

Die Böden Österreichs

Mit 9 Abb. im Text und 1 Karte

Von JULIUS FINK

Die nachfolgenden Ausführungen sind für die Lehrerschaft bestimmt. Sie sollen zum Verständnis der Bodenwissenschaft beitragen und einige Grundbegriffe der Bodenkunde, sofern sie für die Geographie wichtig sind, vermitteln helfen. Es wird zweckmäßig sein, im Unterricht schon im Rahmen der allgemeinen Geographie einige Hinweise auf die Böden zu geben, sonst aber die Bodenkunde erst in die länderkundliche Betrachtung einzubauen. An Hilfsmitteln stehen vor allem Bodenkarten in Mittelschulatlanten zur Verfügung. Auch in den für einzelne Bundesländer vorhandenen oder im Entstehen begriffenen Heimatatlanten sind z. T. Bodenkarten zu finden. Schließlich ist auch dieser Aufsatz mit einer, allerdings sehr kleinmaßstäbigen Boden(typen)karte versehen, auf die noch später eingegangen wird. Sie kann ebenfalls als Hilfsmittel im Geographieunterricht verwendet werden und die eine oder andere heute schon etwas überholte Atlaskarte ergänzen oder ersetzen. Eine für die Akademie der Wissenschaften in Wien vorgesehene Bodentypenkarte von Österreich im Maßstab von ca. 1 : 1,000.000 wird erst in einigen Jahren zur Verfügung stehen, hingegen ist eben die Bodenkarte von Niederösterreich 1 : 500.000 in dem betreffenden Heimatatlas erschienen.

Die Bodenkunde ist eine sehr junge Wissenschaft, die sich am Ende des vergangenen Jahrhundert aus der Geologie einerseits und der Agrikulturchemie andererseits entwickelte. Auch zu fast allen übrigen Naturwissenschaften bestehen enge Wechselbeziehungen. Dies war und ist der Grund, warum viele bodenkundliche Mitteilungen in Lehrbüchern und Zeitschriften der Nachbarwissenschaften eingestreut sind. Kurze Einführungen in die Materie fehlen allerdings vollkommen — dazu ist die Pedologie auch ein zu komplexes Gebiet — und solche unmittelbar für eine Nachbarwissenschaft wie etwa für die Geographie sind ebenfalls nicht vorhanden. Bodenkundliche Lehr- und Handbücher stehen in ausreichender Zahl zur Verfügung¹.

Dabei braucht aber der Geograph die Bodenkunde in verschiedener Hinsicht: Für die wirtschaftlichen und siedlungskundlichen Probleme eines Raumes sind die vom Boden abhängigen land- und forstwirtschaftlichen Ertragswerte interessant. Werden die physiogeographischen Grundlagen einer Landschaft behandelt, ist die Kenntnis der Bodentypen unerlässlich; sie müssen im Unterricht zwischen den Kapiteln Geologie und Morphologie einerseits und Klima und Pflanzenkleid andererseits behandelt werden.

Eines muß gleich am Beginn gesagt werden: Schrecken Sie nicht vor einigen wenigen Fachausdrücken zurück! Jede Wissenschaft hat ihr Vokabular, ohne das sie international und intern nicht auskommen kann. So müssen also auch der Bodenkunde einige termini technici zugebilligt werden. Der Verfasser

¹ Deutschsprachige Lehrbücher in Auswahl:
J. JAKOB, Der Boden. Akademie Vlg., 3. Aufl. 1956.
W. LAATSCH, Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden. Vlg. Steinkopf, 3. Aufl., Dresden 1954.
G. W. ROBINSON, Die Böden. Verlagsges. für Ackerbau, 3. Aufl. Berlin 1939.
F. SCHEFFER u. P. SCHACHTSCHABEL, Bodenkunde. Vlg. Enke, Stuttgart 1952.

weiß durch die Tätigkeit bei der österr. Bodenkartierung, daß selbst einfache Landwirte bodenkundliche Fachausdrücke kennen und diese mit richtigen Vorstellungen verbinden. Solche Fachausdrücke sagen weit mehr als krampfhaftes Übersetzungen oder Verdeutschungen, die den Sinn nicht mehr richtig wiedergeben. Als beispielsweise die Geologie vor hundert Jahren ihre stratigraphischen und petrographischen Bezeichnungen aufstellte und sie definierte (letzteres ist immer wichtiger), gab es anfangs auch Schwierigkeiten — heute sind sie längst (wissenschaftliches) Allgemeingut geworden und damit selbstverständlich.

Und dann noch etwas: Sagen Sie bitte nicht, verehrte Lehrer, Sie hätten keine Zeit und keinen Platz für den Einbau der Bodenkunde in den Erdkundeunterricht. Stoßen Sie alten Ballast im Rahmen des Erdkundeunterrichtes ab und füllen Sie mit modernen Erkenntnissen der Nachbardisziplinen auf. Es ist hier nicht der Ort, auf die Bedeutung der Bodenkunde für Wissenschaft und Praxis näher einzugehen. Nur um ein Beispiel zu nennen, sei auf die Landesplanung hingewiesen: Eine solche ist ohne Kenntnis des Bodens undenkbar. In einer Zeit der ständigen Ausbreitung der Siedlung und der Abnahme der landwirtschaftlichen Nutzfläche, in einer Zeit des Zusammenschlusses zu einer europäischen Gemeinschaft in irgend einer Form ist die Kenntnis des Bodens als Teil des Lebensraumes unerlässlich. Und wie wenig ist davon noch zu den Stellen gedrungen, die heute die künftige Gestaltung unseres Landes entscheiden.

Freilich ist mir völlig klar, welche Schwierigkeiten sich im Unterricht durch den seit ca. 10 Jahren im Versuchs- und Umbaustadium befindlichen Lehrplan ergeben, aber so wie es in einem ähnlich gelagerten anderen Gegenstand wohl günstiger wäre, an Stelle von Kristallsystemen und der damit erforderlichen Kenntnis an Deckachsen, Spiegelebenen, Symmetriezentren usw. den in die Praxis tretenden Maturanten und den angehenden Hochschülern beizubringen, was ein Sandstein, ein Kalk oder ein Gneis ist und wie man ihn erkennt, kann auch im Lehrplan der Erdkunde zum Nutzen moderner wichtiger Gesichtspunkte manches geändert werden.

Im Hinblick auf die schon erwähnten Bodenkarten als dem wichtigsten Hilfsmittel für den Geographen erscheint es zweckmäßig, am Beispiel von Kartierungssystemen und Darstellungsmöglichkeiten einen Einblick in die Materie der Bodenkunde zu geben.

Bei großmaßstäbigen Karten (größer als 1 : 10.000, vielleicht auch noch 1 : 20.000), wie sie allerdings nie für den Unterricht in Mittelschulen, wohl aber in landwirtschaftlichen Schulen zur Verfügung stehen, können noch einzelne Merkmale des Bodens erfaßt und z. T. auch getrennt dargestellt werden. Solche Merkmale sind die Bodenart („Schwere“), Gründigkeit, der Steingehalt, Säuregrad, Humusgehalt, Kalkgehalt usw.; jedes Merkmal kann für sich mit einer eigenen Signatur oder einem anderen Ausdrucksmittel kenntlich gemacht werden, wie dies auf sog. Merkmalskarten der Fall ist. Die Fülle an Signaturen, Zeichen und Farben — je mehr über einen Boden ausgesagt werden soll, desto mehr müssen verwendet werden — erschweren aber die Lesbarkeit, die nicht allein bei einer angewandten Karte von entscheidender Bedeutung ist. Sie haben sich weiter deshalb nicht bewährt, weil entsprechend der modernen wissenschaftlichen Auffassung vom Boden, die sich auch mit praktischen Erfordernissen deckt, alle Merkmale zusammen noch immer nicht so viel aussagen, als wenn der Boden in seiner bodentypologischen Ausbildung betrachtet und erfaßt wird.

Diese Probleme fallen bei kleinmaßstäbigen Karten von selbst weg. Auf ihnen kann der Boden nur mehr nach gesamtheitlichen Gesichtspunkten dargestellt werden, sei es direkt als Bodentyp nach streng wissenschaftlichen Bezeichnungen (Bodentypenkarten), sei es in der Form, wie in den U. S. A. die Kartierung durchgeführt wird. Vom kartographischen Standpunkt aus ist diese Kartierung sehr interessant. Sie begann um die Jahrhundertwende, als gerade die ersten Typenbezeichnungen und pedologischen Definitionen geboren wurden. Die Aufnahme konnte sich daher nicht an ein wissenschaftliches System halten, weil keines vorhanden war, und erfolgte deshalb nach anderen Gesichtspunkten. Der Boden wurde wohl in seiner Gesamtheit erfaßt, wobei die Profilausbildung und das Muttergestein in weiten Grenzen zur Gliederung dienten, aber die Benennung erfolgte mit lokalen, ortsüblichen Bezeichnungen. Jede so ausgeschiedene Einheit, eine Serie, gliedert sich bei verschiedenen Bodenarten in mehrere *types* (nicht zu verwechseln mit den Bodentypen) und nach der Geländeausformung und dem Steingehalt in *phases*. Der Vorteil eines solchen zwanglosen Systems liegt auf der Hand, die Nachteile sind allerdings auch nicht zu unterschätzen: Eine Unzahl von Lokalnamen sind vorhanden, die eine Koordinierung sehr erschweren, z. T. sogar unmöglich machen.

Für den Geographieunterricht stehen aber nur **Bodentypenkarten** zur Verfügung. Es wird daher notwendig sein, die Definition des „Bodentyps“ vor der Verwendung einer solchen Karte zu geben. Diese ist nicht leicht — und in jedem Lehrbuch anders. Man wird sie am besten umschreibend geben. Der Bodentyp (abzulesen im Bodenprofil = senkrechter Schnitt durch den Boden, durch den die einzelnen Horizonte aufgedeckt werden) ist mehr als nur die Summe der Merkmale (s. o.), er spiegelt die dynamischen Prozesse wieder, welche zur Ausbildung eines bestimmten Bodenprofils mit bestimmter Horizontfolge führen. Demgemäß ist die Betrachtung des Bodens auch keine statische, d. h. eine auf den augenblicklichen Zustand gerichtete, sondern eine dynamische, indem von bestimmten Erscheinungen auf die vergangenen und folgenden Veränderungen dieses Naturkörpers geschlossen wird. Die Struktur, das Gefüge, die Farbe jedes einzelnen Horizontes sind „Merkmale“, die das Art-eigene des Horizontes und damit des betreffenden Bodens widerspiegeln. Sie sind es auch, zusammen mit den Erscheinungen, die von Tier und Pflanze hervorgerufen werden, die den stärksten visuellen Eindruck hinterlassen, und uns gestatten, eine typologische Zuordnung schon im Gelände zu treffen, die dann durch Untersuchungen im Laboratorium fundiert werden müssen. Dieses Primat der Feldforschung birgt selbstverständlich viele Gefahren in sich und wenn heute auf der ganzen Welt die Bodentypensystematik noch stark im Fluß ist, so liegt dies vor allem an dem Mangel exakter Definitionen, wie sie sich etwa aus Laboratoriumsanalysen ableiten ließen. Es liegt aber ferner an der Unmöglichkeit, die Eindrücke dem anderen Wissenschaftler unmißverständlich weitergeben zu können, im Gegensatz etwa zum Dünnschliff in der Petrographie.

Der Boden — die oberste Schicht der festen Erdrinde, entstanden durch chemisch-physikalische Verwitterung und die Tätigkeit der Organismen — ist nicht etwas Bleibendes, wie das Gestein, oder etwas Gerichtet-Gewordenes, wie Tier oder Pflanze, er ist ständig Veränderungen unterworfen und ändert sich auch stets, wenn auch die Triebkräfte für die Veränderung nicht in ihm selbst liegen, sondern von außen auf ihn einwirken. Es sind die „bodenbildenden Faktoren“, deren Wechselspiel er seine Formung verdankt.

Die wichtigsten bodenbildenden Faktoren sind das Substrat (Muttergestein), das Relief, das Klima mit dem Pflanzenkleid und schließlich der Mensch. Sie sind es, die in ihrem Zusammenwirken schließlich die oberste Verwitterungshaut der Lithosphäre, den Boden, formen. Sie sind es, die, wenn sie sich eingespielt haben, denselben über lange Zeiträume im Gleichgewicht belassen, ihn aber bei einem Wechsel in eine bestimmte Richtung drängen, die solange beibehalten wird, bis sich das Gleichgewicht wieder eingestellt hat. Diese Veränderungen, denen wir mit KUBIENA² die Bezeichnung „Entwicklung“ geben, ohne deshalb gedanklich die biologische Entwicklung vor uns zu sehen, laufen in gewissen Zeiträumen ab, die zwischen Menschenaltern und Jahrzehntausenden liegen können. Die Laterite der Tropen (die echten Laterite im Bereiche des immerfeuchten Urwaldes) haben sich in unendlich langen Zeiten gebildet, während die Bodendecke auf einer Mure, einem Hangschutt oder die Umwandlung eines Aubodens in eine reifere Form in wenigen Zehnern von Jahren erfolgen kann. So haben wir also zu den oben erwähnten bodenbildenden Faktoren als den entscheidenden noch die Zeit hinzuzurechnen, jenen Faktor, den wir manchmal (gerne) gedanklich ausschalten, der aber doch für das Verstehen der bodengeographischen Situation fast aller Landschaftsräume von größter Wichtigkeit ist. Die Bodendecke, die uns heute in irgendeiner Landschaft entgegentritt, besteht aus Formen, die zu ganz verschiedenen Zeiten entstanden sind. So tragen die einst unter dem Eisschild oder im Bereich des periglazialen Klimas gelegenen Gebiete der Erde zum überwiegenden Teil nur Böden, die aus dem Holozän stammen, während die Böden der Subtropen und Tropen vielleicht 50 bis 100mal so alt sein können. Die gleiche Überlegung ist aber auch in kleineren Räumen anzustellen. So ist etwa in Mitteleuropa neben einem Reliktboden, der die Eiszeit überdauern konnte, ein Boden aus der postglazialen Wärmezeit, die durch ein etwas akzentuierteres Klima als heute gekennzeichnet war, zu finden und schließlich ein ganz junger, der erst in geschichtlicher Zeit entstanden ist.

Damit ist aber die Richtung aufgezeigt, in der sich die moderne pedologische Feldforschung, über die auch der Geograph unterrichtet sein muß, bewegt. Der Boden kann nicht mehr, wie das früher die Regel war, als Einzelprofil beschrieben und analysiert werden, sondern er ist als Bestandteil der Landschaft aufzufassen und kann nur verstanden werden, wenn der morphologische und insbesondere quartärgeologische Bau des Raumes richtig erkannt ist. Erst so wird es möglich, die für eine bestimmte Landschaft oder einen Teil derselben „typische“ Bodenbildung zu erfassen und gleichzeitig der Landschaftsforschung einen wichtigen Beitrag zu liefern.

Im Hinblick auf die Bedeutung der bodenbildenden Faktoren wird verständlich, daß die Systematik der Bodentypen immer wieder auf einen von ihnen oder auf mehrere zurückgreifen muß. Die Schwierigkeit liegt nur darin, daß eben das Einteilungs- und Gliederungsprinzip dadurch heterogen wird. Besonders präzise hat dies jüngst EHWALD³ ausgedrückt, als er über die Schwierigkeit des zu ordnenden Gegenstandes, nämlich den Boden, schrieb: „Diese (die Böden) erscheinen bekanntlich gleichzeitig als selbständige Naturkörper mit einem gewissen Ganzheitscharakter, andererseits aber als Funktionen der bodenbildenden Faktoren“. Daraus ergibt sich, daß bei einer Systematik der Böden

² W. KUBIENA, Entwicklungslehre des Bodens. Vlg. Springer, Wien 1948.

³ E. EHWALD, Bemerkung zur Abgrenzung und Gliederung der wichtigsten Bodentypen Mitteleuropas. Pfl. Ern., Dö. u. Bod. 80 (125), Bd. 1958, H. 1.

0,002		0,02		0,2		2	20 mm
2		10	20	50	100	200	2000 Mikron
Feinboden						Grobboden	
Rohton	Schluff	Feinsand		Grobsand		Kies, Grus	Steine ATTERBERG
Ton	Silt		Fein- sand	Grobsand		F. A. O.	
Abschlämmbares		Staub	Staub- sand	Sand		KOPETZKY	
pelitisch		psammitisch				psephitisch	

Abb. 1. Tabelle der Korngrößengruppen (Fraktionen) nach verschiedenen international gebräuchlichen Skalen; Abstände logarithmisch.

weder von ganz unten hinauf noch von ganz oben herab vorgegangen werden kann, sondern daß eine mittlere Kategorie, nämlich die der Bodentypen, als Ausgangspunkt für jede internationale Verständigung gelten muß. Der Geograph und jeder andere Nachbarwissenschaftler findet mit einem abgerundeten Vokabular an Bodentypen völlig das Auslangen. Eine Reihe von Büchern, die oft mit vorzüglichen Profildarstellungen illustriert sind, stehen für das Kennenlernen der Bodentypen auf dem Umweg über die Literatur bereits zur Verfügung [KUBIENA 1953, MÜCKENHAUSEN 1957, VOGEL 1957]⁴ und weitere werden sicher bald folgen. Unterhalb der Kategorie der Bodentypen wird wohl nicht so schnell oder überhaupt keine internationale Koordinierung möglich sein, da dort neben den lokalen Gesichtspunkten vor allem rein wirtschaftliche Zwecke für ihre Gliederung maßgebend sind. Auch die Darstellung auf solchen Karten ist deshalb heterogen. Auf den Zusammenbau der Bodentypen in höhere Kategorien hier näher einzugehen, würde den Raum der vorliegenden Arbeit sprengen. Die für den Geographieunterricht in Frage kommenden Karten sind aber ohnedies Bodentypenkarten, wie auch das dieser Arbeit beigegebene Kärtchen, welches nur die wichtigsten Typen zur Darstellung bringt. Sie werden im regionalen Kapitel behandelt.

Bevor auf die im österreichischen Raum auftretenden Bodentypen und ihre Landschaftszugehörigkeit eingegangen wird, ist es erforderlich, einige Grundbegriffe der allgemeinen Bodenkunde zu erläutern, die sowohl zum Verständnis der Bodenbildungsvorgänge notwendig sind als auch als Basis für die Beschreibung der Böden gelten müssen.

Im Vordergrund steht immer die Kennzeichnung der Bodenart. Der Landwirt spricht von der „Schwere“ des Bodens, der Wissenschaftler von „Textur“ oder Korngrößenzusammensetzung. Jeder Boden besteht aus Teilchen verschiedenster Größe, die teilweise zu Korngrößengruppen oder Fraktionen zusammengefaßt werden (vgl. Abb. 1). Diese primären Teilchen (zum Unterschied von den sekundären Teilchen oder Aggregaten — vgl. Struktur und Gefüge) sind in zwei Größengruppen zu zerlegen. 1. Die aktive Substanz, das sind die in der kleinsten Dimension vorliegenden Teilchen, die kolloidalen Charakter haben, d. h. die Fähigkeit, aus der Bodenlösung Nährstoffe und Wasser an sich zu binden, zu speichern und wieder abzugeben. Sie werden so der Träger der Bodenfruchtbarkeit. Innerhalb der aktiven Substanz ist in Ton- und Humuskolloide zu unterscheiden. 2. Die inaktive Substanz (also ohne chemische Wirksamkeit, ohne Reaktionsvermögen), welche von den feinsten Staubkörnern über den Sand bis zum Kies, Grus und den Steinen reicht. Zur Kennzeichnung der Bodenart wird nur das Mischungsverhältnis der Korngrößengruppen oder Fraktionen des Feinbodens (bis 2 mm Größe) verwendet. Während Abb. 1 die verschiedenen Fraktionen (Korngrößengruppen) nach verschiedenen gebräuchlichen Skalen zeigt, gibt Abb. 2 in Dreieckdarstellung das verschiedene Mischungsverhältnis wieder und die daraus resultierende Zuordnung zu einer bestimmten Bodenart.

