Verlehmung ein neuer, braunefärbter Verlehmungshorizont ausbildete, der diesem Boden den Namen gibt.

Parallel mit der Braunerde, oft aber auch zeitlich vorangehend oder anschließend, entstanden *Parabraunerden*, in denen sich durch vertikale Tonverlagerung mit dem Sickerwasser eine Zone der Tonverarmung im Bereich des Humushorizontes und eine der Tonanreicherung im darunter folgenden Verbraunungshorizont ausbildeten. Mit dieser Tonanreicherung im Unterboden war — vor allem auf Böden, die von der Sedimentation her schon ein dichtes Gefüge besaßen — ein Wasserstau verbunden, der durch Wechsel von Oxydations- und Reduktionsvorgängen eine Rostfleckigkeit und Marmorierung des Unterbodens bewirkte und zur Ausbildung eines Bodens führte, den wir als *Pseudogley* bezeichnen.

Wenn diese Prozesse der Bodenbildung nicht wie in Ostholstein nur etwa 20000 Jahre lang, sondern etwa 150000 Jahre — mit allerdings stark wechselnder Intensität — im Boden ablaufen, wie es auf der Hohen Geest, dem in der letzten Eiszeit eisfreien, aber auch ursprünglich aus Geschiebemergel aufgebauten Mittelrücken Schleswig-Holsteins der Fall war, dann schreitet die Bodenentwicklung weiter fort, und es entstehen Böden, die infolge intensiver Verwitterung und Auswaschung Bleichhorizonte im Oberboden und starke Anreicherungshorizonte im Unterboden aufweisen und dann als Bleicherden oder *Podsole* bezeichnet werden.

Das Ausgangsmaterial für die Bodenbildung der als zweites Beispiel gewählten Böden der Marsch ist der *Schlick*, ein sandig-schluffig-toniges, fast stets Kalk enthaltendes marines Sediment. Durch natürliche Aufschlickung, unterstützt durch Maßnahmen der Landgewinnung, wächst der Schlick langsam aus dem ständigen Unterwasserbereich heraus und wird zum *Watt*, dieser schon erwähnten Grenzbildung zwischen Boden und Sediment. Noch regelmäßig überflutet und von neuem Sedimentmaterial überschichtet, wird es jedoch schon von höheren Pflanzen, dem Queller und dem Wattgras, besiedelt. Wächst das Watt durch weitere Anlandung an die mittlere Hochwasserlinie heran, so wird der Queller durch die Andelwiese ersetzt, und dieser folgt, sobald die Anlandung den mittleren Hochwasserbereich überschritten hat, eine Rotschwingelvegetation. Aus dem Watt ist damit ein Rohboden entstanden, den wir *Rohmarsch* nennen, mit nur schwach ausgebildetem Humushorizont, noch hohem, aus dem Meerwasser stammenden Salzgehalt, geringer Oxydation des unter reduzierenden Verhältnissen abgesetzten Ausgangsmaterials und mit noch vorherrschendem Sedimentcharakter.

Die Prozesse der Bodenbildung, die aus dem Watt die Rohmarsch werden ließen und die jetzt — vor allem nach erfolgter Eindeichung und Grundwasserabsenkung — verstärkt ablaufen, sind: Oxydation der ursprünglich im reduzierten Zustand befindlichen Eisen-, Mangan- und Schwefelverbindungen durch Zutritt des Luftsauerstoffes, Entsalzung durch die hohen Niederschläge in unserem humiden Klimabereich, Ersatz der aus dem Meerwasser stammenden sorbierten Natrium-Ionen an den Bodenkolloiden durch Calcium-Ionen aus den Kalkverbindungen des Sedimentes und Homogenisierung der sedimentären Schichten durch die mischende Tätigkeit der Bodenfauna. Durch diese Prozesse entsteht aus der Rohmarsch die salzfreie und an Natrium arme *Jungmarsch* mit deutlich ausgebildetem Humushorizont und starker Oxydationszone. Bei längerer Dauer der Bodenentwicklung setzen dann diejenigen Vorgänge ein, die bei der Braunerdebildung bereits beschrieben wurden: Entkalkung, Verbraunung, Verlehmung, Tonverlagerungs-Prozesse, die aus der Jungmarsch eine *Altmarsch* werden lassen.

