5.4 Häufigste Bodenbildungen und ihre Ursachen

Böden sind Anzeichen einer Alterung der Landoberfläche. Entsprechend nehmen die unter dem Einfluss der Atmosphärilien instabilen Bestandteile ab und die stabilen zu. Diese Verschiebung des Stoffbestandes kann durch wiederholte Sedimentzufuhr (bei Überflutung in den Tälern, bei Umlagerung am Hang oder bei Windverfrachtung) gestört werden, aber auch durch Zulauf von Lösungen (mit Kalk, Eisenoxiden) oder durch eine die Bodenbildungsrate erheblich übersteigende Abfuhr von Bodenmaterial (Erosion). In aller Regel sind daher die Böden einer Region unterschiedlich alt: Böden erosionsfreier Hochflächen sind am ältesten, die der alljährlich überfluteten Talauen am jüngsten. Hangböden neigen je nach Einfluss der Erosion mehr zur ersten oder zur zweiten Kategorie.

Die Mächtigkeit der Sedimentation umgelagerten Bodenmaterials nimmt in Flusslandschaften zum Flussufer hin zu, in anthropogen geschädigten Hanglandschaften zum Hangfuß hin. – Im Seeufer- und Küstenbereich sind die Sedimente nicht leicht als umgelagertes Bodenmaterial zu erkennen, weil dessen Farbe verändert, dessen Gefüge zerstört und der Stoffbestand oft mit aus Lösungen ausgefälltem Kalk und Eisensulfiden angereichert ist. Auch in diesen Sedimenten entstehen (diesmal unter ständigem Grundwassereinfluss) Böden. Abflussarme Hochflächen bestimmter Gesteins- und Klimabereiche sind durch Stauwasserböden gekennzeichnet, manche Mittel- und Unterhangbereiche durch Hangwasserböden mit Eigenschaften, die je nach der Dauer des Wassereinflusses und der Durchzugsrate mehr zu den Grund- oder mehr zu den Stauwasserböden zu rechnen sind.

Wichtigstes Kennzeichen aller Böden ist ihre Mächtigkeit (bei ungestörten Böden: zeitabhängige Entwicklungsstufe); ihre Gliederung folgt der Anordnung des Stoffbestandes im Raum. Allen Böden gemeinsam ist ein bestimmter Humusgehalt, der bei Ackerböden 2 bis 4 %, bei

Abb. 12. Terrassenschotter mit Verwerfungen von eiszeitlicher Gletscherüberfahrung (Höfen, Bayern)

Wiesenböden 4 bis 8 %, bei Waldböden 8 bis 15 % im mineralischen Bereich betragen kann (Humusauflagen >15 %, Torfe >30 % u.a.), aber breiten Schwankungen unterliegt (selbst in kurzzeitigem Abstand an einem Ort). Ebenso typisch ist ein (meist geringer) Gehalt an ocker-, braun- oder rotfärbenden Eisenoxiden in durchlüfteten und an (grün- oder blau-) graufärbenden Eisenverbindungen (-oxiden im ersten, -sulfiden im zweiten Fall) in sauerstoffarmen Bereichen. Breiten Schwankungen unterliegt der (aus dem Gestein freigesetzte oder durch Verwitterung neu gebildete) Tonanteil, während Schluff, Sand und Kies überwiegend gesteinsbürtig sind (Ausnahme: Kalkschluffe und -sande). Schluff und Sand bestehen meist aus Quarz mit (in dieser Reihenfolge abnehmenden Anteilen von) Feldspäten, Glimmern und Schwermineralen (Apatit, Zirkon, Turmalin, Rutil, Granat u.a.). Kalk kann in denselben Bodenhorizonten ein gesteinbürtiges (primäres, residuales) oder ein pedogenes = aus der Bodenbildung stammendes (sekundäres) Merkmal sein. In Grundwasserböden kann es zu einer beträchtlichen Anreicherung von blauschwarz färbenden Manganoxiden kommen.