Innerhalb der Fraktionen nimmt der Staub oder Schluff (englisch *silt*) eine gewisse Zwischenstellung ein, da er noch sehr klein ist und schon eine sehr große Oberfläche besitzt, daher, wenn auch nur in geringstem Maße,

⁴ W. KUBIENA, Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Vlg. Enke, Stuttgart 1953.

E. MÜCKENHAUSEN, Die wichtigsten Böden der Bundesrepublik Deutschland. Wien. Schriftenreihe des AID, H. XIV, Bad Godesberg 1957.

F. VOGEL, Boden und Landschaft. Landwirtschaftl. Bildberatung, München 1957.

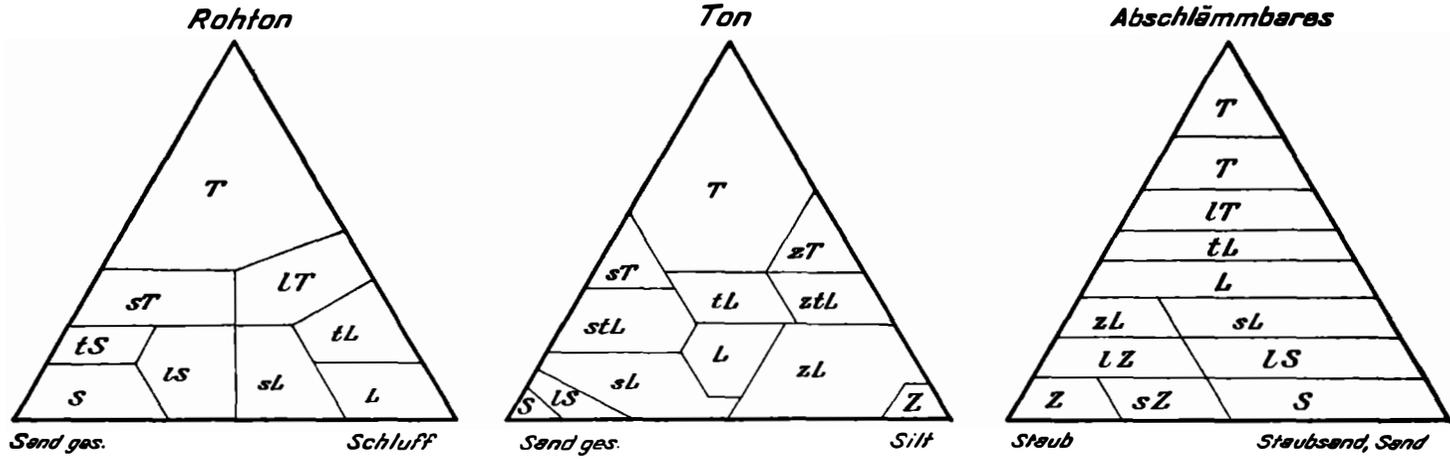


Abb. 2. Die Bodenarten der in Abb. 1 angeführten Fraktionierungsskalen. Bei der Dreiecksdarstellung geben die Eckpunkte jeweils 100% der betreffenden Fraktion an. Die Bodenarten sind durch Symbole gekennzeichnet, wobei z für die Fraktion Silt und Staub genommen wurde. Linkes Dreieck aus: DEMOLON A., Dynamique du Sol, Dunod — Paris 1952, Seite 177. In der französischen Terminologie ist Schluff gleich limon (Lehm). Mittleres Dreieck aus: Soil Survey Manual, Depart. of Agric. Washington 1951, Seite 209. Rechtes Dreieck aus: GESSNER, Die Schlämmanalyse. Leipzig 1931.

zu Reaktionen fähig ist, wie sie die Kolloide im Boden auszeichnen. Diese Zwischenstellung hat dazu geführt, daß die Fraktion „Schluff“ in der französischen Nomenklatur als *limon* (Lehm) bezeichnet wird, während im deutschen Sprachgebrauch unter Lehm vor allem eine Bodenart, die sich aus einem bestimmten Mischungsverhältnis von Sand und Ton ergibt (vgl. Abb. 2), verstanden wird. Interessant ist, daß der Praktiker sehr wohl die Sonderstellung

	Horizont	Tiefe in cm	2,0—0,2 mm	0,2—0,05 mm	0,05—0,02 mm	0,02—0,002 mm	unter 0,002 mm	CaCO ₃	Rest auf 100% : Organische Substanz usw.
Braunerde aus Löß; Niederspeckbach bei Mühlhausen	A	0—25	1,4	4,0	47,0	30,5	11,5	—	5,6
	B	50—80	0,5	2,9	41,8	30,7	18,3	—	5,8
	C	aus 120	1,0	2,7	38,0	25,0	10,0	19,0	4,3
Auboden; nahe dem Rhein bei Neu- breisach	A	0—25	8,0	35,7	10,7	7,9	11,1	24,5	2,1
	C	25—60	27,7	43,4	4,4	1,5	1,5	21,4	0,1
Podsolige Braunerde aus Buntsandstein; Mortagne, Nieder- vogesen	A	0—10	54,2	20,5	1,4	8,5	10,0	—	5,4
	B	10—50	49,6	26,6	4,2	11,0	6,0	—	2,6
	BC	aus 60	50,4	20,9	5,5	10,5	10,5	—	2,2
Parabraunerde aus Löß; Souffelweiers- heim nördlich Straßburg	A ₁	0—20	2,2	4,6	47,3	24,5	16,3	—	5,1
	A ₂	20—40	0,7	4,2	46,3	25,5	19,8	—	3,5
	B	40—80	0,3	4,4	38,0	24,0	29,0	—	4,3
	C	aus 100	3,0	6,8	44,5	30,3	14,3	31,0	1,1

Abb. 3. Tabelle der Korngrößengruppen verschiedener Böden. Entnommen dem Führer für die Exkursion durch Ostfrankreich anlässlich des VI. Internationalen Bodenkundlichen Kongresses Paris 1956.

des Schluffes erkennt. So bezeichnen die Bauern des Weinviertels die reinen Löss, die überwiegend aus Staub bestehen, als „Lehme“. Wir müssen uns daher im deutschen Sprachgebrauch mit der Tatsache abfinden, daß wir unter Lehm sowohl ein Gemisch von Sand und Ton als auch fast reinen Schluff zu verstehen haben.

Dem der Bodenkunde ferner Stehenden sagt das Mengenverhältnis der einzelnen Fraktionen oft mehr als die daraus resultierende Bodenart. Beispielsweise kann der Lößcharakter eines Sedimentes durch die Fraktionierung erkannt werden. Hierzu ist allerdings notwendig, daß der Feinsand (0,2 bis 0,02 mm in 2 Gruppen aufgegliedert wird und zwar in einen gröberen Teil (0,2—0,05 mm) und einen feineren Teil (0,05—0,02 mm). Die 50 Mikron-Grenze finden wir auch bei der Fraktionierungsskala von KOPETZKY und ebenso

bei einer von mehreren Staaten im Rahmen der Zusammenarbeit in der FAO⁵ vorgeschlagenen neuen Skala (vgl. Abb. 1). Es ist bekannt, daß der größte Teil des äolisch transportierten Materials bei normaler Windgeschwindigkeit nicht größer als 0,05 mm ist und somit die äolischen von anderen, meist fluvialen Sedimenten deutlich getrennt werden können. Abbildung 3 zeigt diesen Staub- und Lößgipfel sehr deutlich. Während man primäre Teilchen des Bodens, die zu Fraktions- oder Korngrößengruppen zusammengefaßt werden, nur nach physikalischer, z. T. chemischer Vorbehandlung des Bodens im Laboratorium erhält, liegen sie in der Natur zu verschiedenen sekundären Teilchen (Aggregaten) zusammengeballt vor. Die bekanntesten Aggregate sind die Krümel, wie sie in jeder Gartenerde oder auf Äckern zu beobachten sind. Hier tritt, vor allem infolge der leimenden Wirkung der Humuskolloide, die aktive und inaktive Substanz zu kleinen Körpern zusammen (Krümelstruktur). Aber auch andere Strukturen sind möglich, wie blockig, prismatisch, plattig usw. Hingegen ist ohne die verleimende Kraft der Kolloide ein Strukturlosigkeit gegeben (Einzelkorn, oft in reinem Sandboden). Während die Bodenstruktur das größere Erscheinungsbild kennzeichnet, nämlich die Aggregate und die durch sie gebildeten Sprünge, Spalten, Risse usw., gibt das Gefüge mehr das Hohlräumbild innerhalb der einzelnen Aggregate an. Das Schwamm- oder Lößgefüge ist unter den Gefügebildern das bekannteste. Mit Hilfe von Bodenstruktur und Gefügeformen, die auch in den einzelnen Horizonten wechseln können, können wichtige Schlüsse auf die Genese (Entstehung) eines Bodens ebenso wie auf seinen praktischen Wert (Wasserhaltevermögen, Durchlässigkeit usw.) gezogen werden.

Eine besondere Bedeutung kommt dem Humus zu, dessen Anwesenheit den Boden erst von einem anorganischen Verwitterungsprodukt unterscheiden läßt, da der Humus auf die Tätigkeit von Tier und Pflanze zurückgeht. Denn bei jeder Definition des Begriffes Boden kommt die „Belebtheit“ zum Ausdruck zum Unterschied von einem Sediment, das meist nur durch chemische und physikalische Prozesse entstanden ist.

Während die organische Substanz auch noch die lebende Pflanzen- und Tiermasse umfaßt, ist „Humus“ die durch chemische und biologische Prozesse bereits umgewandelte Form derselben. Menge und Art (Form) des Humus sind zu unterscheiden.

Nach der Menge wird in mehrere Stufen von schwach humos — humos — humusreich bis zu einem Überwiegen der organischen Substanz, wie dies bei Anmooren und Mooren der Fall ist, unterscheiden. Während die Anmoore spezielle Unterwasserhumusbildungen darstellen und einen hohen Anteil an mineralischer Substanz enthalten, sind die Moore nur aus organischer Substanz (Schilf, Moose) zusammengesetzt.

Von größter Wichtigkeit ist das Erkennen der einzelnen Humusformen, da sie zugleich etwas über den Bodentyp aussagen. Allgemein wird in Unterwasserhumusformen und solche der Landböden unterschieden. Erstere, in denen durch das Fehlen von Luftsauerstoff (stagnierendes Grundwasser) der Abbau der organischen Substanz unterbunden wird, sind in Anmooren anzutreffen. Letztere sind der Torf, der Moder und der Mull.

Torf besteht aus pflanzlicher Substanz, die meist noch so wenig zersetzt ist, daß man Pflanzen, die sie bilden, erkennen kann. Er hat ein schwammiges (wie der Weißmoortorf) oder fasriges (wie der Seggentorf) Aussehen. Torfbildung ist sowohl in Mooren (Nieder-, Übergangs-, Hochmoor = Seggentorf,

⁵ Food and Agriculture Organisation.

Bruchwaldtorf, Sphagnumtorf) als auch auf extrem sauren Wald- oder Heideböden möglich, wo sich durch bestimmte Prozesse ebenfalls nur organische Substanz ansammelt.

Im Moder ist die Zersetzung und die Zerteilung durch die bodenbewohnenden Tiere schon weiter fortgeschritten, so daß er eine lockere Masse bildet, die aber auch über dem Mineralboden liegt. Es gibt Übergänge von Torf über Grobmoder zum Feinmoder. Die meisten Waldböden haben eine modrige Humusauflage.

Der Mull oder milde Humus hingegen stellt eine enge Verbindung organischer und mineralischer Substanz dar. Er ist schwarz, durch Ca abgesättigt und zeigt einen guten Boden an. Durch die Tätigkeit der Bodentiere wurden Ton-Humus-Komplexe geschaffen. Je nach der Größe der einzelnen Aggregate des A-Horizontes kann in Grob- oder Feinmull unterschieden werden. Ersterer ist typisch für die Tschernoseme ebenso wie für die nährstoffreichen Braunerden; letztere dagegen pulvrig und typisch für die Rendsinen (Kalkhumusböden) und deren Abkömmlinge.

Den Bodentieren kommt somit eine große Bedeutung bei, da die Qualität der Humusform von der biologischen Tätigkeit abhängt.

Mit wenigen Worten muß auch auf die wichtigsten bodenbildenden Vorgänge, sofern sie in unserem Klima ablaufen, hingewiesen werden. Der erste und sicherste Indikator, mit dem das Ausmaß der Verwitterung und Bodenbildung richtig abgeschätzt werden kann, ist der Kalk. Dort, wo genügend Kalk — genauer gesagt, genügend Ca^{++} -Ionen — in der Bodenlösung vorhanden sind, wird die chemische Verwitterung, welche die primären Mineralien eines festen oder lockeren Ausgangsmaterials erfaßt, unterbunden. In solchen Böden folgt unter dem Humushorizont unmittelbar das Muttergestein, man spricht dann von AC-Profilen, wie sie für das österreichische Trockengebiet charakteristisch sind. Wo dagegen die Säuren aus der Humusschicht und die Kohlensäure des Niederschlagswassers nicht neutralisiert werden, kann die chemische Verwitterung einsetzen und einen braunen Horizont bilden, in welchem die primären Mineralien z. T. in sekundäre Tonmineralien, welche durch Fe braun gefärbt sind, übergeführt sind. Dort liegen deshalb ABC-Profile vor. Wo schließlich aber die Angriffe der Säuren zu stark werden, folgt im Zuge der chem. Verwitterung kein Tonaufbau, sondern Destruktion, wobei die einzelnen chemischen Bausteine verlagert oder überhaupt weggeführt werden. Als sichtbare Folge entsteht im oberen Teil des Bodenprofils ein Bleichhorizont und im unteren Teil ein Anreicherungshorizont (A_1A_2BC -Profile).

Unter bestimmten örtlichen Bedingungen kann es zu einem Wasserstau im Boden kommen. Das stehende Wasser ist sauerstoffarm, es wandelt daher die Eisenverbindungen im Boden um, reduziert sie und schafft so bläuliche bis grünlige Bodenfarben (G-Horizont). Je nach der Art des gestauten Wassers wird in Tagwassergleye und Grundwassergleye unterschieden. Während die Grundwassergleye topogenbedingt, auf kleine Flächen beschränkt bleiben, haben die Tagwassergleye (= Pseudogleye, gleyartige Böden) insbesondere in den niederschlagsreichen Gegenden allergrößte Verbreitung.

Schon mehrmals wurden nun Symbole für bestimmte Horizonte verwendet, um damit ein bestimmtes Bodenprofil zu charakterisieren. Leider ist es aber nicht möglich, in dieser kurzen Einführung ein allgemein gültiges System der Horizontbezeichnungen zu geben. Bei jeder internationalen Konferenz werden neue Vorschläge vorgelegt, die dann in kurzer Zeit wieder abgeändert werden

müssen. Hier zeigt sich ganz besonders, wie sehr die Pedologie noch in Bewegung ist und wie sehr erst durch die Kartierungen in den einzelnen Ländern sich die Systematik der Bodentypen ebenso wie die Benennung der Horizonte konsolidieren muß. Die kurze Auswahl, die nachfolgend gegeben wird, stellt das eiserne Gerüst dar, das auch durch neue Vorschläge nicht mehr umgestoßen werden kann.

Alle humosen Horizonte werden mit A bezeichnet, während A_0 das Symbol für den Auflagehumus über dem Mineralboden ist (vgl. Torf und Moder). Eine gewisse Schwierigkeit bietet die Benennung des Auswaschungs- oder Eluvialhorizonts, von dem oben gesagt wurde, daß er steigenden Niederschlägen und erhöhter Säurekonzentration seine Entstehung verdankt und der wohl durch Humussäuren geprägt, sehr oft aber nicht mehr humushaltig ist. Er wird meist mit A_2 bezeichnet.

Alle braunen Horizonte werden mit B bezeichnet, wobei teilweise unterschieden werden kann in einen braunen Horizont, der nur durch Verwitterung in situ entstanden ist (Oxydationshorizont), gegenüber einem solchen, der sich nach Anreicherung unterhalb eines A_2 -Horizontes bildete (Illuvialhorizont). Eine Unterscheidung im Gelände ist oft schwer möglich.

Muttergesteine, d. h. das Substrat, aus dem der Boden entstanden ist, werden mit C, Grundgesteine, die den Boden lediglich unterlagern, mit D, Gleyhorizonte mit G bezeichnet. Allerdings ist die Bedeutung der Pseudogleye erst richtig in den letzten Jahren erkannt worden. Tagwasservergleyte Horizonte werden daher oft anders als grundwasservergleyte bezeichnet. In diesem Fall gehen die internationalen Bezeichnungen sehr weit auseinander. Auch bezüglich des Reliktmaterials herrscht keine einheitliche Linie: Manche Böden entstanden aus Sedimenten, die durch Abtragung ehemaliger Böden gebildet wurden und ihre Horizonte sind daher anders zu benennen als solche neugebildeter Böden.

Im Hinblick auf die oben genannte Unausgegorenheit der Nomenklatur ist daher von einer Überbewertung der Horizontsymbole abzuraten. Sie sind im Unterricht nur mit Vorsicht zu verwenden, wobei eine Beschränkung auf die wenigen erwähnten Symbole am Platze ist.

Der größte Wert ist hingegen auf gutes Demonstrationsmaterial zu legen. Farbige Bodenprofile können heute bereits aus verschiedenen Lehrbüchern reproduziert werden, am besten wäre freilich die Verwendung eines natürlichen Bodenprofils als Lackfilm oder Rahmenprobe. Wir stehen auch hier erst am Anfang und es wird lange dauern, bis die Naturalienkabinette der Schulen mit Material versorgt sind. Es kann aber auch bei dem einen oder anderen Schulausflug auf ein interessantes Bodenprofil verwiesen und so die Verbindung zur Natur hergestellt werden. An Hand einiger weniger Bodenprofile können die gesamten, den mitteleuropäischen Raum betreffenden Bodenbildungsvorgänge abgeleitet werden. Stets wird man dabei von den bodenbildenden Faktoren, die anfangs kurz in ihrer Bedeutung aufgezeigt wurden, ausgehen, um die Entstehung der verschiedenen Bodentypen verständlich zu machen. Freilich herrschen bezüglich der Genese nicht immer gleiche Meinungen in den verschiedenen Lehrbüchern. Ein mehr biologisch orientierter Forscher wird den Boden mehr als einen lebenden Naturkörper sehen und weniger als nur belebt von Tier und Pflanze. Ein auf dem Sektor der Bodenuntersuchung arbeitender Forscher wird mehr die analytischen Daten in den Vordergrund stellen und ein von der Geologie kommender Fachmann hingegen den Boden zuweilen

etwas zu statisch sehen und so die dauernden, ununterbrochenen Veränderungen, die Dynamik des Bodens, vielleicht etwas vernachlässigen.

