

Feldbodenkunde - Schlüssel zum Verständnis des Bodens

Günther Aust^{1*}

Boden – Allgemeine Standortmerkmale

Feldbodenkunde bedeutet Beschreibung und Beurteilung von Böden im Gelände. Die gemeinsame Betrachtung von Boden und Landschaft ist die Voraussetzung, um einen Standort richtig einschätzen zu können. Allgemeine Standortmerkmale sind Teil der Feldbodenkundlichen Beschreibung und werden durch Lage und Bewirtschaftung bestimmt.

Allgemeine Standortmerkmale

- Landschaftsraum (Au – Niederung – Terrassen – Hügel- land – Berggebiet)
- Ausgangsmaterial, Geologie
- Seehöhe
- Klima
- Relief, Hangneigung
- Exposition
- Wasserverhältnisse
- Vegetation (Pflanzenentwicklung, Zeigerpflanzen)

Innerhalb einer Vegetationsperiode ist auch das günstige Zusammenspiel des Bodens und der Allgemeinen Standortmerkmale mit

- Art und Entwicklung der angebauten Frucht, sowie mit der
- Verteilung von Niederschlag und Temperatur von Bedeutung.

Ausgangsmaterial

Das Ausgangsmaterial liefert die „physikalische und chemische Basis“ für den Boden. Die Eigenschaften des Ausgangsmaterials sind daher entscheidend für die Eigenschaften eines Bodens.

Festgesteine

- Magmatite, z.B.: Granit,
- Sedimentgesteinen, z.B.: Sandsteine, viele Kalkgesteine
- Umwandlungsgesteine, z.B.: Gneis, Marmor

Lockersedimente

Handelt es sich bei dem Ausgangsmaterial um ein Lockersediment, so ist es allochtones Material, es ist also woanders entstanden, erodiert und umgelagert worden, z.B.:

- Schuttkegel, Moränen im Gebirge
- Abgeschwemmtes Krumenmaterial im Hügelland (Kolluvien)
- Schwemmmaterial der Gerinne in den Niederungen
- Solifluktsmaterial (= durch Frieren und Tauen abgerutschtes Material)
- Äolische Sedimente (= Windsedimente) (z.B.: Löß)

Charakteristische Merkmale verschiedener Ausgangsmaterialien:

Flusssedimenten (fluviatilen Ablagerungen): Kreuzschichtung durch wechselnde Strömungsverhältnisse

Meeressedimente (marine Sedimente): feine horizontale Schichtung

Windsedimente (äolische Sedimente): eher strukturlos, eventuell linsenartige Strukturen und windrichtungsabhängige Korngrößensortierung (z.B.: lehmiger Schluff zu schluffigem Feinsand)

Bodenbildung

Böden entstehen (ausgenommen Moorböden) durch bodenbildende Prozesse aus einem Ausgangsmaterial. Der Ablauf der bodenbildenden Prozesse wird durch die Allgemeinen Standortmerkmale bestimmt.

Wirkung Allgemeiner Standortmerkmale auf die Bodenbildung, z.B.:

- Seehöhe (Klima – Temperatur und Niederschlag) z.B.: Schwarzerden – Braunerden
- Relief (Erosion und Um- bzw. Ablagerungsvorgänge): Rücken (Rohboden) – Mulden (Kolluvien)

Wenn Allgemeine Standortmerkmale durch den Menschen verändert werden beeinflusst der Mensch die Bodenbildung.

Auch die Bewirtschaftung und gegebenenfalls damit verbundene kulturtechnische Maßnahmen, die die Allgemeinen Standortverhältnisse ändern, wirken auf die Entwicklung eines Bodens, z.B.:

- Eingriffe in den Wasserhaushalt (Grundwassergley – Pseudogley)
- Einbringung organischer Substanz (Bodenleben – Aggregatstabilität)
- Offenhalten oder Begrünung, Bewirtschaftungsrichtung (Erosion)

Böden sind komplexe Systeme, die einer laufenden Veränderung unterworfen sind. Unter gleich bleibenden allgemei-

¹ Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1131 WIEN

* DI Günther Aust: guenther.aust@bfw.gv.at

nen Standortmerkmalen durchläuft ein Boden, beginnend vom Ausgangsmaterial, eine Entwicklungsreihe zu einem Klimaxboden (Endstadium).