Wesentlich für bestimmte Stoffe ist ihre Anlagerung in Konzentrationsbereichen. Aus Kalk- (im Unterboden), Eisen- und Manganoxiden entstehen (meist im Oberboden) kugelförmige Konkretionen (manchmal mit schaligem Aufbau) und (im Grundwasserschwankungsbereich) um Hohlräume oder in Lagen ausgeschiedene Krusten und Bänke. Aus Ton entstehen durch Verlagerung in den Unterboden zusammen mit Eisenoxiden leuchtend braune Beläge auf polyedrischen Bodenteilchen oder um Steine, in Sanden auch wellige Bänder sowie durch seitliche Verschiebung beim Quellen tonreicher Unterböden auch glänzende Oberflächen (Gleitharnische).

Unter den gealterten Hochflächenböden nehmen Parabraunerden in weiten Bereichen mit Löss, Geschiebemergel oder Terrassenkies und -sand den ersten Platz ein; sie unterliegen aufgrund ihrer Ackerfähigkeit seit langem der landwirtschaftlichen Nutzung. Ihr aufgehellter Oberboden (Al für lessiviert) ist an Ton (und mehr oder minder auch an Eisenoxiden) verarmt und vor allem bei Einmischung des geringmächtigen humosen Oberbodens (Ah Ü Ap für gepflügt) und ungünstiger Befahrung schon im wenig kuppigen Gelände erosionsgefährdet. Der tiefbraune tonigere Unterboden (Bt für tonangereichert) neigt zu erhöhter Lagerungsdichte (prismatische Struktur). Die Tonanreicherung dokumentiert sich hier durch Beläge auf Kluftflächen und an Wurmröhren bzw. um Steine, in den reinen Sandböden durch wellige und gezackte Bänder (= Bänder-Parabraunerde), die in kurzen Abständen (horizontal) aufeinander folgen. Die normale Entwicklungstiefe liegt in kalkreichen Löss- und Geschiebemergel-Landschaften bei 1,1 bis 1,2 m, in Terrassensand- und -kiesgebieten aber auch erheblich darüber. Geringmächtige Böden sind daher fast immer einer jüngeren, anthropogen bedingten Erosion zuzuschreiben.

Bei der Fahlerde ist die Tonverlagerung als beendet anzusehen. Kennzeichnend sind eine Verfahlung des Oberbodens, weißgraue Schluffbeläge im oberen Bt-Horizont, der insgesamt sehr dicht ist, und ein hoher Tongehaltsunterschied zwischen Ober- und Unterboden.

Bei Flachmuldenrelief, tonigem Untergrund und/oder kühl-feuchterem Klima gehen die Parabraunerden der Löss- und Geschiebemergelgebiete in wechselfeuchte bis stark staunasse Pseudogleye über, aber auch bei Sackungsverdichtung im Periglazialklima, die zu einer plattigen Lamellierung des Unterbodens führt. Es beginnt mit Unterbodenmarmorierung, die mit ihrer grauweißen Bleichung (an Klüften, Wurm- und Wurzelröhren, aber auch um organische Strukturen, z.B. Pfostenlöcher) charakteristisch ist (Sd für Stauhorizont mit hoher Lagerungsdichte). Mit zunehmender Staunässe wird der bräunliche Oberboden aufgehellt bis weißgrau (Sw für Stauwasserleiter); die Eisenoxide konzentrieren sich in Konkretionen (die sich auch um Eisengegenstände bilden) mit immer stärkerer Einengung auf den Grenzbereich Ober-/Unterboden. Zugleich verringert sich die Humuszersetzung und Einmischung, sodass Moder und schließlich Rohhumus entsteht. Da sich diese Entwicklung

Abb. 13. Parabraunerde aus Löss (Plieninger Wald, Württemberg).

auch auf einzelnen jungsteinzeitlich besiedelten Hochflächen abzeichnet, könnte eine Klimaverschlechterung dafür verantwortlich sein.

Die Schwarzerden (Tschernoseme) aus Löss scheinen zumindest in den wärmer-trockeneren Landschaften Vorläufer der Parabraunerden gewesen zu sein; noch heute gibt es Übergangsformen zwischen beiden. Kennzeichnend für erstere ist eine mehr als 0,4 m tiefe Einmischung von organischer Substanz durch die Aktivität von Regenwürmern, Maulwürfen, Steppennagern u.a. (Bioturbation, bei der auch Holzkohle, Schneckenschalen und Silexsplitter mit verlagert werden). Die Dunkelfärbung ist in kalkreichen Formen auf Kalkhumate (Ca-Salze der Humussäuren), in tonreicheren auf Ton/Humus-Komplexe zurückzuführen. An der Basis ist Kalk in Konkretionen und als Pseudomyzel (an Wurzelröhren) ausgeschieden. Weniger mächtige Böden dieser Art werden als Pararendzinen bezeichnet (auch im Geschiebemergelgebiet).