Der Geograph wird stets die mittlere Linie suchen und sich vor allem das geistige Rüstzeug des Feldbodenkundlers aneignen müssen, zumal er ja oft bei seinen eigenen Arbeiten gezwungen ist, auch die Böden als Elemente der Landschaft zu erkennen und zu beschreiben. Der Feldbodenkundler braucht als wichtigstes Rüstzeug die modernen Erkenntnisse der Quartärforschung, zu der letzten Endes auch als ein Zweig die Bodenkunde gehört, insbesondere in unserem Raum das Wissen um die großen exogenen Vorgänge während der Kaltzeiten (Bodenfließen, Frostwirkungen, Erosion und Akkumulation), die nicht nur die Formung der Landschaft, sondern auch die der Böden bestimmt haben. Er wird bei Fehlen oder Vorhandensein von Erscheinungen, die damit zusammenhängen, die Altersfrage des Landschaftsteiles und des betreffenden Bodens erkennen und damit den wichtigsten bodenbildenden Faktor, nämlich die Zeit. Geologisch geschult, ist sich der Feldpedologe stets der Bedeutung des Ausgangsmaterials bewußt und damit des zweiten entscheidenden Faktors, des Substrats. Leicht verständlich ist der Einfluß des Reliefs im weiten Sinn (Neigung, Exposition und Höhenstufe). Während die Hangneigung im engsten Zusammenhang mit der Bodenerosion und damit der Neubildung eines Bodens nach Abtragung des vorhergehenden steht, leitet die Höhenstufe schon über zu einem weiteren entscheidenden Faktor, zum Klima. Dieses ist aber nicht nur horizontal oder vertikal, eben höhenstufenmäßig, zu sehen, so daß sich beispielsweise in unserem Land gleichsam die Groß-Catena (Bodenfolge) des europäischen Kontinents von der Steppe im SO bis zum arktischen Gürtel im Norden beim Anstieg in das Gebirge wiederholt, sondern auch wieder zeitlich. Das Klima des Postglazials hat sich geändert, hat allmählich eine baumarme Vegetation zu einem reichen Laubmischwald in der postglazialen Wärmezeit verändert, der schließlich durch einen schattigen Nadelwald abgelöst wurde. Und in diesen großen klimatischen Rhythmus des Holozäns ist auch als letzter entscheidender Faktor der Mensch einzubauen. Wir werden im Folgenden sehen, daß dieser Faktor nicht losgelöst werden kann von den sog. „natürlichen“ Faktoren, die zuerst aufgezählt wurden, sondern daß er mit seinem Wirken und Verwirken hineingehört in das geologische Bild, so wie dies der Geologe KOBER in anderem Zusammenhang zum Ausdruck bringt, indem er den letzten geologischen Zeitabschnitt als „Psychon“ bezeichnet⁶. Wir haben daher auch den Begriff „Klimax“ zu revidieren, oder noch besser, überhaupt fallen zu lassen. Es gibt kein ausschließliches Zusammenwirken der natürlichen Faktoren, das zu einem Schlußbild in irgend einer Form führt, da dieses Schlußbild fast nirgends mehr auf der Erde erreicht wird. Wäre der Boden der Feuchten Ebene im südlichen Wiener Becken heute flugerdegefährdet ohne Absenkung des Grundwasserspiegels? Oder würden wir ohne Eingriff des Menschen überhaupt noch Tschernoseme im österreichischen Trockengebiet finden? Können wir von einem „Klimaxwald“ sprechen, wenn seit den Tagen des keltischen Bergbaues eine intensive und selektive Holzentnahme erfolgt, oder wenn durch die intensive Bestoßung über der Waldgrenze diese um mehrere hundert Meter herabgedrückt wurde? Nein, wir haben unsere alten Vorstellungen, nach denen der Einfluß des Menschen von dem der übrigen Naturkräfte unterschieden wurde, zu revidieren und, wenn dies auch manchen Forschern Schwierigkeiten bereitet, in die postglaziale Landschaftsgeschichte, vor allem

⁶ KOBER L., Tektonische Geologie. Wien 1955.

Mitteleuropas, den Menschen und sein Wirken einzubauen. Trotzdem müssen wir versuchen, die Bedeutung der einzelnen Faktoren richtig gegeneinander abzuwägen. So fällt z. B. wohl die Auflandung der Flüsse mit der bronzezeitlichen Entwaldung zusammen, die Ursache ist aber der radikale Klimawechsel im ersten vorchristlichen Jahrtausend, der die starke Abschwemmung nach den Abholzungen und die Auflandung mit sich brachte.

In diesem Sinne werten wir also das Wirken der bodenbildenden Faktoren als einen komplexen Vorgang, der im Boden zu einer bestimmten Veränderung Anlaß gibt. Während so kurz dem Schüler das Zusammenspiel vor Augen geführt wird, ist aus methodischen Gründen nachher der einzelne Faktor herauszustellen. Zum Faktor Klima (bei gleichem Ausgangsmaterial) und Gestein (bei gleichem Klima) je ein Beispiel:

1. Das Alpenvorland und das Weinviertel tragen mächtige Lößdecken. Von W gegen O nehmen die Niederschläge ab. Dementsprechend ist auf dem gleichen Ausgangsmaterial (Löß der letzten Kaltzeit = Würmlöß) in jeweils ebener Lage (etwa auf Terrassen, also unter Ausschaltung der Bodenerosion) durch das Klima eine Groß-Catena von Bodentypen gebildet, die der in Abb. 4 gezeigten Reihe entspricht. Freilich ist bei dieser Reihe stets darauf zu achten, daß der Faktor Zeit nicht vernachlässigt wird: Auf älteren Terrassen im humiden Raum finden sich nämlich oft extreme Pseudogleye. Diese sind aber nicht aus Würmlöß gebildet, sondern sind älter, daher Reliktböden, und haben zumindest eine ganze Kaltzeit überdauert (vgl. Abb. 5).

2. Die Bedeutung des Substrats könnte z. B. gut an den Böden des mittleren Burgenlandes demonstriert werden: In einem gleichen Klimaraum, wie dem Becken von Oberpullendorf, finden sich drei „Hauptbodentypen“: Podsole, Braunerden und Pseudogleye, somit Bodentypen, deren Prägung scheinbar rein klimatisch bedingt ist. Die Podsole finden sich jedoch auf einem sterilen pannonen Quarzsand, die Braunerden daneben auf Löß oder kalkreichem, lehmig-sandigem Tertiär und die Pseudogleye sind meist Relikte einer früheren, pleistozänen Bodenbildung.

Wenn also mehrere Bodentypen nebeneinander auftreten, sind jeweils ein oder mehrere bodenbildende Faktoren die Ursache hierfür. Während sich die klimatische Beeinflussung in weiteren Grenzen hält, (mit Ausnahme der starken Expositionsunterschiede im Gebirge, die oft rein lokalen Charakter haben) und die petrographische Zusammensetzung des Muttergesteins schon von den ersten Anfängen der Bodenkunde her gut erkannt wurde, ist die Überlegung, daß zeitlich weit hintereinander gebildete Bodentypen heute nebeneinander in der Landschaft liegen, erst in den letzten Jahren in den Vordergrund gerückt. Gerade Mitteleuropa ist hierfür ein gutes Forschungsobjekt, weil es zur Gänze unter periglaziärem Einfluß stand und die Bodenbildung in den meisten Fällen erst im Postglazial beginnen konnte. Aus früheren Zeiten blieben nur in besonders geschützter Lage, etwa auf verkarsteten Kalkplateaus, teilweise auch auf ebenen Schotterflächen, Reliktböden erhalten.

Diese zeitliche und damit geologische Marke, die selbstverständlich noch verfeinert werden könnte, ist in anderen Räumen, wie etwa dem mediterranen Gebiet, in besonderem Maße in den Subtropen und Tropen, nicht so klar, z. T. überhaupt nicht gegeben und darin dürfte auch der Grund zu suchen sein, warum die Systematik der Böden dieser Räume noch etwas problematisch ist.

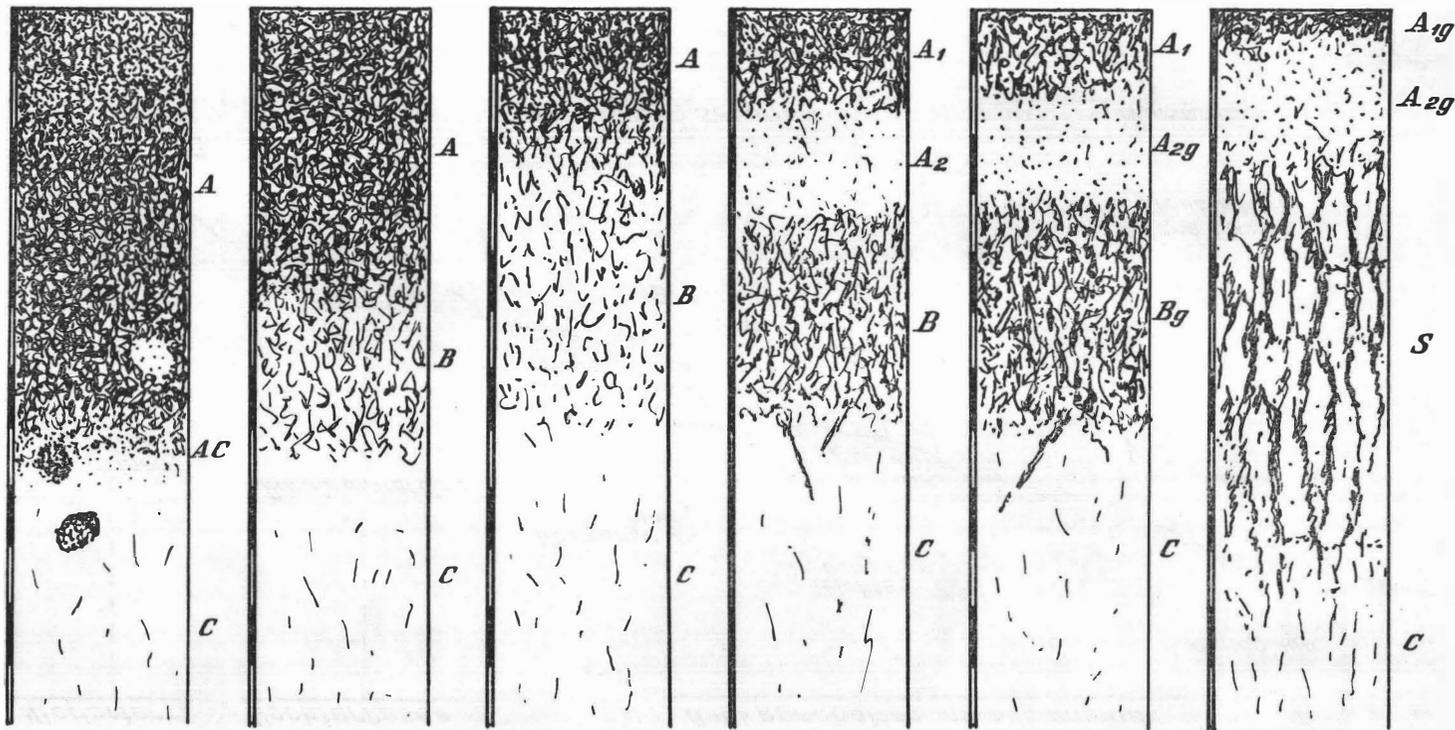


Abb. 4. Die Bodenfolge des Weinviertels und Alpenvorlandes auf Löß. Die Profile von links nach rechts, entsprechend den steigenden Niederschlägen: Tschernosem; Verbraunter Tschernosem; Braunerde; Parabraunerde (Braunerde mit Durchschlammung und Tonanreicherung im Unterboden); mäßig tagwasservergleyte Parabraunerde; Pseudogley. „g“ .. Zusatz bei vergleyten Horizonten; „S“ .. ausgeprägter Gleyhorizont bei Tagwassergleyen; übrige Horizontbezeichnungen siehe Text.

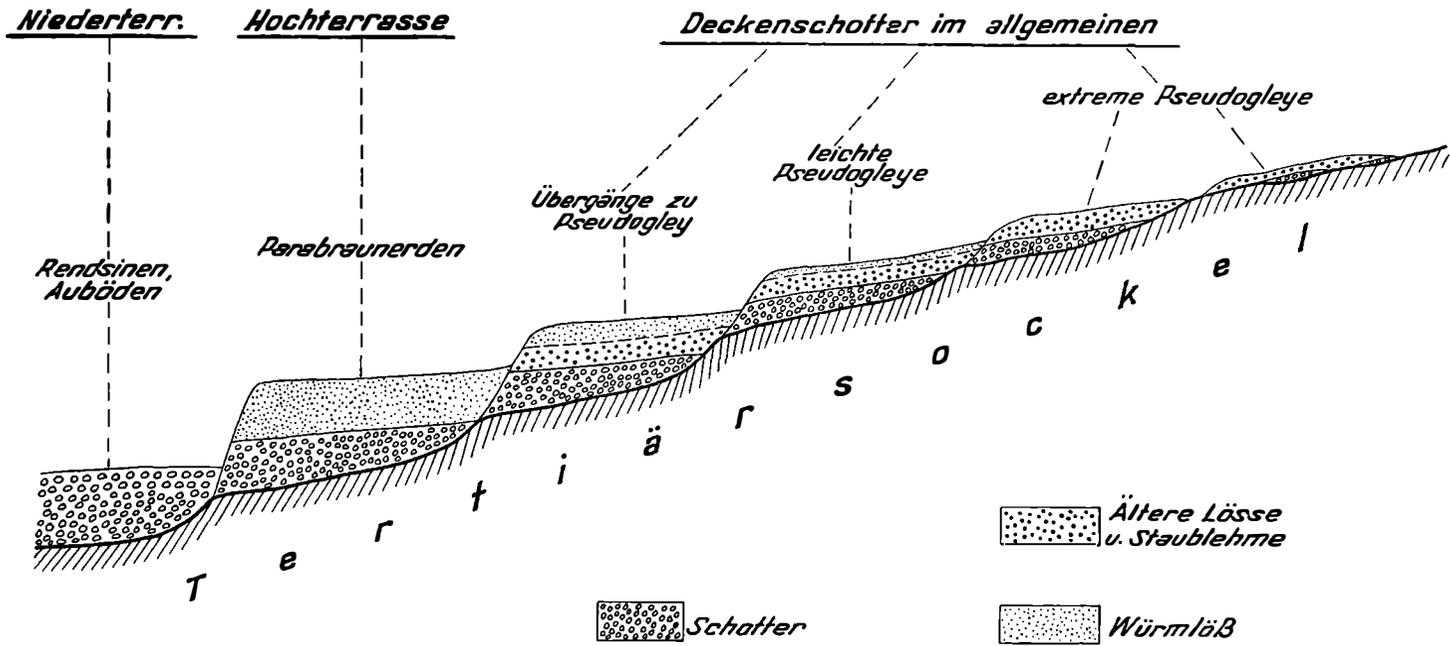


Abb. 5. Schema der äolischen Akkumulation auf Terrassen. Fossile Böden an Schotteroberkanten oder innerhalb der äolischen Deckschichten sind unberücksichtigt.

Vom Blickwinkel des Geologen, der mit langen Zeiträumen operiert, muß an diese Böden herangegangen werden, so wie dies ERHART⁷ für die Laterite getan hat.

Die Buntheit der Bodendecke, die den Forscher im Gelände ebenso wie den Betrachter einer Bodenkarte im ersten Augenblick verwirrt, erklärt sich somit aus dem komplexen Wirken der oben geschilderten Faktoren. Erkennt man aber die Zusammenhänge, dann lösen sich manche Fragen der Bodentypensystematik, die heute teilweise schon zu beängstigendem Meinungsunterschied geführt haben, auf einfache Weise von selbst. Für den Lehrer, der die Materie nicht nur verstehen, sondern auch weitergeben soll, ist es aber wichtig, solche einfache Gesetzmäßigkeiten herauszuschälen.

So ist zum Beispiel in den letzten Jahren in zunehmendem Maße zur Systematik der großen Gruppe der Braunerden (den Böden mit ABC-Profil) und ihrem Übergang in podsolige Formen (mit Eluvialhorizont) Stellung genommen worden und dementsprechend ist eine Fülle von Bodentypenbezeichnungen im Umlauf, die hier im einzelnen nicht genannt werden sollen. Im folgenden Diagramm, gewonnen aus der Geländeerfahrung des österr. Raumes, ergibt das Wirken der beiden Faktoren Niederschlag (Klima) und Bodenart den Schlüssel zur Gliederung.

Ausgangsmaterial	—————→ steigende Niederschläge			
lehmig, tonig	Braun- erde	Parabraun- erde (<i>sol brun les- sivé</i>)	Übergangs- form (ver- gleyte Para- braunerde)	Pseudo- gley
sandig		podsolige Braunerde	Semi- podsol	Podsol

Mit anderen Worten: Der Prozeß der Podsolierung geht nur bei leichtem Substrat vor sich, bei bindigem Ausgangsmaterial kommt es zur Tonverlagerung in den Unterboden und als weitere Folge zum Tagwasserstau.

Ein anderes Beispiel ist die „Entwicklung“ der Auböden nach Absenkung des Grundwasserspiegels, ein Vorgang, der sowohl als geologischer Prozeß in längeren Zeiträumen des Holozäns als auch durch menschlichen Einfluß in relativ kurzer Zeit eintreten kann. Hier ist es praktisch nur mehr das Klima, welches folgende Reihe bewirkt:

F e u c h t g e b i e t	T r o c k e n g e b i e t
Grauer Auboden	Grauer Auboden
Brauner Auboden	tschernosemartiger Auboden
Braunerde	Tschernosem

Vielleicht erscheint dem Fachwissenschaftler ein System, wie es in den beiden Beispielen skizziert wurde, zu schematisch, der Geograph hingegen wird es begrüßen, da er gezwungen ist, mit einfachen Vorstellungen über die Bodenentwicklung zu operieren, wenn er diese dem Schüler weiter vermitteln will.

⁷ H. ERHART, La genèse du sols en tant que phénomène géologique. Paris 1956.

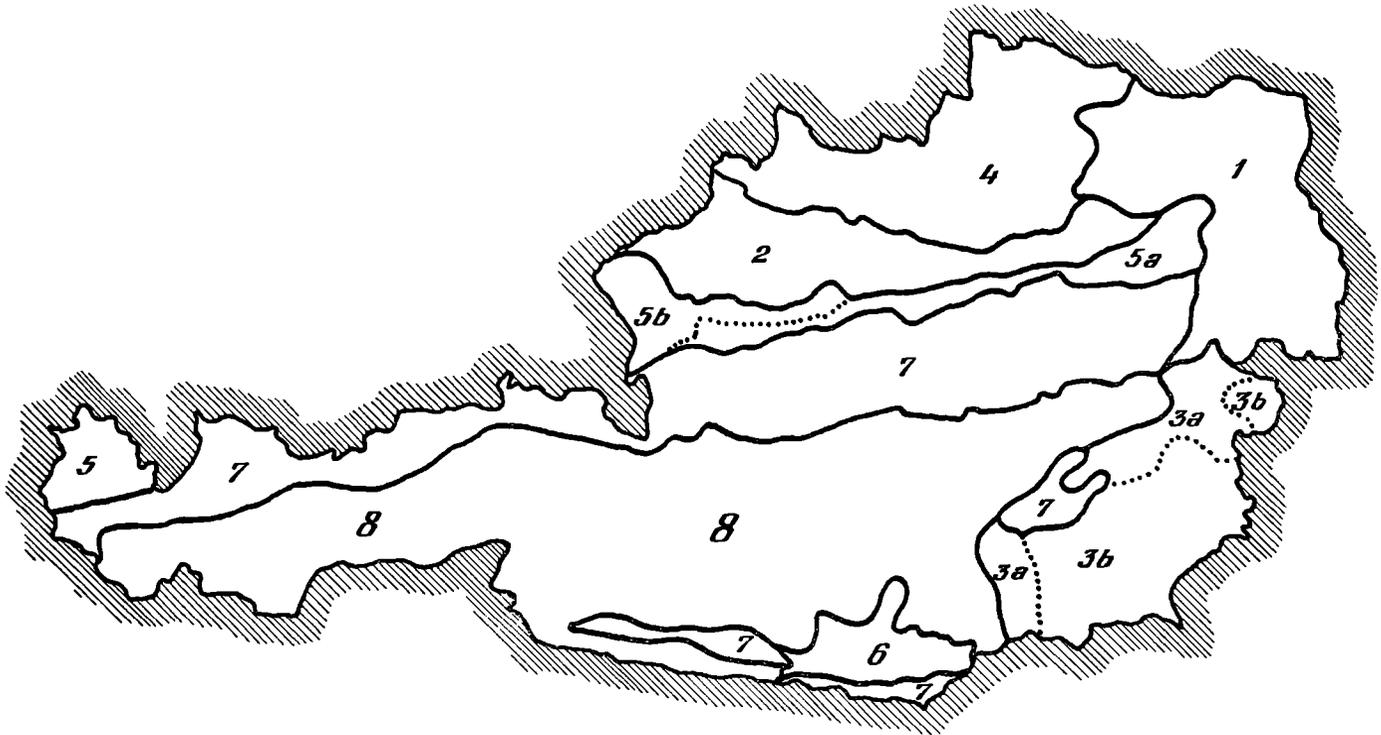


Abb. 6. Die Bodenprovinzen Österreichs; Erklärung im Text.