Diese verschiedenen Entwicklungsstadien, die ein Boden der Marsch im zeitlichen Nacheinander durchläuft, sind heute im engen räumlichen Nebeneinander vom Watt am offenen Meer bis zur küstenferneren



Altmarsch am Geestrand zu studieren, während die früheren Entwicklungsstadien der Braunerde-Entwicklungsreihe Ostholsteins nur noch im hohen Norden in den Gletschervorfeldern zu finden sind. Auch ist bei den Marschen durch die menschlichen Eingriffe der Landgewinnung die unter natürlichen Bedingungen wesentlich langsamer ablaufende Bodenentwicklung erheblich beschleunigt worden, während bei den Braunerden und Podsolen die Kulturmaßnahmen des Menschen eher eine retardierende Wirkung zeigen.

In den erwähnten Beispielen der Bodenentwicklung wurden mehrfach Namen wie Rohmarsch, Jungmarsch und Altmarsch, Pararendzina, Braunerde und Pseudogley gebraucht, die bestimmte Entwicklungsstadien in den Entwicklungsreihen der Böden kennzeichneten. Es sind dies Namen für einen bestimmten Bodentyp, einen Ordnungsbegriff der *Bodensystematik*, jenes nächsten Arbeitsgebiets der Bodenkunde, in dem die Vielfalt der auftretenden Bodenformen nach einem ordnenden Prinzip gruppiert und klassifiziert wird, um damit den jeweiligen Stand der Kenntnisse über den Boden in übersichtlicher und klarer Weise in einem „System“ niederzulegen und aus den Lücken und Diskrepanzen des Systems Anregungen zu neuer Forschungsarbeit zu erhalten. Wurden früher die Böden ausschließlich in künstlichen oder technischen Klassifikationssystemen nur nach bestimmten Zwecken gruppiert, z. B. nach dem Anbauwert als Roggen-, Weizen- oder Kleeböden oder als Waldböden 1., 2., 3. Bonität, so hat die moderne Bodenkunde die Voraussetzungen dafür geschaffen, die Böden in ein *natürliches* System einzugliedern, in dem verwandtschaftliche Beziehungen und ursächliche Zusammenhänge, d. h. vorwiegend bodengenetische Gesichtspunkte, als Einteilungskriterien dienen.

In diesem natürlichen System ist der Bodentyp die zentrale Einteilungskategorie. Vom Pedon, der kleinsten Bodeneinheit ausgehend, werden Böden mit ähnlicher Horizontfolge und ähnlichen Eigenschaften über verschiedene niedere Kategorien zu einem *Bodentyp* zusammengefaßt. Alle Böden eines Typs unterscheiden sich dementsprechend in charakteristischer, „typischer“ Weise durch einen anderen Profilaufbau und durch abweichende Eigenschaften und Merkmale von Böden, die einem anderen Bodentyp zugehören. Verschiedene, aber in bestimmten Merkmalen noch übereinstimmende Bodentypen können ihrerseits zu höheren Kategorien zusammengefaßt werden. Da sich in Profilaufbau und -eigen-

schaften des Bodens die Ergebnisse der abgelaufenen Bodenbildungsprozesse manifestieren, sind mit der Angabe des Bodentyps gleichzeitig Umformungsgrad und Entwicklungszustand des Bodens gekennzeichnet.