Die Braunerden (mit der klassischen Horizontabfolge A-B-C) zeigen Humuseinmischungen im krümeligen humosen Oberboden (Ah), im verwitterten Unterboden (Bv) Verbraunung durch Goethit-Neubildung und Verlehmung durch Umwandlung von Glimmern, Feldspäten

Abb. 14. Pseudogley aus verschwemmtem Lösslehm mit Eisenoxidbändchen parallel zum Rand des Limes-Grabens (bei Pfahlbach, Württemberg).

u.a. in aufweitbare, d.h. quellfähige Tonminerale (daher Polyedergefüge). Sie sind in Landschaften mit kalkfreien Ausgangsgesteinen am stärksten verbreitet. – Eine Sonderform stellt der Kalkstein-Braunlehm dar, die Terra fusca, deren schluffiger Oberboden sie häufig als Parabraunerde erscheinen lässt. Im Unterschied zu Braunerden und Parabraunerden ist sie das Ergebnis mehrerer warmzeitlicher Kalklösungsphasen und oft durch Bodenfließen beeinträchtigt. Ihre flachgründige, an Stellen der Erosion neu entwickelte Vorform ist die Rendzina, die kalkhaltig, humusreich und fast schwarz im Oberboden ist.

Die Pelosole sind Ton- und Mergelverwitterungsböden mit starkem Quellen und Schrumpfen; typisch ist (von unten nach oben) die Gefügeabfolge schichtig bis kohärent, prismatisch, grobpolyedrisch, feinpolyedrisch bis krümelig, wobei an Prismenflächen getrennte Gleitharnische ausgebildet werden (P-Horizont).

Podsole entstanden in kühl-feuchteren Landschaften mit quarz-(sand-)reichen, eisenarmen Gesteinen. Starke Versauerung führte zu Rohhumusbildung; der Oberboden ist fast weiß gebleicht (Ae, von eluvial = ausgewaschen), der Unterboden, mit Humus sowie Eisen- und Aluminiumoxiden wechselnd angereichert, kann zu festem, bausteintauglichem Ortstein verkittet und verdichtet sein. Laterale Verlagerung reduzierten Eisens führte in Senken der Nachbarschaft zur Bildung von Raseneisenerz.

Plaggenesche sind durch allmähliche anthropogene Aufhöhung entstanden. Das geschah durch die Zufuhr von Einstreumaterial, das in Wäldern (durch Streunutzung, bei der oft auch der humose Oberboden mit abgeschält wurde) gewonnen und in Ställen mit Fäkalien versetzt worden war. Typisch ist ein mehr als 40 cm mächtiger E-Horizont (jetzt unter Acker als Eap, unter Wald als Eah).

Kolluvien sind in Hangfuß- und Senkenbereichen von Ackerlandschaften (meist mit schluffig-lehmigen, aber auch mit tonigen Böden) durch prähistorische bis rezente Bodenumlagerung mit Wasser entstanden, doch sind auch Sandkolluvien aus Windumlagerung zu finden. Sie

Abb. 15. Braunerde aus Vulkantuff (Bausenberg, Osteifel).

Abb. 16. Schwarzerde aus Löss (Shortandy, russische Steppe)