z.B.: Verwitterungsdecke im Alpenvorland: Braunerde – Parabraunerde – Pseudogley

Bodenbildende Prozesse

- Verwitterung (physikalisch und chemisch)
 - Zerkleinerung, Umlagerung
 - Verbraunung (= Braunfärbung, vergleichbar der Rostbildung)
 - Verlehmung (= Mineralumwandlung, Tonmineralneubildung)
- Belebung durch Pflanzen und Tiere
 - Gefügebildung (= Entstehung unterschiedlich geformter und verschieden großer Aggregate)
 - Verrottung von abgestorbener organischer Substanz und Anreicherung von Humus
- Menschliche Eingriffe und „Naturereignisse“
 - Erosion (Bodenabtrag und Ablagerung)
 - Entwässerung

Rezente und Relikte Bodenbildung

Die Entwicklung eines Bodens zu seinem heutigen Zustand konnte in den ehemals vergletscherten Gebieten erst nach Abschmelzen des Eises vor ca. 10.000 Jahren beginnen. Man spricht von rezenter Bodenbildung. Böden, die von den Eiszeiten und deren Auswirkungen (gewaltige Erosions- und Ablagerungsprozesse) verschont geblieben sind, können bedeutend älter sein. Man spricht von relikten Bodenbildungen.

Im Allgemeinen sind „alte Böden“ entkalkt, tonreich und durch intensive rötliche Verwitterungsfarben gekennzeichnet.

Kalkreiche, leichtere, weniger intensiv gefärbte Böden lassen eher auf „jüngere Bodenbildungen“ schließen (z.B. Böden aus Schwemmmaterial heutiger Flussniederungen).

Das Alter des Ausgangsmaterials ist dabei für das „Bodenalter“ unerheblich, entscheidend ist der Zeitpunkt, wann die Bodenentwicklung begonnen hat, die dem Boden seine heutige Erscheinungsform gegeben hat.

Bodenhorizonte

In der Regel ist an einem Boden eine Horizontierung erkennbar. Bodenbereiche, bei denen mit feldbodenkundlichen Methoden deutlich voneinander abweichende Eigenschaften festgestellt werden können, werden durch Horizontgrenzen getrennt. Horizonte sind durch bodenbildende Prozesse entstanden und nicht mit Schichten zu verwechseln, die durch Sedimentation entstanden sind. Die Horizontbezeichnungen werden mit Sympolen abgekürzt.

So gibt es z.B.:

A-Horizont

Ein im obersten Bodenbereich gebildeter Mineralbodenhorizont, der durch sichtbaren Humus relativ dunkler gefärbt ist

B-Horizont

Verwitterungs- bzw. Anreicherungshorizont, Verwitterungsvorgänge führen zur Verbraunung und Verlehmung (Tonneubildung), Tonverlagerung führt zur Anreicherung von Tonteilchen

C-Horizont

Ausgangsmaterial, aus dem der Boden entstanden ist (Mutergestein)

Cu (D)-Horizont

unterlagerndes Material, das an der Bodenbildung nicht beteiligt ist

G-Horizont

durch Grundwasser geprägter bzw. stark beeinflusster Horizont (Gleyhorizont)

Gr-Horizont

Reduktionsbereich des G-Horizontes

Go-Horizont

Oxydationsbereich des G-Horizontes

P-Horizont

Stauzone eines Pseudogleyes, d.h. Zone, in der sich Wasser staut; meist fahle oder graue Farben vorherrschend

S-Horizont

Staukörper eines Pseudogleyes, d.h. Zone, über der sich das Wasser staut; meist rostfarbene marmoriert

Nebeneinanderstehende Sympole, z.B. AB oder BC, kennzeichnen Übergangshorizonte.

Häufig verwendete Zusatzsymbole zur näheren Beschreibung von Bodenhorizonten:

g	vergleyt, wasserbeeinflusst
ca	Kalziumcarbonat-Anreicherung
beg	begrabener Horizont
rel	relikter Horizont
p	durch Pflugarbeit beeinflusste Zone
rig	durch Rigolen veränderte Zone.