Eingangs wurde erwähnt, daß im Rahmen der länderkundlichen Betrachtung die beste Gelegenheit besteht, die Bodenkunde einzubauen. Es wird somit notwendig sein, die verschiedenen Bodentypen in ihrer räumlichen Gruppierung zu erfassen. In Abb. 6 ist der österr. Raum in „Bodenprovinzen“ gegliedert, wobei dieser von der belgischen Bodenkartierung übernommene Begriff ein Gebiet darstellt, welches durch eine bestimmte Vergesellschaftung bzw. das Hervortreten oder Fehlen bestimmter Bodentypen charakterisiert ist. In Österreich läßt sich folgende Gruppierung treffen:

1. Trockengebiet (pannonischer Klimabereich)
2. Alpenvorland ohne Moränengebiete
3. SO-Abdachung der Alpen und Vorland
4. Böhmisches Massiv (Wald- und Mühlviertel)
5. Flyschzone und anschließendes Moränenvorland
6. Klagenfurter Becken
7. Kalkalpen (nördliche, südliche Kalkalpen und Kalkgebiete innerhalb der Zentralalpen)
8. Zentralalpen

Aus dieser Gruppierung ist ersichtlich, daß jene Faktoren, die den Einzelstandort bestimmen, auch dem größeren Raum das Gepräge geben: Gestein, Klima und Relief (Höhenstufe). Wenn oben gesagt wurde, daß eine bestimmte Vergesellschaftung von Bodentypen für jede der pedologischen Provinzen bestimmend ist, so gilt nicht für alle Bodentypen der gleiche „Zeigerwert“. Einige sind „Durchläufer“, deren Auftreten an bestimmte lokale Faktoren gebunden ist und die sich daher in allen Landschaften wiederholen, z. B. Grundwassergleye, Auböden, Moore usw.

1. Den breitesten Raum muß die Besprechung des österr. Trockengebietes einnehmen, da das pannonische Klima sehr interessante Bodentypen zur Ausbildung brachte. Rund 600 (und weniger) Millimeter Niederschläge fallen jährlich bei ungefähr 8—9° Jahrestemperatur. Wirksam aber werden oft nur viel weniger Niederschläge, denn der Wind übt einen starken Einfluß aus. Ehe noch der Boden richtig durchfeuchtet ist, trocknet er bereits wieder ab. Die Grenze gegen die humideren Landschaften verläuft etwas westlich jener zwischen Wald- und Weinviertel, so daß fast das ganze Horner Becken und ein Teil der Wachau in das Trockengebiet fallen, zieht südlich des Tullner Feldes, spart den Wienerwald aus, umschließt das südliche Wiener Becken und geht in südöstlicher Richtung südlich Mattersburg in den ungarischen Raum.

Geologisch-morphologisch kann gegliedert werden in: 1. Hügellandschaften (Weinviertel, auch Mattersburger Becken), die über einem tertiären Sockel aus Sanden, Tonen, Mergeln und Schottern eine mehr oder minder mächtige Lößkappe tragen. 2. Große Beckenlandschaften (Tullner Feld, Wiener Becken, österr. Anteil an der Kleinen ungarischen Tiefebene), in denen mächtige Schotterkörper z. T. mit Löß, z. T. mit Flugsand bedeckt sind und Alluvionen nur in den stromnahen Teilen vorkommen. 3. Durchspießungen des tieferen Untergrundes in der Klippenzone und dem Leithagebirge, wo das feste Gestein (Kalk, Kristallin) Anlaß zu streng substratgebundenen Böden gibt.

Der wichtigste Bodentyp des Trockengebietes ist der Tschernosem (Tschernosjom, Steppenschwarzerde). Dieser ist ein AC-Boden (s. o.) auf Lokersediment. Mit ganz wenigen Ausnahmen (kalkfreier Tschernosem) ist er bis an die Oberfläche kalkig. Von krümeliger Struktur, wobei die Krümel auf die

Tätigkeit der Regenwürmer, die nach und nach den ganzen grauschwarzen Humushorizont und den Übergang zum C-Horizont durchgearbeitet haben, zurückgehen. Im Darm der Tiere gehen durch chemische und biologische Prozesse Humus- und Tonkolloide eine enge, dauerhafte Verbindung ein (Mull). Die Tschernoseme sind sehr fruchtbar, denn sie haben eine hohe nachschaffende Kraft (große Mineralreserven). Der überwiegende Teil von ihnen ist aus Löß entstanden, wenige wurden aus Kalksand, Tegel oder Flugsand gebildet. Auf den Löß ob seiner besonderen Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit ist stets besonders hinzuweisen. Er hat ein weit verzweigtes System von Kapillarröhren, welches sich aus seiner Genese erklärt: In den Kaltzeiten des Pleistozäns war die periglaziale Landschaft nur mit einer dürrtigen Grasvegetation bedeckt, auf die der Staub aufgeweht wurde. Die eingeschlossenen Halme und Wurzeln ließen Hohlräume zurück, die meist durch Kalzit ausgekleidet und so gefestigt wurden. Die Kapillaren ermöglichen eine besondere Speicherefähigkeit für Wasser und gleichzeitig auch eine sehr gute Luftzirkulation.

Der Tschernosem ist ein AC-Boden, weil die Voraussetzungen für eine Verwitterung, das heißt sekundäre Tonbildung (= Verlehmung, kenntlich an der Verbraunung und Bildung eines B-Horizontes) nicht vorhanden sind. Im Winter fehlt die Wärme und im Sommer die Feuchtigkeit, ohne welche dieser chemische Prozeß nicht ablaufen kann. Gleichzeitig verhindert auch der hohe Kalkgehalt jede beginnende Versauerung und damit ebenfalls die Möglichkeit einer Umwandlung primärer (Silikat-)Mineralien zu sekundär gebildeten Tonmineralien. Die Abfallprodukte der Vegetation, die stets nur im Frühjahr zu sprunghaftem Leben erwächst, können in der folgenden Zeit auch nicht abgebaut werden und so erklärt sich der große Anteil an Humus im Boden.

Freilich liegt das österr. Trockengebiet an der äußersten Grenze der osteuropäischen Steppen, für welche obige klimatische Bedingungen gelten, so daß ein sich selbst überlassenes Stück Land sehr bald mit Busch und Wald bedeckt wäre, wie etwa das Naturschutzgebiet der Perchtoldsdorfer Heide, das sich immer mehr mit Wald überzieht. Stets wurde aber durch den Menschen der Wald ferngehalten und so immer wieder ein Biotop geschaffen, das sehr nahe dem einer natürlichen Steppe liegt. Dieser Eingriff in die Landschaft erfolgte schon sehr früh, vor 5000 Jahren, zu einer Zeit also, in der die postglaziale Wärmezeit, in der die Bildung des Tschernosems eine natürliche war, ganz allmählich überging in eine etwas humidere Periode, welche dem Wald ein Vordringen nach O ermöglichte. Dieses Vordringen wurde aber durch den Ackerbau des Neolithikers vereitelt oder auf die nicht in Kultur genommenen Flächen beschränkt. Der anthropogene Eingriff in die Landschaft war relativ leicht, da unser ganzes Trockengebiet, regional gesehen, nur eine Übergangszone zwischen Waldland und Steppe darstellt. Dies beweist die räumliche Stellung des Tschernosems zum zweiten wichtigen, ebenfalls im Trockengebiet beheimateten Bodentyp, der Braunerde. Ersterer ist immer in tieferen Lagen, letztere in den höheren, niederschlagsreicheren Lagen, meist noch unter standortsmäßig richtigem Eichen-Hainbuchen-Wald anzutreffen. Allerdings wurde die natürliche Grenze zwischen den beiden Bodentypen durch den Menschen stark, jedoch nicht völlig verwischt: Die Fortsetzung des Alpenkörpers durch das Weinviertel (Klippenzone) trägt vorwiegend Braunerden, ebenso wie die großen hochliegenden Schotterkörper des Hollabrunner und Mistelbacher Schotterkegels und schließlich auch das ganze Horner Becken, während die Tschernoseme in der großen Mulde nördlich Hollabrunn, an den Rändern der Laaer-

bucht — die Tieflagen sind von „Smonitza“ bedeckt — und vor allem auf der ausgeprägten Ebenheit um 200 m östlich von Zistersdorf zu finden sind. Selbstverständlich auch auf den tieferen lößbedeckten Terrassen. Eine ähnliche Gliederung ergibt sich in der Senke von Eisenstadt und dem Mattersburger Becken.

Die Braunerde hat als besonderes Kennzeichen unterhalb der Krume (Humushorizont) den sepiabraun gefärbten B-Horizont, ist daher ein ABC-Boden. Obwohl überwiegend aus Löß gebildet, ist sie in der Regel kalkfrei, da der Prozeß der Verbraunung erst nach Entkalkung möglich ist. Nur kolluviale und unreife, junge Formen weisen einen Kalkgehalt auf. Die Humusform ist ebenfalls Mull, der A-Horizont ist krümelig, der B-Horizont hingegen hat meist blockige Struktur. Profiltiefe bis zur Oberkante des C-Horizontes durchschnittlich 80 cm; ein guter Standort für Wald, aber auch für die Landwirtschaft sehr günstig.

Die mitteleuropäische Braunerde ist, wie dies schon die Pioniere der Pedologie erkannt hatten, ein sehr labiler Bodentyp, d. h., die Braunerde ist eigentlich der Übergang vom verbrauchten Tschernosem zu stärker degradierten Formen, die der Lessivé-Reihe (Parabraunerde) zuzuordnen sind. Es zeigt sich nämlich, daß auch die „echten“ Braunerden im Trockengebiet schon erste Anzeichen von *coatings* (Häutchen von Ton um die Aggregate) aufweisen, daher also eine gewisse Tonverlagerung (Lessivage = Auswaschung) erkennen lassen (vgl. auch Abb. 4).

Schon bei der Besprechung des Tschernosems wurde auf die große Bedeutung des menschlichen Eingriffes in die Landschaft hingewiesen. Bei der Braunerde tritt dieser weniger in Erscheinung, da sie meist unter alteingesessenem Wald liegt, welcher keine starke Bodenerosion aufkommen läßt. Innerhalb des Tschernosems aber ist sie bedeutend. Im Vergleich mit ähnlichen Landschaften in den USA fällt allerdings auf, daß bei uns diese Erosion überwiegend flächenhaft denudativ erfolgt, während die lineare Erosion nicht die Ausmaße der „bad-lands“ Nordamerikas, aber auch nicht der „Balki“-Landschaft an den südrussischen Strömen annimmt. Das Überwiegen der flächenhaften Abtragung führt dazu, daß in vielen Teilen der zu weichen Hügeln modellierten Landschaft die Tschernoseme nur mehr als kleine dunkle Flecken („Inseltschernoseme“) zu finden sind. Durch 5000 Jahre hindurch brachte die Bearbeitung des Bodens immer neue Abtragungen und neue Bodenbildungen mit sich, so daß heute ganze „Generationen“ von Rohböden und Tschernosemen vorhanden sind.

In Hanglagen treten somit Rohböden, und hier wieder entsprechend dem Substrat besonders Löß-Rohböden, auf. Diese zeigen ein sehr einfaches AC-Profil: Dem reinen, frischen Löß oder Sand ist ein blasser, schwachhumoser A-Horizont, welcher der Beackerungstiefe entspricht, aufgesetzt.

Entsprechend der großen Verbreitung der Rohböden im Trockengebiet muß auch der Krumenabtrag der ehemaligen Böden beträchtlich sein. An Unterhängen sowie in weichen, flachen Mulden („Sutten“) und an kleineren Gerinnen ist er als „Kolluvium“ zusammengeschoppt und bildet einen sehr fruchtbaren Boden. Diese Art von Kolluvium, das infolge seines Alters typenmäßig bereits wieder zum AC-Boden tendiert, würde treffend als „Muldentschernosem“ zu bezeichnen sein. Muldentschernoseme sind oft sehr ähnlich ehemals anmoorigen Böden, d. h. Böden, die ihren Anmoorcharakter (Unterwasserhumusbildung) infolge Trockenlegung vollständig verloren haben. Solche ehe-

mals anmoorige Böden werden nach einem serbischen Bauernnamen „Smonitza“ genannt⁸.

Die „Smonitza“ hat einen ähnlichen Profilbau wie der Tschernosem, ist nur durch intensivere Schwarzfärbung, etwas scharf-kantige Struktur und meist etwas schwerere Bodenart unterschieden. Da die „Smonitza“ stets die tiefsten Teile des Trockengebietes, ohne den Bereich der großen Gerinne mit Auböden, bedeckt und diese oft abflußlos sind, kommt es öfter zur Konzentration von Salzen; dies zeigt besonders die Laaer Bucht, aber auch der Seewinkel östlich des Neusiedler Sees, in dem es wie im angrenzenden ungarischen Raum zur Bildung von Salzböden kommt.

Die großen weiten mittel- bis altpleistozänen Schotterfelder, die das Trockengebiet durchziehen, sind nicht immer von einer Lößhaut überzogen; oft liegt eine dünne Lage eines Flugsandes auf ihnen, der meist ganz in die Bodenbildung einbezogen ist. Stets hat sich auf diesen Standorten nur ein schwachhumoser, dunkelbrauner kalkfreier Tschernosem bilden können. Die Entstehung dieses Bodens ist noch problematisch, doch glaube ich auf Grund von Beobachtungen von Böden auf tertiären, kalkreichen (!) Sanden, daß die Hauptursache für die verschiedene Bodenentwicklung im Substrat liegt: Einmal Löß mit höchstem Staubanteil und bester Wasserhaltung, das andere Mal Sande bis Grobsande ohne kapillaren Hub. Auch die Beobachtung, daß bodenartig leichter, sandige Tschernoseme an Stelle des „normalen“ grau-schwarzen Farbtons ein spezielles Dunkelbraun zeigen, muß hier vermerkt werden. Kalkfreier und kalkiger Tschernosem liegen somit in der Entstehung sehr nahe beisammen, was sich auch aus der häufigen Verzahnung der beiden Subtypen ergibt.

In den tieferen, meist noch vom Grundwasser stark durchpulsten Stromebenen sind die Auböden anzutreffen. Der wichtigste Vertreter in der Reihe der Auböden ist der Graue Auboden. Er ist ein sehr humusarmer, meist nur schwach lehmiger Sandboden, der infolge der Übersandung und Überschlickung durch den Strom schichtig aufgebaut ist. Seine große Jugend ließ noch keine Verwitterung aufkommen, daher auch die graue Farbe. Seine Qualität ist von der Höhe des Grundwasserspiegels abhängig. Charakteristisch ist, daß bei Grundwasserabsenkung der Graue Auboden im Trockengebiet immer zu einem tschernosemähnlichen Boden wird, während er im Feuchtgebiet die „Entwicklung“ zur Braunerde nimmt. Der Motor für die Entwicklung liegt daher nicht im Boden, sondern in dem durch natürliche oder menschliche Einflüsse veränderten Grundwasserspiegel, setzt somit erst dann ein, wenn der „Auboden“ schon der Audynamik entzogen ist.

Lokalen Charakter innerhalb des Trockengebietes haben viele verschiedene junge äolische Sedimente: 1. Durch die Schafweide im Mittelalter der schützenden Grasnarbe beraubt, wurden weite Schotterfelder (z. B. Gänsersdorfer Terrasse im Marchfeld) von jungen Flugsanddünen überdeckt; kostspielige Aufforstungen sind dort erforderlich. 2. Durch Grundwasserabsenkungen im Zuge der Donauregulierung, Abholzung des Auwaldes und intensive Beackerung kommen die sandigen Deckschichten in Bewegung, die Schadensflächen bleiben aber sehr eng begrenzt (Praterterrasse im Marchfeld). 3. Staubdecken auf kristallinen Gesteinen (Manhartsberg, Raum um Retz, Leithagebirge u. a.) scheinen ebenso wie jene auf dem römischen Lager Carnuntum auch

⁸ Der Typenbegriff entspricht streng wissenschaftlich eigentlich der Crnica der serbischen Pedologen, wurde daher unter Anführungszeichen gesetzt.

der geschichtlichen Zeit anzugehören. Neben den Flugsanden und ihrer rezenten Mobilisierung stellt die Flugerdegefahr ein noch größeres Problem dar, da durch sie die besten Böden zu Schaden kommen. Für die Bildung von Flugerde sind jene Gebiete geradezu prädestiniert, in denen nach Grundwasserabsenkung aus den ehemals amnoorigen Flächen Landböden wurden; weiters die wenigen Niedermoore im Trockengebiet. Hier muß die feuchte Ebene des Wiener Beckens, die Laaer Bucht und der Hanság im Seewinkel besonders erwähnt werden.

Ganz vereinzelt treten auch Rendsinen im Trockengebiet auf (Juraklippen im Weinviertel, Leithagebirge), denen oft ein hoher Staubanteil beigemischt ist. Eine ebensolche äolische Komponente scheint auch bei den auf kleinsten Raum beschränkten AC-Böden auf festem, saurem Muttergestein vorzuliegen, die noch bei der Besprechung des Böhmisches Massivs erläutert werden⁹.

2. Das Alpenvorland hat bereits feuchteren Charakter, d. h. die Niegenschläge betragen 700 mm und mehr bei Jahrestemperaturen zwischen 7 und 8°. Der Schlier, ein sandig-mergeliges, weiches Gestein, bildet den Unterbau aller jener fluviatil-kaltzeitlich geschaffenen Formen, die das Landschaftsbild des Alpenvorlandes beherrschen. Diese reichen von alt- und ältestpleistozänen Fluren, die bereits stärkst aufgelöst sind und nur mehr wenige Ebenheiten mit vereinzelten Schotterkappen tragen, bis zu den modellartigen Terrassenlandschaften nahe den Seitenflüssen der Donau. In den letztgenannten, gut erhaltenen Terrassen ist der Schlier nur der Sockel und gleichzeitig Grundwasserträger, über ihm liegen Schotter und, wie über der ganzen Landschaft, Löss und Staublehne als Ausgangsmaterialien für die Bodenbildung. In den erstgenannten Räumen mit stark aufgelösten Fluren hingegen sind Schotter, Löß oder Staublehm fast ganz verschwunden (solifluidal entfernt) und der Schlier wird zum Muttergestein; auf ihm meist nur schwach vergleyte Böden.

Die Niederterrassen, denen bekanntlich der Lößmantel fehlt, bilden in dieser Bodenprovinz eine Ausnahme. Rendsinaähnliche Böden sind auf den Kalkschottern entstanden, da das Grundwasser meist viele Meter tiefer liegt und keine Wirkung auf die Oberfläche ausüben kann (siehe Welser Heide, Schotterflächen entlang der Ybbs, Erlauf, Traisen usw.). Der land- und forstwirtschaftliche Wert dieser Böden ist sehr gering. Ähnlich verhält es sich auch mit dem Steinfeld im südlichen Wiener Becken, das bereits im Trockengebiet liegt (vorher aber nicht erwähnt wurde).

Die Austufe entlang der Donau, im Eferdinger Becken und Machland breit, sonst nur ein schmaler Streifen, zeigt wieder die Aubodenserie.

Eine weitere Sonderstellung nimmt der Hausruck, aufgebaut aus tertiären Schottern, ein. Seine Böden weisen infolge großer Durchlässigkeit und hoher Niederschläge bereits eine podsolige Tendenz auf.