sind im Idealfall tiefhumos und nach unten durch einen begrabenen Ah-Horizont begrenzt. Tiefhumose Kolluvien sollten nicht mit Schwarzerden verwechselt werden, von denen sie sich durch ihre Lage im Relief wie auch durch erheblich geringere biologische Aktivität unterscheiden. Häufig sind Holzkohlen und Ziegelbröckchen; bisweilen treten deutliche Schichtgrenzen auf. Von den Grundwasserböden sind Vega (mit deutlichem Bv-Horizont) und Gley (mit der Abfolge Ah-Go-Gr) zu nennen. Verrostung im Grundwasserschwankungsbereich (Go) kann über die Goethitbildung und Braunfärbung hinaus zu Verkrustungen führen (in Eisengleyen), in die auch Eisengegenstände mit einbezogen werden. Der ständige Grundwasserbereich ist reduziert und daher grau (Gr), manchmal auch eisen- und kalkärmer. Da die Kohlensäure leichter aus dem Grundwasser entweichen als Sauerstoff eintreten kann, wird in Kalkgleyen der Kalk (als Wiesenkalk) unterhalb der Verrostungsgrenze ausgeschieden. Der Quellengley ist oft auf Hangnischen begrenzt. Der Nassgley hat höheren Grundwasserstand und leitet (mit geringem oder fehlendem Go-Horizont) zum Anmoor über. Dieses hat die Horizontabfolge Aa (für anmoorig) – Gr, das aus dem Grundwasserbereich durch Verlandung hervorgegangene Niedermoor nH (für Torf; falls zersetzt: nHh mit starker Setzung und Verdichtung).

Hochmoore wachsen mit dem Niederschlagswasser schildförmig in die Höhe; ihre Oberfläche kann zeitweilig stark austrocknen (bei Vererdung: hHh). Zirkulierende Humussäuren färben Silexartefakte, zersetzen Knochen und greifen Kalksteine stark an; dagegen erhalten sich organische Reste wie Stoffe, Leder u.a. Zwischenstadien werden als Übergangsmoore bezeichnet.