Dabei haben die Bodentypennamen eine über ihre ursprüngliche Bedeutung weit hinausgehende Begriffsumformung und -erweiterung erfahren. Genauso wie der Name *Stickstoff* nicht nur einen erstickenden Stoff bezeichnet, sondern jenes Element in der 5. Gruppe des periodischen Systems mit bestimmter Kernladungszahl und Elektronenkonfiguration, aus der seine chemischen und physikalischen Eigenschaften abgeleitet werden können, oder wie der Name *Rose* nicht nur eine rote Blume benennt, sondern jene Pflanze der Gattung *Rosa* aus der Familie der Rosaceen, deren Eigenschaften und Merkmale damit genau umschrieben sind, so bezeichnet auch der Name *Braunerde* oder *Bleicherde* nicht nur einen braunen oder gebleichten Boden, sondern mit dieser Bezeichnung ist seine Stellung im natürlichen System der Böden fixiert, sind seine wichtigsten Merkmale und Eigenschaften, seine Entstehung und Entwicklung angesprochen.

Leider herrscht heute noch bei den Bodentypennamen ein verwirrendes Durcheinander von alten Volks- und neuen Kunstnamen, wobei i. a. das Prioritätsrecht Geltung hat. So sind z. B. die Namen Tschernosem — für Schwarzerde —, Podsol und Gley russischen, Rendzina polnischen, Braunerde und Marsch deutschen und Lessivé französischen Ursprungs; daneben stehen neugeschaffene Namen wie Sierosem — für Rohboden —, Ranker, Pelosol und andere mehr. Die Internationale Bodenkundliche Gesellschaft ist aber ernsthaft bemüht, eine international einheitliche Nomenklatur mit lateinischen und griechischen Namen sowie ein für alle Länder einheitliches Klassifikationssystem einzuführen.

Damit wird ein wesentliches Hemmnis beseitigt werden, mit dem der letzte hier zu erwähnende Zweig der Bodenkunde, die *Bodengeographie*, zu kämpfen hat. Bei dieser Arbeitsrichtung wird das in einer Landschaft auftretende Mosaik verschiedener Böden je nach der Größe des betrachteten Landschaftsraumes zu *Lokaleinheiten*, größeren *Bodengesellschaften* und großräumigeren *Bodenzonen* zusammengefaßt, regional beschrieben und kartographisch dargestellt. Auch hier ist der Bodentyp die zentrale Einheit. Als Lokaleinheit würden wir z. B. hier im Bereich unseres Universitätsgeländes die Pseudogley-Braunerde

ausscheiden, einen Boden, der die Merkmale der lehmigen Braunerde mit denen des durch Wasserstau gekennzeichneten Pseudogleys verbindet. Dieser Boden kommt in Ostholstein im Bereich der Geschiebemergelablagerungen der letzten Eiszeit gemeinsam mit den bereits erwähnten Parabraunerden und Pararendzinen vor und ist außerdem in Tälern, Senken und Flußauen mit Niedermooren, Grundwasser- und Auenböden vergesellschaftet. Zusammen mit weiteren, anders zusammengesetzten Bodengesellschaften Ostholsteins — z. B. in den Geschiebesand-Gebieten — bilden diese Böden die größere *Braunerde-Zone* des gesamten Holsteinischen Hügellandes, die so genannt wird, weil hier trotz der Vielfalt der einzelnen Bodenbildungen der Braunerdecharakter vorherrscht. Daneben stehen die *Podsol-Zone* der Hohen und Niederen Geest und die *Marsch-Zone* an der Westküste. Weitere Zusammenfassungen führen zur Aufgliederung der Bodengebiete Deutschlands, Europas und schließlich der ganzen Erde.