Ansonsten besteht bezüglich der Bodenbildung im Alpenvorland eine klar erkennbare Gesetzmäßigkeit. Die äolischen Substrate Löß und Staublehm verhalten sich sehr ähnlich, sodaß sich die Unterschiede vor allem von O gegen W aus den steigenden Niederschlägen ableiten lassen (vgl. Abb. 4). Aus der

⁹ Literatur für diesem Abschnitt:

FINK J., Das Marchfeld; Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. Mit einer Bodenkarte 1:100.000. Vh. Geol. BA. 1955, Sonderheft D.

FINK J., Zur Systematik fossiler und rezenter Lößböden in Österreich. Vh. VI. Int. bodenkdl. Kongreß, Paris 1956.

FRANZ H., Zur Kenntnis der „Steppenböden“ im pannonischen Klimagebiet Österreichs. „Die Bodenkultur“, Bd. 8/2, 1956.

FRANZ H., u. a. A., Zur Kenntnis der jungquartären Ablagerungen und Böden im Leithagebirge und im Raum von Retz. Vh. Geol. BA. 1957/2.

Lößbraunerde mit einer geringen Anreicherung des Tones im B-Horizont, die aber wahrscheinlich nicht nur durch eine Oxydation in situ, sondern schon mit einer ganz leichten „Lessivage“ zusammenhängt, wird ein *sol brun lessivé* oder wie der deutsche Terminus dafür heißt, eine „Parabraunerde“. Auch der jugoslawische Begriff der „Gainjatscha“ dürfte nach dem, was aus der Literatur abgelesen werden kann, synonym sein. Die Verdichtung des B-Horizontes hindert die Niederschläge am weiteren Einsickern, so daß es zum Tagwasserstau in den oberen Bodenhorizonten (dem Humus- und dem Eluvialhorizont = A_1, A_2), aber auch im Anreicherungshorizont (= B) kommt. Je stärker die Niederschläge, desto stärker nun die Tagwasservergleyung, bis schließlich das Endglied, ein richtiger Pseudogley, erreicht wird.

Freilich sind bei dieser „Entwicklungsreihe“ wieder Einschränkungen zu machen insofern, als sie nur für Böden gilt, die aus jüngstem Löß gebildet wurden. Vielfach tragen ältere Terrassen oder Erosionsformen aus Schlier keinen jüngsten Löß, so daß auf ihnen auch geologisch ältere Bildungen in Form von Reliktböden erhalten bleiben konnten, die bodentypologisch aber völlig gleich mit rezent gebildeten extremen Pseudogleyen sind. Auf diesen Umstand wurde bereits im allgemeinen Abschnitt hingewiesen (vgl. Abb. 5). Die Tonmineralanalyse dürfte freilich hier Unterschiede aufzeigen, doch sind darüber noch keine Untersuchungen angestellt worden.

Stellen wir abschließend die beiden Endglieder der Entwicklungsreihe, — von Rohböden ebenso wie von Restprofilen, wo etwa nur der B-Horizont erhalten blieb und die hangenden Horizonte denudativ abgetragen wurden, sehen wir ab — die Parabraunerde und den Pseudogley, einander gegenüber.

Die Parabraunerde besitzt einen mullhumosen, gut gekrümelten Humushorizont = A_1 , darunter einen fahlgelben, tonärmeren und daher weniger eisengefärbten Eluvial-Horizont = A_2 , der oft noch von Regenwürmern gut durchgearbeitet ist, doch aber, besonders in Trockenperioden, schon Anzeichen der Strukturlosigkeit aufweist. Darunter folgt ein intensiv ockerbraun gefärbter, blockig aufbrechender Anreicherungshorizont = B, dem der kalkreiche Löß = C folgt. Im Übergang in den Löß ebenso wie im Anreicherungshorizont selbst sind die Aggregatflächen mit Tongelen (*coatings*) überzogen, weshalb die ockerbraunen Aggregate beim Durchdrücken zwischen den Fingern graugelb werden und damit anzeigen, daß es sich um eine Anlagerung von Tonhäutchen und keinen durchgehenden Oxydationsprozeß handelt, wie er für die „echten“ Braunerden gefordert wird, aber auch bei diesen schon problematisch ist (vgl. oben). Diese Art der Tonverlagerung, eine mechanische Durchschlammung, wird neuerlich, auch von deutschen Autoren, „Lessivage“ genannt, obwohl die französische Bezeichnung, streng genommen, eine Auslaugung und damit einen Vorgang bei der Podsolierung bezeichnet; bei diesem Vorgang tritt eine Destruktion des Tones und dann eine Verlagerung der einzelnen Bauelemente ein. Wenn wir aber diese beiden Prozesse der „Podsolierung“ und „Lessivage“ zu trennen verstehen, weil wir die Ursachen erkannt haben (verschiedene Bodenart), ist die terminologische Verwirrung, die sich aus einer „Lessivage“ im weiteren und einer solchen im engeren Sinn ergeben würde, nicht allzu störend.

Der Pseudogley ist charakterisiert durch stark wechselnde Wasserhältnisse. Stärkste Durchfeuchtung bedingt eine insbesondere für den A_2 -Horizont charakteristische Strukturlosigkeit, während stärkste Austrocknung in der Zeit der Trockenklemme oft eine steinartige Verhärtung mit sich bringt.

Der ehemalige Anreicherungshorizont der Lessivé-Reihe ist zu einem gänzlich vergleyten Staukörper geworden. Grobprismatische Absonderung charakterisiert diesen Horizont, wobei die rötlichbraun gefärbten, meist sehr dichten Strukturkörper mit oft mehrere Millimeter dicken, fahlfarbigen Rinden überzogen sind. Diese fahlen Flächen entlang der Schwundrisse, den Leitbahnen des Wassers, entstehen durch Sauerstoffentzug, teils auch durch Gerbsäurewirkung mancher Wurzeln, besonders der von Eichen. Charakteristisch sind ferner kleine, stecknadelkopfgroße bis erbsengroße braunschwarze Konkretionen aus Mangan und gerbsaurem Eisen. Besonders in frisch gegrabenen Profilen werden diese Konkretionen durch den Spaten strichartig verschmiert und geben sofort einen Hinweis auf diesen Bodentyp.

Es ist verständlich, daß sich der land- und forstwirtschaftliche Wert des Pseudogley nach der Stärke der Wechselfeuchtigkeit richtet, so daß bei geringer Intensität noch sehr gute Wiesen gedeihen können; teilweise kommt er auch noch für Ackernutzung in Frage. Hier täuscht oft der visuelle Eindruck, weil Gleyerscheinungen stets besonders ins Auge springen, ohne deshalb gleich eine Behinderung des Pflanzenwachstums darzustellen. Es ist also bei der wertmäßigen Einschätzung große Vorsicht am Platz. Vor allem ist das Ausgangsmaterial genau zu beachten. Generell sind die der „Lößlandschaft“ entstammenden Pseudogleye der Nordabdachung der Alpen weit besser als die gleichen Typen der „Staublehmfazies“ der Südostabdachung (s. u.)¹⁰.

3. Die Südostabdachung der Alpen und deren Vorland bildet die dritte Bodenprovinz. Ebenso wie im Pleistozän nimmt sie auch heute eine Sonderstellung ein. Während die Temperaturen völlig gleich mit denen des Trockengebietes sind, fallen weit mehr Niederschläge (700 im Übergangssaum bis zu 950 mm im Raum von Radkersburg). Die Wirksamkeit dieser Niederschläge wird noch verstärkt durch das Fehlen von austrocknenden Winden, wie sie für das Trockengebiet charakteristisch sind. Eine eigene, die illyrische Vegetation stellt sich ein und für die Landwirtschaft ergibt sich die Möglichkeit eines Zwischenfruchtbaues, d. h. einer zweiten Ernte während des Sommers. Allerdings stehen die Böden dieses Raumes in Bezug auf ihre Qualität weit hinter denen des Trockengebietes, sie müssen sogar zu den schlechtesten von Österreich gezählt werden. Die Erklärung hierfür liegt wieder allein in der geologischen Geschichte des ganzen Landschaftsraumes, der in eine Zone am Alpenrand (3 a in Abb. 6) und das Vorland (3 b in Abb. 6) noch weiter gegliedert werden kann.

Der südöstliche Alpenrand (3 a) besteht überwiegend aus sauren metamorphen Gesteinen. Abgesehen von lokalen Vergletscherungen ist nur die periglaziäre Wirkung vorhanden gewesen. Die Bodendecke ist daher streng den Oberflächenverhältnissen angepaßt: Auf den Hängen (im weitesten Sinn) finden sich die Böden jener Catena, die schon im allgemeinen Teil als Beispiel genannt wurde. Sie reicht von der Braunerde über die podsolige Braunerde zum Semipodsol, führt schließlich zum Podsol und ist bedingt durch steigende Niederschläge (zunehmende Meereshöhe). Die Böden dieser Catena werden noch bei den Zentralalpen besprochen, da sie in diesem Raum dominieren.

¹⁰ Literatur zu diesem Abschnitt:

FINK, J., Zur Systematik fossiler und rezenter Lößböden in Österreich. Hb. VI. Int. bodenkdl. Kongreß, Paris 1956.

FINK J., Zur Korrelation der Terrassen und Lössen in Österreich. Eiszeitalter und Gegenwart 7, 1956.

Nur die Höhengrenzen der einzelnen Böden liegen am Alpenrand bedeutend höher als im feuchteren und kühleren Gebirgsinneren.

Das Charakteristikum des südöstlichen Alpenrandes ist das Auftreten vieler Altlandschaftsreste, wobei sich auf den verschiedenen Niveaus und Fluren alte Verwitterungsdecken (Bodenbildungen des ausgehenden Tertiärs und Pleistozäns) erhalten konnten. Infolge der starken solifluidalen Einflüsse sind diese alten Verwitterungsdecken aber auch oft an Unterhängen und in kleineren Tälern zu finden. Wegen des Glimmerreichtums des Ausgangsmaterials sind sie durch einen hohen Schluffanteil gekennzeichnet, die Mineralien sind infolge ihres hohen Alters stärksten zersetzt, z. T. auch kaolinisiert. Profilmorphologisch sehen die Verwitterungsdecken Pseudogleyen sehr ähnlich, indem sie auch die starken fahlen Rinden besitzen, die sich seltener an prismatischen Strukturkörpern, häufiger in durch die Solifluktion bedingter schlierenförmiger Anordnung finden. Die für Pseudogleye charakteristischen Punktkonkretionen treten zurück. Infolge der parautochthonen oder allochthonen Lagerung dieser Verwitterungsdecken (Solifluktion) ist die Bodenart nicht homogen, ebenso wechselt auch der Grobstoffgehalt öfters in den Horizonten. Ihre rezente Dynamik scheint nicht mehr die eines Pseudogleyes zu sein, zumindest nicht die eines solchen von extremer Ausbildung, doch ist anzunehmen, daß zur Zeit ihrer Bildung in den Warm- und Kaltzeiten des Pleistozäns solche Bedingungen vorhanden waren.

Nahe dem Gebirgsfuß (Grenze von 3 a zu 3 b) treten starke Gesteinsströme auf, die sich aus breit in das Gebirge eingreifenden Talungen in die höchsten Fluren des Vorlandes fortsetzen und ebenfalls überwiegend alte Verwitterungsdecken oder Elemente von diesen tragen. Wenn diese Schuttströme über toniges Tertiär hinweggleiten, wie dies im mittleren Burgenland der Fall ist, entsteht ein Boden mit einem geologischen Zweischichtprofil (steiniger Solifluktionsschutt auf Ton), typologisch muß aber auch dieser Boden den Pseudogleyen zugerechnet werden.

Das eigentliche Vorland (3 b), die Grazer Bucht, ist streckenweise eine modellartig ausgebildete Terrassenlandschaft, die stark an das nördliche Alpenvorland erinnert. Teils sind diese Terrassen als Erosionformen im Tertiär angelegt, teils sind aber noch Schotterkörper vorhanden, allerdings nie von der Mächtigkeit wie an der Nordabdachung. Die frühere, auch von mir ehemals geteilte Auffassung ging dahin, die Deckschichten auf diesen Erosions- und Akkumulationsterrassen als Aulehme, mithin als fluviatile Bildungen, zu bezeichnen. Diese Ansicht ist heute fallen zu lassen. Der gleiche Rhythmus der Landformung hat nördliches und südöstliches Alpenvorland geformt. Stets ist die gleiche Abfolge: Tertiärsockel — Schotter — Deckschichten festzustellen. Die Schotter sind kaltzeitlich akkumuliert, wie Kryoturbarationen in verschiedenen, nunmehr bekannten Aufschlüssen eindeutig beweisen. Auch die darüberliegenden Deckschichten sind kaltzeitlich und, wie unten bewiesen wird, auf äolischem Wege hergebracht. Freilich steht diese Auffassung diametral jener von WINKLER-HERMADEN gegenüber, der sowohl an der Aulehmnatur der Deckschichten festhält, als auch die Entstehung der Terrassen in die Warmzeiten des Pleistozäns verlegt. Der Streit geht selbstverständlich nur um die Bildungszeit jener Terrassen, die von „autochthonen“ Gerinnen, das sind solche aus dem unvergletscherten Gebirge, stammen und nicht um die Terrassen der Drau und Mur, welche in Endmoränen wurzeln. Die Deckschichten auf den Terrassen sind als Staublehme zu bezeichnen, die zufolge der höheren Nieder-

schläge in situ vergleyten, wodurch die zwischengeschalteten fossilen Böden der pleistozänen Warmzeiten bisher nicht erkannt wurden. Die einzelnen Strukturkörper dieser äolischen Deckschichten zeigen ein Gefügebild, das völlig dem stark veränderter Löss entspricht. Auch die scharfe Grenze zwischen Schotterkörper und Deckschichten — bei fluviatilen Bildungen wäre eine Verzahnung die Regel — und die schon erwähnten Frosterscheinungen an der Schotteroberkante untermauern meine Auffassung, durch welche die Morphogenese der gesamten periglazialen Landschaft Österreichs in ein einheitliches Bild gebracht wird. Die Abbauwände der meisten Ziegelwerke zeigen den sedimentierten Staublehm primär stärkst vergleyt (grob-prismatische Struktur, dicke fahle Rinden, Punktkonkretionen), so daß dazwischenliegende warmzeitlich gebildete Böden sich nur sehr undeutlich abheben, da diese typologisch ebenfalls Tagwassergleye sind. Vor kurzem wurden einige Aufschlüsse mit unverkennbaren fossilen Böden bekannt, so u. a. im Ziegelwerk Groß-Petersdorf; dort liegen am höchsten Punkt der Wasserscheide zwischen Tauchenbach und Pinka nicht weniger als vier ausgeprägte fossile Böden stockwerkartig übereinander, durch dazwischenliegende Staublehme getrennt. Eine weitere Schlüsselstelle sind die verschiedenen Ziegelwerke bei St. Peter südlich Graz, wo über anmoorigen Grundwassergleyen der letzten Warmzeit rein äolische Sedimente, Löss mit geringem Kalkgehalt, folgen. Die vielen ähnlichen Sedimente, die im Zuge der Bodenkartierung in diesem Gebiet laufend aufgedeckt werden, können nur ganz allgemein hier erwähnt werden.

Auch in der Gegenwart geht die Bodenentwicklung zum Pseudogley, woraus hervorgeht, daß die pleistozänen, periglazialen Klimaräume fast völlig mit den heutigen übereinstimmen. Örtlich bedingt, treten auf den Terrassenplateaus auch bereits Grundwassergleye großflächig auf.

Nur im Bereich der untersten Flur, der Talau der autochthonen Täler, finden sich echte Aulehme, welche den Hangabtrag der Landschaft darstellen. Meist geben sie Anlaß zur Bildung von Grundwassergleyen oder Gleyauböden. Entlang der großen Ströme sind Auböden wieder ähnlich wie an der Donau oder ihren größeren Nebenflüssen ausgebildet.

Wenn der Grundwassergley auch nur örtlich auftritt, ist er aber als „Durchläufer“ in sämtlichen Bodenprovinzen zu finden. Er sei folgend festgehalten: Der Grundwassergley ist charakterisiert durch ein AG-Profil, d. h. unterhalb des Humushorizontes folgt unmittelbar ein Gleyhorizont, der durch stehendes sauerstoffarmes Grundwasser blaue und graue Farben zeigt. In vielen Fällen ist dieser Gleyhorizont in zwei Subhorizonte zu gliedern, wobei der obere den Schwankungsbereich des Grundwassers markiert und stets überwiegend rostige Färbung (Oxydation der reduzierten Verbindungen) zeigt, während der untere stets im Bereich des stagnierenden Wassers liegt und eine einheitlich graublaue Farbe aufweist. Der A-Horizont kann je nach dem Grad der Vernässung mullhumose bis anmoorige Humusform besitzen.

Die Terrassenlandschaft und ihre oben geschilderte Gesetzmäßigkeit ist aber nicht im ganzen südöstlichen Vorland (3 b in Abb. 6) anzutreffen. In einzelnen Räumen sind durch die wechselnde Folge von tertiärem Sand und Ton starke Rutschungen ausgelöst und jede „normale“ Bodenbildung unterbunden worden. Ebenso sind die Flächen auszuschneiden, wo tertiäre Schotter zu Tage treten, auf denen meist Braunerden liegen (Ries östlich von Graz). Weiters stellen eine Besonderheit die auf den oststeirischen Vulkanen auflagernden Böden dar, die typologisch meist als Rotlehme ausgebildet sind.

Aus den gleichen Gründen, aus denen für die Braunlehme ein vorholozänes Alter angenommen wird (vgl. kalkalpine Bodenprovinz), werden auch die Rotlehme, die stets an die Basalte gebunden sind, als Reliktböden aufgefaßt¹¹.

4. Das Wald- und Mühlviertel ist ebenfalls zur Gänze dem einstigen periglaziären Raum zuzurechnen, wenn von ganz lokalen, z. T. noch umstrittenen Firnflecken und Gletschern in den höchsten Teilen des Böhmer Waldes abgesehen werden darf. Es ist ein Raum, der heute durch kühles Klima bei relativ geringen Niederschlägen charakterisiert ist, weshalb die Acker-Waldwirtschaft vorherrscht und das Grünland auf die unkultivierten, sauren, nassen Wiesen beschränkt bleibt. In diesem klimatisch eher unformen Raum liegt das Schwergewicht für die Differenzierung der Bodendecke im Substrat. Über weite Flächen, insbesondere im Bereich der größeren Reliefenergie der tertiären Rumpflandschaft, ist die Bodenbildung abhängig vom festen Ausgangsmaterial, wie Granit, Gneis, Amphibolit, Schiefer usw.; Marmor treten stark zurück. Flächenmäßig mindestens gleichbedeutend sind aber die Böden, welche aus Sedimenten entstanden, die auf dem Kristallin zum Absatz kamen. Diese sind einerseits die tertiären limnischen Ablagerungen, welche im Raum Litschau-Gmünd weite Flächen bedecken oder marine Sedimente, die am S-Rand der Böhmisches Masse weit in das Innere der Rumpflandschaft eingreifen. Es sind andererseits Reste alter Verwitterung und Bodenbildung, die als „alte Verwitterungsdecken“ wie am südöstl. Gebirgsrand zusammengefaßt werden. Für den Geologen sind diese alten Verwitterungsdecken nicht immer leicht einzuordnen und es könnte sein, daß auch manche als limnisch-tertiäre Sedimente angesprochene Bildungen hierher gehören. Selbstverständlich sind die echten fossilbelegten Tertiärvorkommen im Raum Litschau-Langau (mit Kohlen) ebenso wenig hier einer Kritik unterzogen, wie die ausgedehnten Kaolinvorkommen im Mühlviertel, die in kleinen Resten auch im Waldviertel auftreten (dort „Tachert“ genannt) oder die Sedimente im Raum südlich Rohrbach. Alle diese sind echte tertiäre Relikte. Oft sind diese aber von pleistozänem Schutt und holozäner Bodenbildung überdeckt, wie dies ein Aufschluß an der Straße Sandl—Karlstift instruktiv zeigt (vgl. Abb. 7):

Der Granit (1) ist tief kaolinisiert (2), darüber folgt ein Solifluktionsschutt (3), der durch Frostverwitterung aus den Wollsackformen der Umgebung entstanden und flächenhaft über den kaolinisierten Granit gebreitet wurde. Aus diesem Solifluktionsschutt ist der holozäne Boden, ein Semipodsol (4), entstanden.