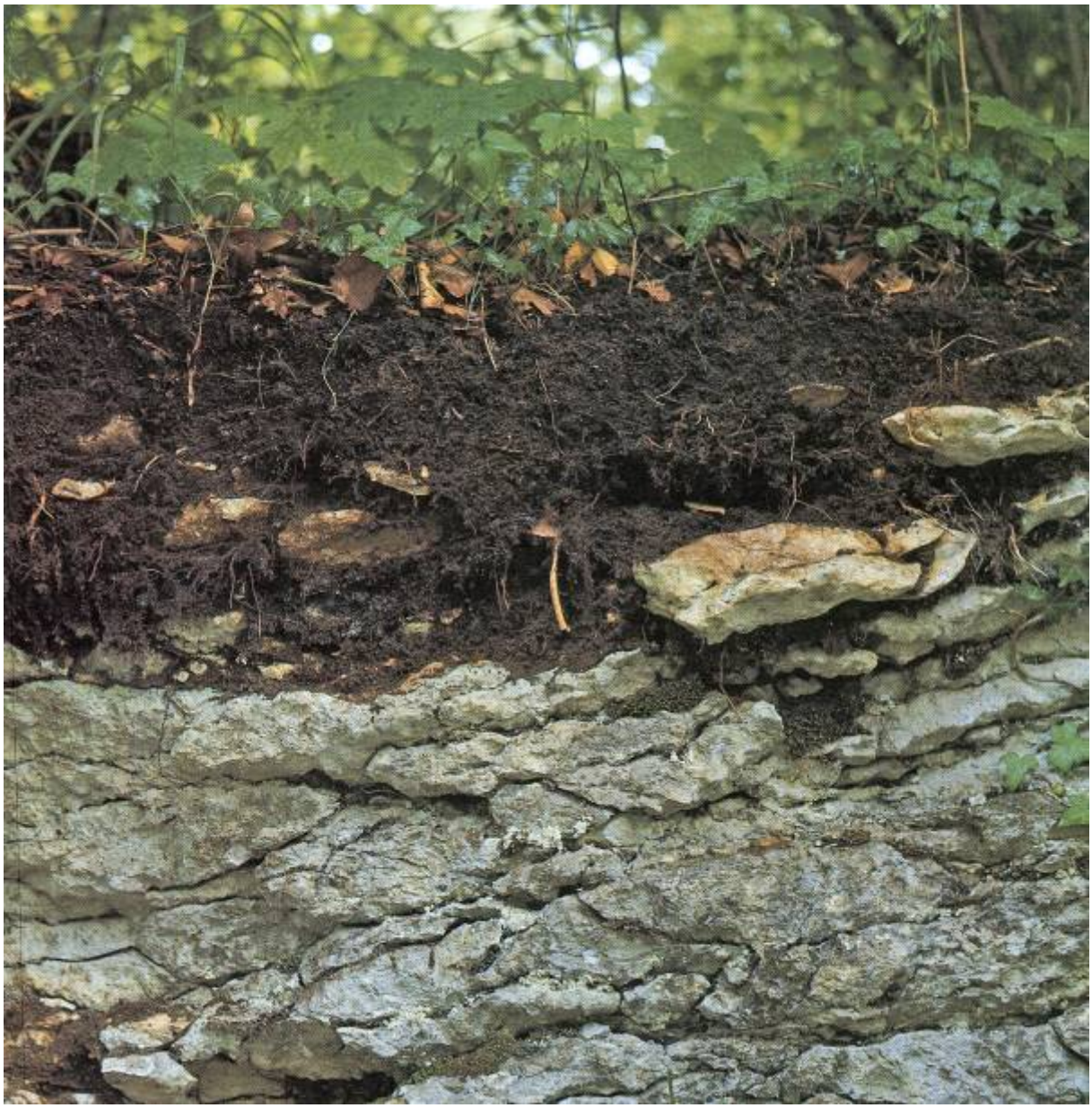

Abb. 17. Rendzina aus Weißiura-Riffkalk (Sirchinger Steige, Württemberg).

Wattböden, unter dem Einfluss der Gezeiten durch Überflutung im Flussmündungs- und Brackwasserbereich entstanden, sind feinkörnig und luftarm, haben noch weitgehend Sedimentcharakter.
Marschböden sind im Sedimentationsbereich des Meeres entstanden; ihr anfänglicher Salzgehalt trennt sie von den Grundwasserböden. Die Salzmarsch ist dem Nassgley ähnlich; die Kalkmarsch hat die Abfolge Ah-Go-(z)Gr, wobei z für Salz steht. Die Kleimarsch hat wie der Gley die Abfolge Ah-Go-Gr. Die Dwogmarsch ist ein Übergang zum Stauwasserboden mit der Abfolge Ah-GoSw-fGoSd-Go-Gr (dieser ab etwa 0,8 m), f steht für fossil, richtiger wäre „begraben“. Ein staunasser Marschboden ist die Knickmarsch, deren toniger Unterboden nach oben scharf begrenzt ist (Knicklage). Als Moormarsch wird ein überschlicktes Moor bezeichnet.
Von den Unterwasserböden seien Gyttja (in sauerstoffreichen Gewässern reich an organischer Substanz), Sapropel (in sauerstoffarmen oder -freien Gewässern, reduzierend, schwärzlich) und Dy (in sauerstoff- und nährstoffarmen Gewässern, sauer, dunkelbraun) erwähnt.

Abb. 18. Terra fusca aus verkarstetem Riffkalk (St. Johann, Württemberg).

Abb. 19. Profil im Moor mit Eishebung = Pals (Sniuttiotesjokk, Schwedisch Lappland).

Literatur

Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie, überarbeitet und erweitert von P. Ramdohr und H. Strunz (1978), 16. Auflage, Stuttgart (Enke).

Kuntze, H., H. G. Roeschmann, G. Schwerdtfeger (1994): Bodenkunde, 5. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart (Ulmer).

Machatschek, F. (1955): Das Relief der Erde. Versuch einer regionalen Morphologie der Erdoberfläche. Berlin (Borntraeger).

Pfeiffer, L., M. Kurze, G. Mathé (1981): Einführung in die Petrologie. Stuttgart (Enke).

Schlichting, E., H.-P. Blume & K. Stahr (1994): Bodenkundliches Praktikum, 2. (veränderte) Auflage, Berlin (Blackwell).

Autor
Klaus E. Bleich
ehemals Universität Hohenheim
jetzt Uhlandstraße 65
72631 Aichtal

Abb. 20. Stagnogley mit Torfmoos aus Buntsandsteinton (Klosterreichenbach, Schwarzwald).

Abb. 21. Podsol aus Dünensand mit teils wolkiger, teils bänderartiger Humusverlagerung (Ostniederlande).

Abb. 22. Überschichteter Plaggeneschboden (Ostniederlande).

Abb. 23. Mehrfach aufgehöhter Gley aus Auenlehm mit verschwemmtem Laacher Bimstuff, weiß, späteiszeitlich (Leineaue bei Northeim, Niedersachsen).

Abb. 24. Junger Marschboden mit Schiffswrack aus dem 17. Jh., weiße Muschelschalen (Polder bei Lelystadt, ehemalige Zuider-See, Niederlande).