In den genannten Arbeitsgebieten der Bodenkunde: Bodeninventur, Bodengenetik, Bodensystematik und Bodengeographie, werden folgende Grundfragen der reinen Bodenkunde beantwortet: Wie ist der Boden beschaffen, wie ist er entstanden und welchen gesetzmäßigen Veränderungen unterliegt er, wie ist er auf der Erdoberfläche verbreitet? Diese Fragen entspringen dem zweckfreien Streben nach Erkenntnis, das keiner Begründung bedarf; die gleichen Fragen werden aber auch gestellt und beantwortet, um den Zwecken der *Bodennutzung* zu dienen. Dies ist der Bereich der *angewandten Bodenkunde*, der ich mich jetzt abschließend zuwende.

Die Voraussetzung für die Nutzung des Bodens in der Landwirtschaft, in der Forstwirtschaft und im Gartenbau ist seine *Fruchtbarkeit*, d. h. die Fähigkeit des Bodens, Pflanzen zu tragen und Früchte zu erzeugen, die geerntet und verwertet werden können. Die Fruchtbarkeit eines Bodens resultiert aus dem Zusammenspiel aller an einem bestimmten Standort auf den Pflanzenwuchs wirkenden Boden- und Klimafaktoren; der Boden darf also auch hier nicht isoliert für sich, sondern muß als ein Bestandteil des gesamten Standortkomplexes aus Boden, Klima, Vegetation und Tierwelt betrachtet werden, in den der Mensch bei der Nutzung des Bodens mit seinen Kulturmaßnahmen eingreift und damit den Naturboden in einen Kulturboden umwandelt.

Vom Boden her wird die Fruchtbarkeit eines Standortes bestimmt durch die Tiefgründigkeit und Durchwurzelbarkeit, durch den Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt sowie durch den Nährstoffhaushalt des Bodens. Diese Standortmerkmale sind bedingt durch die Summe aller physikalischen, chemischen und biotischen Eigenschaften des Bodens, die bei der Bestandsaufnahme des Bodens erfaßt werden, und sie stehen in unauflöselichem Zusammenhang mit dem Umformungsgrad und Entwicklungszustand des Bodens, d. h. mit der Bodengenese, so daß durch die Angabe des Bodentyps auch der Fruchtbarkeitszustand des Bodens gekennzeichnet wird.

Ziel der angewandten Bodenkunde ist es, die Erkenntnisse aller Arbeitsgebiete der reinen Bodenkunde so anzuwenden, daß die in einem Boden ruhende *potentielle* Fruchtbarkeit durch alle Maßnahmen des Pflanzen- und Ackerbaus, der Pflanzenernährung und Kulturtechnik bei einem möglichst hohen *aktuellen* Fruchtbarkeitszustand genutzt werden kann.

Hier stellen sich der angewandten Bodenkunde drei große Aufgaben:

- 1) das Mitwirken bei der *Erschließung* der Fruchtbarkeit bisher nicht genutzter Böden, insbesondere in den Entwicklungsländern, durch Kennzeichnung ihrer Anbauwürdigkeit und Aufzeigen der Düngungs- und Bewässerungsmöglichkeiten,
- 2) die Mithilfe bei der *Steigerung* der Bodenfruchtbarkeit von Böden, die bereits kultiviert worden sind, aber auf einem noch niedrigen Ertragsniveau stehen — dies trifft für den größten Teil der Kulturböden der Erde zu — und
- 3) die Mitarbeit bei der *Erhaltung* der Fruchtbarkeit von Böden, die bereits — wie in den intensiv bewirtschafteten Gebieten Westeuropas — ein hohes Produktionspotential besitzen.

Bei diesen Aufgaben — Erschließung, Steigerung und Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit — muß die angewandte Bodenkunde in enger Gemeinschaft mit den benachbarten Disziplinen innerhalb der Land- und Forstwirtschaft und des Gartenbaus arbeiten, genauso wie die reine Bodenkunde der engen Zusammenarbeit mit ihren naturwissenschaftlichen Nachbardisziplinen bedarf.

Bedeutungsvoller aber als diese fast stets erfüllte Forderung nach Zusammenarbeit mit den benachbarten Disziplinen ist die Forderung