Neben den alten Verwitterungsdecken sind auch äolische Sedimente auf dem Kristallin weit verbreitet. Bis zum Meridian von Zlabings reichen vom Weinviertel her Löss, die im O noch den Charakter von Braunerden haben und gegen W zu immer mehr, so wie im Alpenvorland, zu lessivierten und pseudovergleyten Formen überleiten. Ebenso flächenhaft, wenn auch nicht in dieser großen Verbreitung, bedecken Löss den Abfall des Massivs gegen S, der dort durch verschiedene ältest- und altpleistozäne Terrassen getrept ist.

¹¹ Literatur zu diesem Abschnitt:

FINK J., Die Bodenverdichtung im südöstlichen Österreich und ihre praktischen Auswirkungen. „Die Bodenkultur“, 5. Jg., Heft 2, 1951.

FINK J., Erläuterungen zur geologischen Karte Blatt Mattersburg—Dtsch. Kreuz. Geol. BA., Wien 1957 (mit einer Bodenkarte 1:100.000).

FINK J., Leitlinien der quartärgeologischen und pedologischen Entwicklung am südöstlichen Alpenrand. Mitt. Österr. Bod. Ges. 3, 1959.

WINKLER-HERMADEN A., Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum. Denkschrift. Akad. d. Wissenschaften, 110. Bd., 1. Abt., 1955 (dort weitere Literaturhinweise).

Besonders deutlich sind solche Terrassen im Raum von Ottensheim sowie zwischen Linz und Grein festzustellen, selbstverständlich auch in den durch die Donau abgetrennten Massivteilen Kürnberg, Neustadtler Platte und Dunkelsteiner Wald, weniger im Sauwald, wo die anlagernden tertiären Sedimente eine Hügellandschaft bilden. Auch in die Täler des Weinviertels ziehen von S (Ispër, Raum von Böckstall) ebenso wie von O (Kremstal) Lössе hinein. Diese haben meist infolge der trockenen Standortbedingungen noch den Charakter von Braunerden bis Parabraunerden, während die z. T. alten Lössе auf den pleistozänen Niveaus die analogen Pseudogleyserscheinungen des Alpenvorlandes aufweisen.

Ein weiteres äolisches Element, das allerdings nur am Rand gegen das Trockengebiet zu beobachten ist, sind junge Staubdecken auf Kristallin (s. u.).

Aus dem Kristallin selbst sind durchwegs leichte Böden, meist lehmige Sande geringer bis mittlerer Gründigkeit und wechselndem Steingehalt, ent-

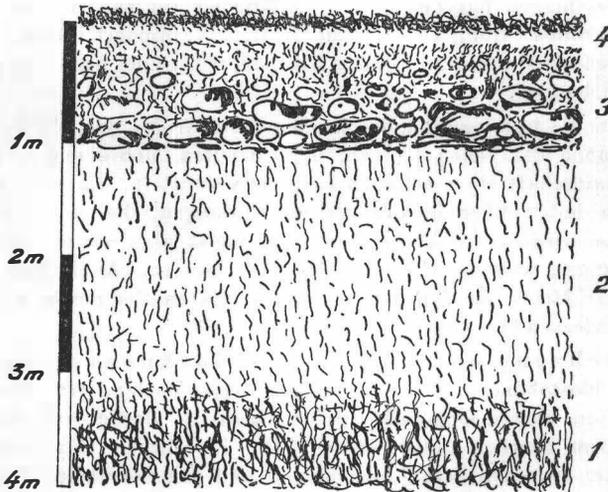


Abb. 7. Schema der Verwitterung und Bodenbildung im Wald- und Mühlviertel. Erklärung im Text.

standen, die nach dem Basengehalt des Muttergesteins gute, mittlere oder wenig ertragreiche Böden liefern. Ausgesprochen mager werden die Böden im Bereich des Weinsberger Granites und mancher ähnlicher Granite, dessen grusiger Zerfall der Durchschlammung starken Vorschub leistet. Dort ist der Raum, in dem die interessanten Wollsackformen als Zeugen pleistozäner periglazialer Verwitterung zu finden sind, es ist aber auch jener Raum, in welchem die schlechtesten Bedingungen für die Landwirtschaft bestehen. Wer den Arbeitsaufwand und den geringen Ertrag auf diesen von Felsbuckeln durchsetzten Flächen etwa im Raum Martinsberg—Traunstein kennt, wird verstehen, daß kein Unterschied gegenüber den Schwierigkeiten in den Bergbauerngebieten im alpinen Bereich besteht.

Ebenso dürrftig sind die tertiären Sandflächen im Raum Gmünd—Litschau, wo unter Acker sogar substratgebundene Podsole zu beobachten sind. Im Gegensatz hiezu liegen auf den höchsten Teilen des Wald- und Mühlviertels klimatisch bedingte Semipodsole, die dort die normale Bodenbildung darstellen.

Schließlich darf auch auf die am Rand gegen das Trockengebiet und in kleinen Felsinseln in letzterem selbst auftretenden jungen Flugstaubdecken hingewiesen werden. Der Grenzsaum Wald- gegen Weinviertel ist der älteste Siedlungsraum, er mag schon immer wegen der Nähe des wasserführenden und schattenspendenden Waldes den Jäger und den Siedler mehr angezogen haben als der Kernraum der Lößlandschaft, woraus sich erklärt, daß im Zentrum der Lößlandschaft nur sehr wenige urgeschichtliche Stationen liegen. Diese starke Besiedlung am Rande des Waldviertels hat aber ihre Spuren in der Vegetation und Bodendecke hinterlassen. Bis ins Mittelalter hinein sind die Böden nicht zur Ruhe gekommen, haben die starken Abholzungen den Abtrag der ursprünglichen Bodendecke durch Wind und dann die Anlagerung von Sand- und Staubdecken ermöglicht. Diese jungen und unreifen Böden weisen ein AC-Profil auf, haben sie doch eine gehemmte Verwitterung (Trockenheit). Sie sind sehr ähnlich solchen Formen, die direkt aus festem Fels entstanden sind und schon im Trockengebiet selbst liegen, für welche FRANZ den Namen „Xeroranker“ vorgeschlagen hat (Ranker = AC-Boden auf saurem, festem Muttergestein; Weiterentwicklung zur Braunerde wird verhindert durch die Trockenheit). Diese bedecken aber nur kleinste Flächen, meist sind noch Reste „magerer“ Braunerde vorhanden.

Man kann die pedologische Beschreibung des Wald- und Mühlviertels nicht abschließen, ohne die vielen kleinen, eingestreuten Moore erwähnt zu haben, welche der Landschaft einen seltenen Liebreiz vermitteln. Anmoorige, vergleyte, saure Wiesen leiten über in organogene Bildungen, die stets an der Basis mit einer Niedermoorentwicklung beginnen, meist aber gegen die Oberfläche schon Übergangs-, weniger Hochmoorcharakter zeigen. Auffallend ist die Gebundenheit der Moore an den Bereich der tertiären Sedimente und der alten Verwitterungsdecken¹².

5. *Flyschzone und nördliches Moränenvorland.* Ähnlich wie an der Südostabdachung der Alpen und deren Vorland sind auch hier zwei Sublandschaften zusammengefaßt, welche sich in Bezug auf Substrat und Oberflächenform deutlich unterscheiden: Die Flyschzone (5 a in Abb. 6) als schmaler Saum zwischen dem Alpenvorland und den nördlichen Kalkalpen und der Teil des Alpenvorlandes, in welchem durch die eiszeitlichen Gletscher große Moränenwälle abgelagert wurden (5 b in Abb. 6). Diese beiden heterogenen Räume wurden deshalb zusammengefaßt, weil in Vorarlberg, wo die Flyschzone sehr an Breite zunimmt und gleichzeitig auch z. T. hochalpinen Charakter aufweist, die Zeugen der Vergletscherung in Formen und Sedimenten aufs engste mit dieser verzahnt sind, sodaß eine kartographische Abtrennung unmöglich ist. Bei der nun folgenden Beschreibung sind aber beide Räume getrennt behandelt.

Die Flyschzone als tektonische Einheit ist petrographisch stark differenziert. Tonschiefer, Mergel und Sandsteine sind am meisten verbreitet und haben jeweils streng substratgebundene Böden entstehen lassen. Besonders deutlich ist dies im Wiener Wald zu beobachten. (Der nördlich der Donau liegende Teil

¹² Literatur zu diesem Abschnitt:

FRANZ H., Drei klimabedingte Ranker-Subtypen Europas. Vh. VI. Int. Bod. Kongreß Paris 1956.

JANIK V., Das Beispiel Ottensheim — ein Beitrag zur Bodenkartierung. „Die Bodenkultur“ 1954, Heft 1.

JANIK V., Geomorphologische und bodenkundliche Beschreibung der Marktgemeinde Leonfelden. O.-ö. Heimatblätter 10/1956.

der Flyschzone darf hier unberücksichtigt bleiben, da er meist mit einem Lößmantel überdeckt ist):

Der sehr nährstoffarme Greifensteiner Sandstein bildet stets den Standort für podsolige Böden, wobei unter Buche nur einzelne blanke Quarzkörner, jedoch unter Fichte oder Kiefer ein richtiger Bleichhorizont eines Podsoles festzustellen ist (hinsichtlich der Beschreibung des Podsoles vgl. Seite 128). Selbstverständlich handelt es sich bei diesen Böden um „substratgebundene“ Podsole, die ihre Entstehung dem fast zu reinem Sand verwitterndem Gestein, standortswidrigen Holzarten und meist besonderen Expositionsbedingungen verdanken. Die rund 800 mm Niederschläge bei 7,5⁰ Jahrestemperatur würden keineswegs einen „klimatischen“ Podsol bedingen.

Auf den Tonschiefern dagegen sind die Pseudogleye anzutreffen, wobei die Profilausbildung oft so tief reicht, daß man auch an pleistozäne Anlage wird denken müssen, obwohl durch die vielen Rutschungen, welche für den Raum der Tonschiefer und Mergel charakteristisch sind, auch frisches Muttergestein für die Bodenbildung aufgeschlossen wurde. Wir gehen aber nicht fehl, auch für viele Rutschungen pleistozänes Alter anzunehmen. Die Pseudogleye der Flyschzone sind morphologisch nur wenig von jenen auf Löß oder Staublehm zu unterscheiden, am ehesten noch durch besonders kräftige Farben, ferner durch das Fehlen der prismatischen Absonderung, weil jene nur für die äolischen Substrate typisch ist.

Wieder anders sind die Böden auf Mergel, welche der großen Gruppe der *terrae*-Böden zugerechnet werden müssen (vgl Seite 124).

Die Kalksandsteine im östlichen Wiener Wald haben zur Ausbildung eines speziellen Bodens geführt: Der Kalkreichtum verhinderte eine Verbraunung, sodaß sich ein AC-Profil erhalten konnte, der hohe Anteil an silikatischem Material veranlaßte KUBIENA [1943]¹³ aber, lediglich von einer „Pararendsina“ zu sprechen.

Infolge des Anteiles an undurchlässigen Schichten ist innerhalb der Flyschzone auch der Grundwassergley, stets topogen bedingt, weit verbreitet. Auffallend ist das Zurücktreten von Mooren.

Eine interessante Ausbildung haben die Böden der Flyschzone in Vorarlberg, wo im Bregenzer Wald sogar die 2000 mm-Grenze der Niederschläge überschritten wird. Sie zeigen, wieder abgesehen von den topogen bedingten Grundwasservergleichungen, relativ wenig Staunässeerscheinungen, was wohl auf die innere Drainage dieser meist aus sandigen Substraten hervorgegangenen Böden zurückgeführt werden muß. Durch eine reiche Versorgung mit Gülle und Stallmist werden diese stets als Wiese genutzten Böden in einem Zustand hoher Leistungsfähigkeit gehalten.

Der Moränenkranz, welcher von der bayerischen Grenze bis Kremsmünster reicht, umschließt das Moränenvorland (mit 5 b bezeichnet). Im O ausschließlich Altmoränen, sind im Bereich des Salzachgletschers auch die Würmmoränen über die Flyschzone nach N getreten und haben von dieser nur einzelne Nunatakr freigelassen, auf denen die dem Substrat entsprechenden Böden zu finden sind.

Während die älteren Moränen und äquivalenten Schotter im östlichen Teil oftmals eine Staublehmdecke tragen und damit Böden, welche jenem des Vorlandes gleichen, sind im westlichen Teil, z. T. auch im Bereich der Jungmoränen,

¹³ KUBIENA W., Beiträge zur Bodenentwicklungslehre: Entwicklung und Systematik der Rendzinen. Bod. u. Pfl. Ern. 24, 1943.

infolge der hohen Niederschläge sehr kräftige, reife Braunerden zu finden, die aber wiederum infolge der guten Drainwirkung des Schotter keine Vergeleyung aufweisen. Wohl aber ist eine intensive Verwitterung zu beobachten, da bis in eine Tiefe von 80—100 cm sämtliche Kalksteine aufgelöst und so nur Sandsteine u. ä. Material erhalten geblieben sind. Diese intensive Verwitterung, welche zu besonders „reifen“ Profilen auch auf letzteiszeitlichen Ablagerungen führte — sie werden im angrenzenden bayerischen Raum als „Blutlehme“ bezeichnet — sind deshalb hier besonders hervorgehoben, weil auf pleistozänen Ablagerungen gleichen Alters im Gebiet des ehemaligen Draugletschers nur ganz seichte, „magere“ Braunerden zur Ausbildung kamen. Es darf daher eine verschieden starke Ausprägung („Entwicklung“) zweier Böden nicht dazu verleiten, diese zeitlich auseinander zu legen und vice versa eine gleiche Entwicklungshöhe zweier Böden noch lange nicht einen Schluß auf das gleiche Alter derselben gestatten. Immer ist der „Standort“ im kleineren und größeren Bereich mit heranzuziehen, wobei dem Klima eine entscheidende Rolle zufällt.

Besonders markant sind die vielen Moore innerhalb der ehemaligen Zungenbecken; sie liefern für die pollenanalytische Untersuchung interessante Profile, da sie meist den ganzen Zeitraum des Postglazials umfassen. Leider sind sie aber erst teilweise untersucht.

6. Klagenfurter Becken. Die klimatische Sonderstellung dieser Landschaft bedingt die Ausscheidung einer eigenen pedologischen Provinz. Es ist einerseits die typische Beckenlage, durch die sich die tages- und jahreszeitliche Temperaturumkehr ergibt, andererseits der starke illyrische Einfluß, der besonders deutlich in der Verteilung der Niederschläge zum Ausdruck kommt. Während an der Nordabdachung der Alpen die Maxima im Juni liegen, sind sie hier und an der Südabdachung auf den Herbst verschoben. Wenn jedoch trotz der relativ hohen Niederschläge die Böden des Klagenfurter Beckens eine nur geringe Verwitterungsintensität aufweisen, so dürfte dies wohl hauptsächlich darin begründet sein, daß die Durchfeuchtung in den warmen Monaten, welche, wie schon im allgemeinen Teil ausgeführt, die Voraussetzung für die chemische Verwitterung bildet, nicht genügend groß ist. Tatsächlich ist im Klagenfurter Becken eine oft monatelange „Trockenklemme“ nicht allzu selten.

Das beherrschende Substrat sind Moränen und Schotter des ehemaligen Draugletschers, z. T. auch noch des in das Becken von N eingedrungenen Murgletschers. Es sind praktisch nur die Ablagerungen der letzten Eiszeit, welche in Form von mehreren Moränenwällen, Sandern und Schotterfluren in und außerhalb der ehemaligen Zungenbecken auftreten. Sie alle sind mit Braunerden bedeckt, deren Profiltiefe meist nicht über 50 cm reicht. An besonders trockenen Standorten, wie z. B. auf den großen Schotterfluren südlich von Völkermarkt, ist sogar nur ein 20—30 cm tiefes Brodenprofil die Regel. Wo allerdings Feinsedimente dem Schotter auflagern, verdickt sich selbstverständlich das Profil. Bodenartlich sind diese Braunerden meist sehr leicht, mit hohem Steingehalt, weshalb auch eine Lessivage, wie sie bindigen Böden eigen ist, morphologisch nicht beobachtet werden kann. Für Wiesen infolge ihrer großen Durchlässigkeit ungünstig, sind sie teils mit Wald, meist Kiefern, bestanden, oder als Äcker genützt, wobei die hohen Sommertemperaturen ausgedehnten Maisbau gestatten. Der Weinbau fehlt infolge der strengen Winter.

Vom quartärgeologischen Standpunkt aus ist sehr interessant, daß innerhalb und außerhalb der Endmoränenwälle sowie auch auf bei den einzelnen Wällen selbst keine gesetzmäßigen Unterschiede hinsichtlich der Verwitterungsintensität

zu beobachten sind. Dies ließe den Schluß zu, daß die einzelnen Wälle und die aus ihnen hervorgegangenen Schotterfächer zeitlich nicht weit auseinanderliegen bzw., daß die Bodenbildung erst nach Erreichen eines bestimmten „Schwellenwertes“ im Postglazial einsetzen konnte. Eine Differenzierung, wie etwa an der Nordabdachung, wo die „Hauptflur“ der Niederterrasse meist ein reiferes, dagegen die jüngeren Teilfelder meist ein nur wenig entwickeltes Bodenprofil aufweisen, ist hier nicht gegeben.

Zu dem beherrschenden Schotter- und Moränenmaterial treten noch zwei wichtige Substrate hinzu: 1. Das Sattnitzkonglomerat, welches einen auffallenden Höhenzug in der Längsrichtung des Klagenfurter Beckens bildet und dessen Böden sich fast nicht von den oben genannten unterscheiden. Die petrographische Zusammensetzung (Kalk und Kristallin) ist praktisch die gleiche wie die der Moränen. Die vielen Grundmoränenreste über den tertiären Schottern, die meist stark konglomeriert sind, verhindern außerdem eine scharfe Abtrennung selbst auf großmaßstäbigen Karten. 2. In Rücken und Kuppen spießen Phyllite und Schiefer des Grundgebirges durch die quartären Sedimente, sind aber selbst oft wieder von kleinen Moränenresten bedeckt. Dieses Kristallin trägt meist nur sehr magere Braunerden, die unter standortswidriger Bestockung (Fichte), z. T. auch unter Kiefer leichte Podsolierungserscheinungen aufweisen.

Selbstverständlich fehlen in dieser Grund- und Endmoränenlandschaft auch die Moore nicht, sind sogar in einzelnen Räumen, wie etwa nördlich des Wörther Sees bei Moosburg, die dominierende Erscheinung zwischen den glattgeschliffenen Kristallinkuppen, aber auch sonst eingestreut in die, im großen gesehen, nicht stark wechselnde Bodendecke. Auch hier sind es erst Übergangsmoore, teilweise sogar noch reine Niedermoore, wie etwa in der Verlandungszone am Ostende des Wörther Sees.

Ebensowenig fehlen, oft im Komplex mit den Mooren, die Gleyböden, stets als Grundwassergleye ausgebildet. Sie sind immer die Wiesenstandorte, ihre Anlage ist rein topogen.

Entlang der Drau ziehen in breitem Streifen die Auböden, unter denen der Graue Auboden dominiert. Die Tendenz zur Verbraunung in den etwas höheren Teilen der Aulandschaft ist vorhanden und entspricht dem großklimatischen Bild.

7. Kalkalpen. In keiner Bodenprovinz sind die Böden so stark an das Substrat gebunden wie hier. Schon im allgemeinen Teil wurde auf die Bedeutung der Ca^{++} -Ionen hingewiesen, welche die Wirkung der verschiedenen Säuren paralisieren und so eine chemische Verwitterung verhindern. Das Ausgangsmaterial für die Bodenbildung, der Kalkstein, stellt aber auch in anderer Beziehung eine Besonderheit dar, so hinsichtlich seiner Verwitterung (Verkarstung) und eng damit zusammenhängend in der Konservierung alter Oberflächenformen (Altlandschaften). Freilich kommt auf kleinmaßstäbigen Karten eine Uniformität der Bodenentwicklung zum Ausdruck, die in Wirklichkeit nicht vorhanden ist. Stehen sich doch, stets auf engstem Raum wechselnd, zwei grundverschiedene Bodentypen gegenüber: Die Braunlehme (*terrae*-Böden) auf der einen Seite und die Rendsina-Reihe auf der anderen Seite. Ehemals hatte KUBIENA, dem wir die erste fundamentale Darstellung der genetischen Verhältnisse der Rendsinen verdanken, an eine Entwicklungsreihe gedacht, die von den Anfangsbodenbildungen (Pionierstufen) über die voll entwickelten Formen (Mullrendsina) bis zu den degradierten (verbraunten) Rendsinen führt und dann

in den Kalksteinbraunlehm überleitet. Diese Entwicklung scheint aber nicht gegeben zu sein. Bei Beachtung der kleinräumigen Verbreitung fällt sofort auf, daß nur die flachen Relieftteile, die gerade in den Kalkalpen, wo sich Altlandschaftsreste besonders gut konservieren konnten, stark verbreitet sind, von Braunlehm bedeckt sind, während die steileren Hänge stets Rendsinen tragen. Es darf also allgemein angenommen werden, daß an den Hängen die jüngeren Böden und in den flachen Relieftteilen die geologisch älteren Böden liegen.

Die *Terra fusca* oder Kalksteinbraunlehm kann als Prototyp der Braunlehme aufgefaßt werden. Der Boden besteht aus einem im Mittel 40 cm mächtigen, sattbraun gefärbten, tonigem Lehm bis lehmigem Ton, der stets kalkfrei ist. An der Oberkante liegt der rund 10 cm mächtige Humushorizont, dessen Form infolge einer guten Regenwurmtätigkeit Mull ist. Die Struktur ist besonders in trockenem Zustand sehr charakteristisch: Infolge des hohen Kolloidgehaltes bilden sich kleine, scharfkantig-blockige Aggregate von sehr fester Konsistenz. Die *Terra fusca* liegt mit scharfer Grenze dem Kalkstein auf, der sehr oft durch Karren und Rillen anzeigt, daß seine Verkarstung nichts mit der derzeit darüberlagernden Bodendecke zu tun hat. Eine Gesteinsaufmürbungszone, als Übergang des Bodens in das Muttergestein, fehlt hier.

Es ist somit erwiesen, daß der Boden auf dem Kalkstein allochthon oder zumindest parautochthon ist. Die *Terra fusca* besteht überwiegend aus dem Verwitterungsrückstand aufgearbeiteter Kalke, allerdings aus einem in sehr langen Zeiträumen und speziellem Klima herausgelösten Material, welches im Laufe der Zeit in Spalten, Klüften (auch Höhlen), in Dolinen und anderen Reliefsenken angereichert wurde. Nur lange Zeiträume und Verlagerungen können die Anwesenheit der relativ mächtigen lehmig-tonigen Schichte über dem Kalk erklären; die Zeit des Postglazials erscheint hiefür viel zu kurz. Modellversuche im Laboratorium würden, umgerechnet für das Holozän, nur wenige cm berechtigt erscheinen lassen. So dürfen wir also bei der *Terra fusca* ein Zusammenwirken einer langen Entstehungszeit mit einer bestimmten Verlagerung annehmen und werden auch die äolische Komponente im Boden nicht übersehen dürfen, wie neueste mineralogische Untersuchungen von Dozent Dr. FRASL (mündl. Mitteilung) ergeben haben.

Die Altersstellung der *Terra fusca* ist gerade für die Nachbarwissenschaften äußerst interessant, in pedologischen Kreisen selbst aber noch keineswegs völlig geklärt. Einige exakte Beweise für pleistozänes Alter sind bekannt: So liegt nahe Nancy die *Terra fusca* kryoturbar in den Frostschutt des kreidigen Bajocienkalkes eingewürgt. Auch aus dem Vorfeld des Ennsgletschers am Buchauer Sattel ist eine ähnliche Beobachtung, *Terra fusca* kryoturbar in Hauptdolomitschutt, bekannt. Doch gibt es andererseits wieder mehrere Beobachtungen, insbesondere aus niederschlagsreichen Gebieten, wo auf Kalkschottern der Niederterrassen sehr kräftige lehmig-tonige Verwitterungen mit einer breiten Zersatzzone an der Schotteroberkante zu finden sind. Hier liegt eben jene Schwierigkeit in der aktualistischen Betrachtungsweise, von der oben bereits die Rede war (vgl. Moränenvorland und Klagenfurter Becken), der man sich immer bewußt sein muß, wenn man Böden stratigraphisch verwerten will.

Bei Prüfung aller Möglichkeiten wird man in der Altersfrage der *Terra fusca* wohl die zuerst genannten Kriterien anerkennen und sie damit als Reliktböden auffassen, dennoch aber allfällige Einwände sehr genau verfolgen müssen.

Interessante Änderungen gingen mit der Terra fusca in hochalpinen und stark niederschlagsexponierten Lagen vor sich: 1. Durch eine „Lessivage“ kam es im oberen Teil zu Aufhellungen, während sich eine Tonanreicherung im Unterboden einstellte. Diese Erscheinung ist auch an Rotlehmen auf den Kalkhochplateaus zu erkennen. 2. Weiters tritt im Almbereich durch starke Bestoßung oft eine Verdichtung des Bodens ein, die zu einem leichten Tagwasserstau unterhalb der Krume führen kann. Ansonsten ist die Terra fusca aber trotz ihres Vorkommens im Feuchtgebiet nie durch Vergleyungen gekennzeichnet, wohl infolge der starken Drainwirkung des unterlagernden Kalkes, so daß sie einen guten Wald- und Wiesenstandort darstellt. Nur bei einigen Holzarten bestehen Schwierigkeiten bezüglich der natürlichen Verjüngung.

Sehr ähnlich der Terra fusca sind andere Braunlehme, die hier nur ganz kursorisch behandelt werden sollen. Diese Böden entstanden aus geologischen Schichten, die ehemals Böden waren (Gosaumergeln, Tonschiefern usw.), wobei die einst gebildeten Tonminerale wieder mobilisiert wurden und so wieder ein hochplastischer Boden entstand. Diese Braunlehme sind gründiger, aber auch oft stärker vergleht, und tragen in jedem Falle noch stark das Erbe des Muttergesteins in sich. Die *terrae*-Böden innerhalb der Flyschzone (vgl. Seite 121) entsprechen vorwiegend dieser Art von Braunlehmen.

Eine ähnliche „Erbmasse“ wie bei den eben genannten Braunlehmen ist den Böden aus Werfener Schiefer eigen. Sie sind typische „Ortsböden“, gebunden an das Muttergestein, welches fast immer im Bereich der Kalkalpen zu finden ist und dort die sehr wertvollen Quellhorizonte bildet, so auch im Quellgebiet beider Wiener Hochquellenwasserleitungen. Ihre karmesinrote Farbe überdeckt die Eigenart des Bodenprofils, erst in höheren Lagen sind Bleicherscheinungen durch Podsolierung erkennbar. Ebenso steht es um die Bildungen auf Buntsandstein, der noch intensivere Eigenfärbung erzeugt, besonders im Raum südlich Wörgl.

Im Gegensatz zur Terra fusca, die stets als ein bestimmtes Profil in Erscheinung tritt (auch ein Hinweis auf den Reliktcharakter) weist die Rendsina eine sehr anschauliche Reihe auf, welche bei den Pionierstadien (Protorendsina) beginnt. Jedem Bergsteiger sind die Flechten- und Moospolster bekannt, zu denen sich höhere Pflanzen gesellen, in deren Schutz die erste Humusbildung einsetzt. Allmählich verdickt sich der Humushorizont, bietet aber infolge seiner Seichtgründigkeit noch keine Lebensmöglichkeit für den Regenwurm. Seine Aufgabe übernehmen Milben und Springschwänze; sie erzeugen sehr feine, stecknadelkopfgroße Aggregate, welche leicht verblasen werden können. Erst ab einer gewissen Profiltiefe stellt sich der Regenwurm ein und schafft die Mullrendina. Abb. 8 zeigt ein solches in der „Mitte“ der Rendsina-Reihe liegendes Profil. Oben liegt ein Auflagehumus (die Rendsina ist ein Waldboden), der aber nicht sauer, sondern noch neutral ist. Darunter folgt der schwarze A-Horizont, gegen unten an Farbe (Humus) ab-, an Steingehalt aber zunehmend. Der Übergang in das Muttergestein, Kalk, Mergel, Dolomit usw., locker oder fest, ist allmählich.

Wird das Bodenprofil schließlich zu gründig, bzw. infolge anderer Faktoren, kann die paralyisierende Wirkung des Muttergesteins zurückgedrängt werden und es bildet sich die verbräunte Rendsina, ähnlich wie der verbräunte Tschernosem im Übergang zur Braunerde. Diese verbräunte Rendsina, kenntlich durch einen braunen Saum zwischen A- und C-Horizont, ist nicht allzu häufig,

wohl aber die Weiterentwicklung zur Kalkbraunerde, welche durch kalkhältige Wässer meist sekundär wieder kalkig geworden ist.

Eine andere Form der Degradation besteht in der Verdickung der Auflagehumusschicht, durch die oft mächtige A_0 -Horizonte entstehen. KUBIENA hat diesen Auflagehumus, der meist noch chemisch neutral ist und sich daher wesentlich von dem der Podsole (s. u.) unterscheidet, als Tangelschicht bezeichnet.

Sehr stark hängt die Ausbildung der Rendsinen davon ab, ob es sich um ein kalkiges oder dolomitisches bzw. lockeres oder festes Muttergestein handelt. Generell sind die besseren Standorte auf Kalkfels, während auf Dolomit ungünstigere Bedingungen vorhanden sind. Extrem ungünstig sind die Schutt-

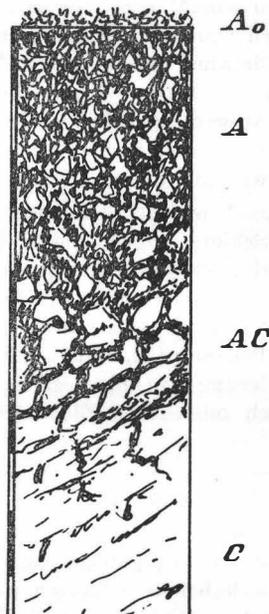


Abb. 8. Rendsinaprofil.

halden, welche die Südwände der nördl. Kalkhochalpen begleiten (bestenfalls Kiefernstandorte) oder die großen Schuttkegel, die aus den Karawanken gegen N vorgebaut sind¹⁴.

8. Zentralalpen. In dieser Bodenprovinz tritt das Klima in Form der Höhenstufen stark in den Vordergrund. Für eine pedologische Übersicht ist dies von großem Vorteil, denn die Differenzierung nach dem Substrat ergäbe sehr viele Unterscheidungsmöglichkeiten. Die großen petrographischen Unterschiede liegen in den beiden Groseinheiten Zentralzone—Schieferzone, wobei in ersterer die höher metamorphen Gesteine, in letzterer die Phyllite überwiegen. Auch die Unterscheidung nach dem Chemismus: saure metamorphe

¹⁴ Literatur zu diesem Abschnitt:

KUBIENA W., Beiträge zur Bodenentwicklungslehre: Entwicklung und Systematik der Rendsinen. Bod. u. Pfl. Ern. 24, 1943.

KUBIENA W., Beiträge zur Bodenentwicklungslehre: Der Kalksteinbraunlehm (Terra fusca) als Glied der Entwicklungsserie der mitteleuropäischen Rendsina. Bd. u. Pfl. Ern. 35, 1944.

Gesteine (Gneise, Schiefer, Phyllite) gegenüber basischen (Amphibolite), müßte berücksichtigt werden, während die Kalke, in Form dünner Marmorzüge im Kristallin, ebenso wie im Waldviertel vernachlässigt werden dürfen. Schließlich kommen noch viele tertiäre Sedimente hinzu, welche infolge des Maßstabes der Übersichtskarte (Abb. 6) nicht in einer eigenen Bodenprovinz berücksichtigt werden konnten (vgl. unten).

Der überwiegende Teil des Ausgangsmaterials sind somit die metamorphen Gesteine, die eine dem Klima (Höhenstufen) bzw. Nährstoffreichtum des Ausgangsmaterials entsprechende Braunerde-Podsol-Reihe aufweisen.

Auf den meist noch unter landwirtschaftlicher Kultur stehenden Talflanken liegen lehmig-sandige Braunerden, deren Humustiefe und -gehalt stark vom menschlichen Aufwand abhängt. Allmählich, auf den Hängen, unter Wald, beginnen die Braunerden überzugehen in Semipodsol und in den höchsten Teilen, im Almbereich und darüber, stellen sich alpine Rasenpodsole ein, die sich schließlich in der Schutt- und Felsregion, entsprechend der Vegetation, in polsterartig ausgebreitete Anfangsbodenbildungen verlieren.

Innerhalb der gesamten Zentralalpen liegen die Höhengrenzen der einzelnen Glieder dieser Catena verschieden hoch. So verläuft etwa die Untergrenze des Semipodsols im Pinzgau bei 900—1000 m (schattseitig noch tiefer), während sie gegen O, im Mürztal—Murtal (ab Bruck), auf 1400 m ansteigt; sinngemäß verhalten sich die klimatisch gebundenen Podsole. Nicht nur gegen O, auch gegen S, gegen das Kärntner Becken, steigen die einzelnen Typen allmählich in die Höhe.

Diese durch das Klima bedingte höhenstufenmäßige Gliederung kann natürlich wieder durch das Substrat verschoben werden. So finden sich im schon oben genannten Mur—Mürztalbereich auf Quarzit auch schon in 900 m Höhe substratgebundene Podsole, während andererseits Amphibolite bis weit in den Podsolgürtel hinauf noch Braunerden oder Semipodsol zur Ausbildung gelangen lassen.

Die *Braunerde* des Kristallins — der petrographische Begriff ist hier stets in weiten Grenzen zu verstehen — hat einen geringmächtigen Humushorizont, ist bodenartig stets leicht, überwiegend ein lehmiger Sand — nur kolluviale Bildungen sind feinerreicher und auch etwas bindiger — von mittlerer Verwitterungstiefe, wobei diese vom Hangwinkel und der Durchfeuchtung abhängig ist; sie weist stets einen gegen unten rasch zunehmenden Steingehalt auf. Charakteristisch ist eine geringe Farbintensität des B-Horizontes, die zusammen mit der leichten Bodenart schwer erkennen läßt, ob bereits Tonverlagerungen in untere Horizonte erfolgten.

In höheren Lagen, stets unter Wald, tritt dann eine stärkere Färbung bis zu kreisroten Tönen des B-Horizontes auf, während sich unterhalb des Auflagehumus, oft noch als Moderschicht ausgebildet, schon ein Saum blanker Quarzkörner einstellt. Damit ist das „Normalprofil“ des Semipodsols gegeben, der die übrigen Merkmale gleich mit der Braunerde (auf Kristallin) hat: Lehmiger Sand als Bodenart, sehr locker, fast schon lose gelagert (geringste Aggregatbildung), allmählicher Übergang in das Muttergestein usw. Sobald der Wald geschlägert wird, verwandelt sich der Semipodsol. Er verliert seine intensive Farbe und ist dann unter Acker nicht von der oben beschriebenen Braunerde zu unterscheiden. Es scheint somit bei seiner Bildung das Bestandesklima mit ausgeglichener Temperatur, stärkerer, steter Durchfeuchtung usw. eine ausschlaggebende Rolle zu spielen.

Die Semipodsole sind die typischen Waldböden des Gebirges, meist unter Fichte, jener Holzart, die im Vorland stets bodenverschlechternd wirkt, im Gebirge jedoch beheimatet ist. Kluge waldbauliche Maßnahmen müssen jedoch auch hier die ungünstigen Wirkungen der Fichte auf den Boden auszugleichen suchen.

Der Podsol stellt das Endglied dieser Catena dar, wenn wir die meist höhenmäßig darüberliegenden Formen als Anfangsbodenbildungen auffassen. Generell können der klimagebundene und der substratgebundene Podsol (vgl. oben) getrennt werden, die sich morphologisch wenig unterscheiden. Es ist ein Kennzeichen der alpinen Podsole, daß ihr Bleichhorizont nie die Mächtigkeiten, die aus den nordwesteuropäischen Heideprofilen bekannt sind, sondern meist nur 1—2 dm erreicht.

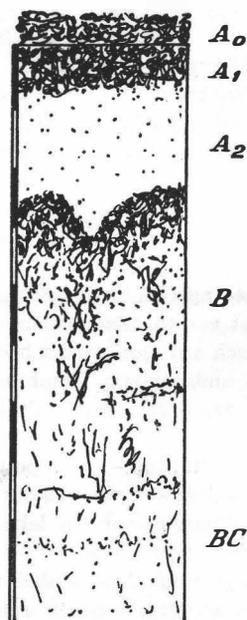


Abb. 9. Podsolprofil.

Den Aufbau eines Podsoles zeigt Abb. 9: Ein extrem saurer Auflagehumus (Fichtennadeln und Beerenkräuter) liegt auf einem nur sehr schmalen schwarzen A_1 -Horizont (humoser Teil des Mineralbodens) auf. Darunter folgt der Bleichhorizont, von silbergrauer Farbe, ohne jede Struktur (die Sandkörner sind lose gelagert), der oft mit taschenförmiger Grenze gegen den B-Horizont absetzt. Die Farben des Anreicherungshorizontes wechseln vom kräftigen Rostrot bis Schmutzigbraun. An seiner Oberkante liegt eine schwärzliche Zone von eingeschlämtem Humus. Verkittungen in dieser Zone werden Orterde und in extremen Fällen Ortstein genannt. In österr. Podsolen wurden aber nie extreme Verkittungen beobachtet. Der Übergang in das Muttergestein ist allmählich, zeigt sich deutlich an der rasch gegen unten verlaufenden Farbe. Analog allen autochthonen, d. h. an Ort und Stelle gebildeten Böden nimmt der Steingehalt stark gegen unten zu.

Spezielle Bodenbildungen im hochalpinen Bereich sind Zwergpodsole, in welchen sich die Horizontabfolge „normaler“ Podsole auf oft nur 10 cm zusammendrängt. Auch die alpinen Rasenpodsole gehören hier genannt, die statt des Waldes eine Grasvegetation tragen. Die Rohhumusdecke wird durch ein enges Geflecht von Wurzeln ersetzt. Da dieser Wurzelfilz fast ausschließlich vom Bürstling stammt und dieser eine typische Sekundärgesellschaft anzeigt, ist auch bei der genetischen Stellung dieses Subbodentyps große Vorsicht am Platze.

War dies die Catena für das saure Kristallingebiet, so ist im Bereich kalkig-silikatischer Gesteine, z. B. auf Kalkglimmerschiefern, eine Anfangsbodenbildung der Rendsinareihe verbreitet, welche über eine Kalkbraunerde zu der alpinen „Rasenbraunerde“ überleitet und schließlich bei weiterem Verwitterungsprozeß in die podsoligen Formen übergeht. Insbesondere die „Rasenbraunerde“ ist in hohen Lagen, so im Almgebiet der Schieferhülle der Hohen Tauern, weit verbreitet. Es sind sehr seichtgründige Böden mit starker Wurzelfilzaufgabe.

Ganz anders sind selbstverständlich die Böden im Tal ausgebildet. In den engen Gräben sind Schwebm Böden vorhanden, deren Charakteristikum die Unsortiertheit des Materials ist: Zwischen großen Blöcken liegen sandige und schluffige Lagen, Schotter wechseln mit kaum kantengerundeten Steinen ab. Diese Böden stehen zwar unter Audynamik, doch ist es besser, sie von den Auböden zu trennen, deren Merkmal das sortierte Material ist, welches sich immer entlang der größeren Gerinne findet.

Die Auböden sind somit in den größeren Tälern anzutreffen. Entsprechend den stark humiden Verhältnissen dominieren vergleyte Formen bis zu ausgedehnten Grundwassergleyen und Mooren. Besonders typisch hierfür sind das Drautal in Osttirol (Gléyauböden) und große Teile der nordalpinen Längstäler mit eingestreuten Moorflächen.

Die Tallandschaften der Zentralalpen stellen eigentlich bereits eine eigene Einheit dar. Auf der kleinen Übersichtsskizze (Abb. 6) konnten sie aber nicht herausgenommen werden. In ihnen liegen stets mehr oder minder mächtige tertiäre Sedimente. Deren enger Wechsel von schottriger zu sandig-toniger Ausbildung läßt keine globale Charakterisierung zu, sondern nur den schon oben erläuterten Hinweis, daß auf den schottrigen Ablagerungen Braunerden und auf den bindigen meist Pseudogleye oder vergleyte Braunerden zu finden sind.

So ist die ganze Mur-Mürztalsenke, vom Lungau bis zum Semmering, durch das Vorherrschen dieser Sedimente bestimmt, ebenso der Obdacher Sattel und das Lavanttal. Auch das Tertiär von Wagrein darf hier genannt werden.

Weit mehr noch zersplittern aber die quartären Sedimente diese Bodenprovinz. Auf vielen Hängen, bis in die Talsohlen herab, letztere oft verstopfend, liegen Moränen und Schuttmaterial, vor allem der letzten Eiszeit. Nur auf sehr steilen Hängen oder auf petrographisch prädestinierten Gesteinen kommt auch noch holozänes Schuttmaterial dazu. Fast immer liegen auf diesen Ablagerungen, sofern es die Höhenstufe zuläßt, Braunerden, die auch auf den Niederterrassen der nicht mehr vergletschert gewesenen Talstücke zu finden sind. Ihre Bonität hängt von dem Anteil an Feinmaterial und von der Gründigkeit des Profiles ab. Meist sind sie in landwirtschaftliche Kultur genommen.

Abschließend sollen kurz jene Organisationen besprochen werden, die sich in Österreich mit der Bodenaufnahme beschäftigen und deren Ergebnisse für

den Geographen aber auch für andere Wissenschaftler von großem Wert sind: die Bodenschätzung und die Bodenkartierung.

Die Bodenschätzung beschränkt sich auf die Erfassung der landwirtschaftlich genutzten Fläche Österreichs (ohne Almgebiete) und wird vom Bundesministerium für Finanzen nach einem in Deutschland seit 1934 angewendeten Bewertungsrahmen durchgeführt. Während ein Teil dieser Arbeit die rein steuerliche Bewertung der Betriebe umfaßt und daher hier nicht erläutert werden soll, bezwecken andere Arbeiten eine eingehende Erfassung des natürlichen Standortes mit einer Feldaufnahme im Katastermaßstab (überwiegend 1 : 2880). Der Schätzung geht ein Feldvergleich des Vermessungsdienstes voran, der die meist sehr revisionsbedürftigen Karten auf den neuesten Stand, allerdings nur hinsichtlich der Kulturarten, bringt; auch insoweit hat die Bodenschätzung weit über ihren eigentlichen Aufgabenbereich hinaus Bedeutung.

Getrennt nach Grünland und Acker erfolgt die Einwertung des Bodens nach einem Rahmen, in welchem als dominierender Wertfaktor die Bodenart, untergeordnet, in großen Gruppen zusammengefaßt, das Ausgangsmaterial figuriert. Weiters ist der jeweilige Zustand des Bodens entscheidend, der nach sieben „Zustandsstufen“ bewertet wird. In diesen Zustandsstufen, fälschlich in Österreich „Wertstufen“ bezeichnet, kommen nicht nur weitere über die Bodenart hinausgehende Merkmale, wie Gründigkeit, Kalkgehalt, Humusgehalt und -menge usw. zum Ausdruck, sondern auch eine gewisse gesamtheitliche Betrachtung des Bodens, ohne dabei allerdings den Anschluß an eine wirklich genetische Beurteilung oder Klassifikation zu gewinnen. Wenn eingangs der Wandel in der wissenschaftlichen Grundauffassung vom Boden herausgestellt wurde, der von der Einzelmerkmalserfassung zur gesamtheitlichen Betrachtung führte, so gilt dies ebenso für praktische Belange, wie etwa die Bodenbonitierung. Auch bei dieser muß das genetische Moment und die Erfassung des natürlichen Standortes im weiteren Sinn entscheidender sein als die Betonung irgendeines Merkmals. So ist etwa die übergroße Bedeutung der Bodenart bei der Bonitierung beim heutigen maschinellen Einsatz in der Bodenbearbeitung nicht mehr vertretbar. Hingegen sind Erscheinungen, die in der Bildung des Bodens und seiner quartärgeologischen Stellung begründet sind, weit wichtiger geworden. Trotzdem ist aber unsere Bodenschätzung über ihren eigentlichen Zweck hinaus eine Fundgrube für statistisches Material und es wird nach deren Abschluß — derzeit sind, verschieden nach Bundesländern, rund 40% der Arbeit getan — eine sehr wichtige Aufgabe sein, das ganze Kartenmaterial durchzuarbeiten. In der Deutschen Bundesrepublik ist fast in allen Ländern die Bodenschätzung abgeschlossen und es wird deshalb mit der Anfertigung zusammenfassender Karten auf der Grundlage der Bodenschätzung begonnen. Freilich können aus den oben angeführten Gründen solche Karten nur bedingt für den Naturwissenschaftler und den praktischen Landwirt Geltung haben. Es konnte aber in Österreich nicht so lange gewartet werden, bis die Schätzung abgeschlossen ist.

Es wurde daher in Österreich eine eigene Bodenkartierung der landwirtschaftlich genutzten Fläche eingeleitet, welche alle bestehenden Unterlagen aus der Schätzung, insbesondere auch den Feldvergleich der Vermessung, verwertet. Das immer stärkere Bedürfnis nach Grundlagen für Planungen, die im Zeitalter des europäischen Zusammenschlusses unbedingt erforderlich sind, förderte den Start der österr. Bodenkartierung nicht unerheblich.

Im allgemeinen Teil wurde über die verschiedenen Methoden gesprochen, welcher sich die Bodenkartierung bedienen kann. Die Voraussetzungen waren in Österreich sehr eng begrenzt und gleichzeitig scharf umrissen. Ein sehr großer Maßstab wurde gefordert, da die Kartierung unmittelbar in die Praxis umzusetzen ist und jeder Landwirt seine Parzellen auf der Karte finden muß, andererseits aber doch ein irgendwie „einheitliches“ System, das für das ganze Bundesgebiet Geltung hat. Es ergab sich zwangsweise der Maßstab 1 : 5000, während die Aufnahme weiterhin in 1 : 2880 vorgenommen wird. Dieser große Maßstab macht aber ein „System“ nicht leicht. Eine Aufnahme und Darstellung nach rein genetischen Gesichtspunkten wäre in diesem Maßstab nicht mehr aussagefähig genug, außerdem wäre dem Praktiker mit der Unsumme z. T. nicht abgeklärter wissenschaftlicher Details nicht gedient. Eine bloße Erfassung und Darstellung von Merkmalen würde nicht berücksichtigen, daß der Boden doch stets als Ganzes und nicht über seine Merkmale her betrachtet und verstanden werden muß. Die dynamischen Prozesse, deren Kenntnis sehr wesentlich für alle praktischen Maßnahmen ist, können einer Merkmalskarte nicht abgelesen werden. Das amerikanische System der Lokalformenkartierung, übrigens nur auf Karten mit weit kleinerem Maßstab, würde bei uns eine solche Fülle von Lokalnamen bringen, die jede Koordinierung unmöglich machen. Es blieb nur der Weg, ein Kompromiß aus allen drei Methoden zu suchen und eine Einheitenkartierung zu entwickeln, in der neben bodenkundlichen auch landwirtschaftlich praktische Momente zur Ausgrenzung der kleinsten, auf der Karte dargestellten Flächen führen. Jede dieser Flächen ist durch ein Profil mit Beschreibung, Zeichnung und Analysendaten in einem der Karte beigegebenen Erläuterungsheft festgehalten. Um nun eine gewisse Einheitlichkeit für das ganze Bundesgebiet zu erzielen, wurden diese nach lokalen Gesichtspunkten ausgegrenzten Einheiten in den obersten Kategorien nach genetischen und wohl auch allgemein praktischen Gesichtspunkten zusammengefaßt. Diese oberste Gruppierung kommt auch in der Farbgebung zum Ausdruck, die somit für das ganze Bundesgebiet gleich ist (siehe Anhang). Es war nicht leicht, dieses oberste Gerüst zu bauen, weil eine vorherige Festlegung bekanntlich dem Prinzip der Lokalformenkartierung widerspricht, da die Freiheit der Ausscheidung nicht mehr gegeben ist. Einer Vorordnung kommt aber der Umstand entgegen, daß die Bodendecke unseres Landes durch petrographische, klimatologische und morphologische Unterschiede so reich und so prägnant gegliedert ist, daß ein genetisches System gleichzeitig auch alle praktischen Gruppierungsgrundsätze beinhaltet. In einem Raum, in dem die Übergangszone von einem Bodentyp zum anderen 50 km breit ist, wie etwa in Südrußland oder Teilen der Vereinigten Staaten, wäre ein solches Beginnen zum Scheitern verurteilt.

Leider kann nur mit wenigen Worten auf die Kartierung in den Wäldern (Forstliche Standortskartierung) eingegangen werden, da sich diese in Österreich erst in den Anfängen befindet. Sie wird dem Naturwissenschaftler aber vielleicht noch mehr bieten als die landwirtschaftliche Bodenkartierung, weil sie ziemlich sicher einen Maßstab von 1 : 10.000 aufweisen wird, daher übersichtlicher ist und vor allem eine komplexe Betrachtung des Standortes beinhaltet, bei der nicht nur der Boden, sondern mehr noch die Vegetation, ferner Klima, Relief und Gestein und schließlich auch der menschliche Einfluß berücksichtigt werden. Freilich ist eine solche komplexe Erfassung sehr schwierig, da stets ein heterogenes Gliederungsprinzip angewendet werden muß, will man den ganzheitlichen Charakter des Standortes — hier ist der Begriff

„Ganzheit“ wirklich am Platz — gerecht werden. Teilweise hilft man sich in der Weise, daß verschiedene Karten nebeneinander angefertigt werden, die dann der Wirtschaftsführer als Unterlage für seine Planungen verwenden kann. Ein anderer Weg ist eine mehr schematische Gruppierung, die in einfach gebauten Landschaften, etwa in Mitteldeutschland, angewendet werden kann, dagegen in unserem Raum vermutlich nicht den richtigen Erfolg verspricht. Es werden daher den Geographen die Bemühungen um einen gangbaren Weg bei der forstlichen Kartierung aus methodischen Gründen interessieren.

A n h a n g

Die nachfolgende Gruppierung der österr. Böden bei der landwirtschaftlichen Kartierung entspricht dem Stand Herbst 1958; geringe textliche Änderungen, die aber nicht den fachlichen Inhalt berühren, sind noch möglich.

Böden im Au- und Schwemmbereich (Aubodengruppe)

- A 1 leichte, seichtgründige oder steinige Böden mit mäßigem Grundwassereinfluß
- A 2 leichte, seichtgründige oder steinige Böden mit starkem Grundwassereinfluß
- A 3 leichte, tiefgründige Böden mit mäßigem Grundwassereinfluß
- A 4 leichte, tiefgründige Böden mit starkem Grundwassereinfluß
- A 5 schwere Böden mit mäßigem Grundwassereinfluß
- A 6 schwere Böden mit starkem Grundwassereinfluß

Durch Wasserstauung geprägte Böden (Gleygruppe)

- G 1 wechselfeuchte Böden, mäßig ausgeprägt
- G 2 wechselfeuchte Böden, stark ausgeprägt
- G 3 Böden mit dauerndem Wasserstau, meist mäßig ausgeprägt
- G 4 Böden mit dauerndem Wasserstau, stark ausgeprägt
- G 5 alte, vergleyte Böden

Anmoorige Böden und Moore

- M 1 anmoorige Böden
- M 2 Moore, verhältnismäßig basenreich (meist Niedermoore)
- M 3 Moore, verhältnismäßig basenarm (meist Hochmoore)

Böden mit mäßiger bis starker Verwitterung (Braunerde- u. Podsolgruppe)

- B 1 vergleyte Böden
- B 2 schwach vergleyte Böden
- B 3 mäßig wechselfeuchte Böden
- B 4 Böden mit bindigerem Unterboden
- B 5 basenreiche, oft kalkige Böden
- B 6 bindige Böden auf Lockermaterial
- B 7 leichte Böden auf Lockermaterial
- B 8 Böden auf silikatischem Gestein
- B 9 Böden auf silikatischem Gestein, dürrtig
- B 10 Böden auf silikatischem Gestein, sehr dürrtig

Meist junge oder in der Verwitterung gehemmte Böden
(Rendsinen, Ranker, Rohböden u. Ä.)

- R 1 Böden auf kalkigem Material
- R 2 sehr seichtgründige Böden auf kalkigem Material
- R 3 Böden auf kalkfreiem Material
- R 4 sehr seichtgründige Böden auf kalkfreiem Material

Böden mit gehemmter Verwitterung im Trockengebiet
(Schwarzerdegruppe)

- S 1 kalkfreie, meist seichtgründige Böden
- S 2 meist kalkige, seichtgründige Böden
- S 3 meist kalkige, mittelgründige Böden
- S 4 meist kalkige Böden; Humus seicht
- S 5 meist kalkige, leichtere Böden; Humus tiefreichend
- S 6 meist kalkige, schwerere Böden; Humus tiefreichend
- S 7 meist kalkige, gut durchfeuchtete Böden
- S 8 meist kalkige Böden anmooriger Herkunft

Bindige Böden auf Kalken und Tonen (Terrae-Gruppe)

- T 1 tätige Böden
- T 2 träge Böden
- T 3 sehr seichtgründige Böden

Böden besonderer Beschaffenheit

- X Böden spezieller Prägung
- K Kunstböden

Um den Leser die gedankliche Verbindung von der dieser Arbeit beigegebenen Bodentypenkarte von Österreich (Tafel I) und der Verteilung der Bodenprovinzen Österreichs (Abb. 6) zu obiger Gliederung zu ermöglichen, wird nachfolgende Gegenüberstellung gegeben:

Bodentypenkarte von Österreich	Symbol bei der landw. Kartierung	Bodenprovinz
Auböden im allgemeinen	A 1—A 6	Durchläufer
Schilf- und Moorböden	M 1—M 3	Durchläufer
Salzböden im allgemeinen	X	1
Ehemalige Anmoore, tschernosem ähnlich („Smonitza“)	S 8	1
Ehemalige Anmoore über Schotter	X	1
Tschernoseme, wechselnd mit Löß- rohböden	S 3—S 6, R 1	1
Tschernoseme über Schotter	S 2, S 4	1
Kalkfreie Tschernoseme aus Flug- sand	S 1	1
Rendsinen auf Kalkschotter	R 2	Durchläufer

Bodentypenkarte von Österreich	Symbol bei der landw. Kartierung	Bodenprovinz
Rendsinen auf Kalkstein, untergeordnet terra fusca	R 1 u. R 2 (T 1—T 3)	vorwiegend 7
terra fusca, untergeordnet Rendsinen	T 1—T 3 (R 1 u. R 2)	vorwiegend 7
Anfangsbodenbildungen im Kalkgebiet		7
Braunerden aus Löß, wechselnd mit Lößrohrböden	B 5, R 1	1 u. Ostrand von 3 b u. 4
Parabraunerden aus Löß	B 4	2, örtlich 3 b
Vergleyte Parabraunerden und Pseudogleye aus Löß, Staublehm und Schlier	B 3, G 1 u. G 2	2 und 3 b
Pseudogleye in der Flyschzone	G 1 u. G 2 (T 3)	5
Bindige Braunerden, zum Teil vergleyt	vorwiegend B 6	5 b, 8
Leichte Braunerden	vorwiegend B 7	5 b, 6 und 8
Magere Braunerden und podsolige Braunerden aus Kristallin	vorwiegend B 8 —B 10 (R 3 u. R 4)	3 a, 4, 6 und 8
Podsolige Braunerden aus Sandstein und Schotter	B 7, B 9 und B 10	5 a, auch 2 und 3 b
Podsolige Braunerden, wechselnd mit alten Verwitterungsdecken	B 9 und B 10, G 5	3 a, 4
Vorwiegend alte Verwitterungsdecken (typologisch Pseudogleye und Braunlehme)	G 5	3 a, 4
Semipodsole und Podsole	B 10	4, 8
Anfangsbodenbildungen im Kristallingebiet		8

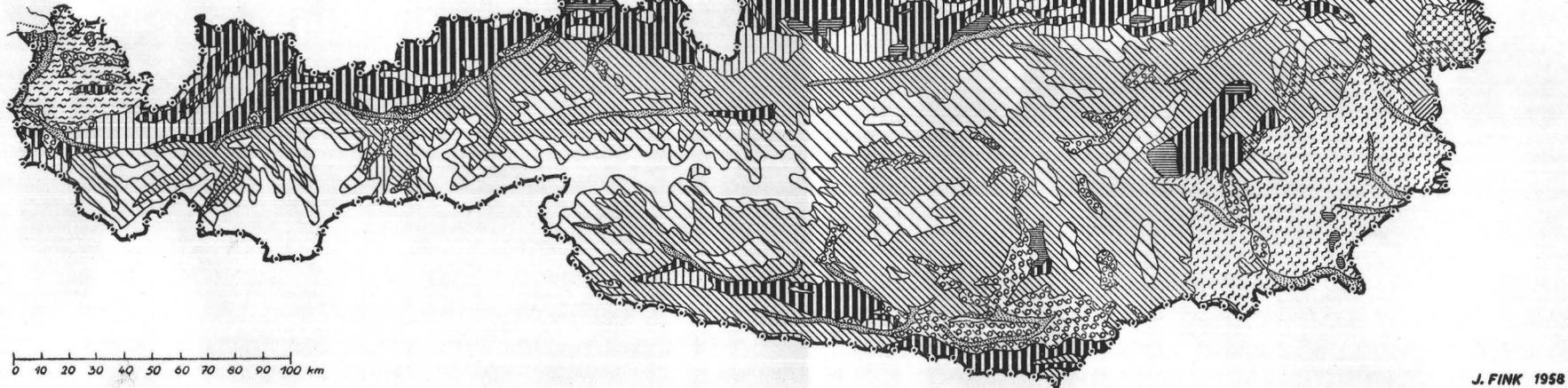
Rein topogen bedingte Böden wie G 3 und G 4 wurden nicht berücksichtigt, ebenso nicht die stets auch örtlich auftretenden Kolluvien und leichten Vergleyungen im Trockengebiet (S 7) und in den übrigen Landschaften (B 1 u. 2).

OTTO LANGBEIN:

Neue Daten sowjetischer Städte (mit einer Information zum Transkriptions-Problem)

Seit einiger Zeit werden in der Sowjetunion nach sehr langer Pause wieder statistische Daten veröffentlicht; das geschieht im wesentlichen in nationalökonomischen statistischen Jahrbüchern, die seit Mitte 1956 erscheinen. Wir haben davon die Einwohnerzahlen von Städten wiedergegeben und zwar aus dem zuerst herausgegebenen Band über die ganze Union die Liste der Großstädte (in Band 98, Heft III), die wir dann — aus dem Band „RSFSR“ — durch eine Liste der in der Russischen Föderation, dem größten Teilstaat, gelegenen

BODENTYPENKARTE VON ÖSTERREICH



0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 km