Bodentyp und Bodenform

Bodentyp: Benennung nach der Bodensystematik (z.B.: Tschernosem, Braunerde, Ranker)

Bodenform: Fläche, die innerhalb ihrer Grenzen, denselben Bodentyp und annähernd gleiche Standortmerkmale aufweist. Daher stimmen für eine Bodenform die Allgemeinen Standortmerkmale und die Eigenschaften der einzelnen Horizonte in einer definierten Schwankungsbreite überein.

häufige Landbodentypen

Tschernosem: voll entwickelter, mächtiger Humusboden aus feinem Lockmaterial, kontinentales Klima (Pannonisches Klima gehört dazu)

Braunerde: Boden, der einen durch die Verwitterung von Eisenverbindungen braun gefärbten B-Horizont aufweist, unterschiedlichste Ausbildungen, gemäßigt humides Klima

Rendzina: Humusboden aus festem oder lockerem Carbonatgestein, Bodenbildung im Wesentlichen auf Akkumulation eines Humushorizontes beschränkt (Carbonatverwitterung, Lösung in Wasser)

Ranker: Humusboden aus festem oder lockerem carbonatfreiem Silikatgestein, das Ausgangsgestein bestimmt die Bodenbildung und überwiegt in der Mineralbodenkomponente, Weiterentwicklung zur Braunerde

Kolluvium: abgeschwemmtes Krumenmaterial, tief humos, Hangfuß, Mulde

häufige wassergeprägte Bodentypen

Gley: grundwassergeprägter Boden

Pseudogley: stauwassergeprägter Boden

Feuchtschwarzerde: ehemals wassergeprägter Boden, Humus im Oberboden zu Mull umgewandelt, Vorliegen eines tieferliegenden Humushorizontes mit der Humusform Anmoormull

Auboden: Boden aus wenig verwitterten Flusssedimenten, schichtiger Aufbau, entstanden durch den Einfluss von rasch ziehendem und schwankendem Wasser, sowie Überflutungen

Feldbodenkundliche Beschreibung eines Bodenprofils

Zuerst erfolgt die Beschreibung der **Allgemeinen Standortmerkmale**

Ebenso können Oberflächenbeschaffenheit (Schollenbildung) und eventuelle Bodenverdichtungen nur vor Ort erhoben werden.

Merkmale von Verdichtung:

- Krumenpseudovergleyung (Wasser bleibt stehen)
- Sauerstoffmangel (Durchlüftung eingeschränkt, weniger Grob- und Mittelporen)
- graubläuliche Färbung (Reduktionsfleckung), Geruch
- Plattengefüge
- Wurzelausbildung

Die Empfindlichkeit gegen Bodenverdichtung hängt ab von:

- Bodenart
- Wassergehalt
- Humusgehalt
- Durchwurzelung

Bodenmerkmale am Profil

- Horizontierung und Horizontmächtigkeit, Horizontübergänge
- Zuordnung zu einem Bodentyp
- *Krumen**-tiefe und Gründigkeit
- Durchwurzelung

**Krume*:

Ursprünglich bezeichnet der Begriff „Krume“ den durch die Bodenbearbeitung gelockerten Bodenbereich. Durch

das Aufbrechen und Wenden kommen bröckelige Bodenaggregate an der Oberfläche zu liegen und verleihen ihr ein „krümeliges“ Aussehen.

In der Bodenkunde spricht man von einer Krümelstruktur, wenn durch die Aktivität der Bodentierchen mineralische Bodenteilchen mit organischer Substanz verbunden werden (Lebendverbauung, Ton-Humus-Komplexbildung).

Das Vorliegen einer Krümelstruktur ist nicht an ackerbaulich genutzte Böden gebunden. Ganz im Gegenteil, viele Ackerböden erleiden durch Bodenverdichtung, Erosion und niedrige Humusgehalte eine Verschlechterung der Bodenstruktur. Man versucht daher durch Einbringen organischer Dünger, durch Bodenlockerung und Kalkung (bei sauren Böden) bestmögliche Voraussetzungen für ein aktives Bodenleben zu schaffen, um die Krümelstruktur und damit die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten. Krume im bodenkundlichen Sinn bezeichnet daher den durch Humus dunkelgefärbten Bodenbereich, der durch die Aktivität des Bodenlebens eine krümelige Struktur aufweist.

In der Bodenkartierung wurde der Begriff „Krumentiefe“ mit der Humustiefe gleichgesetzt.

Nach der Österreichischen Norm L 1050 (Boden als Pflanzenstandort) wird der Begriff „Krume“, wie folgt definiert:

Oberster, humoser und durchwurzelter Mineralbodenbereich, der durch den Zustand der Bearbeitung deutlich von darunter liegenden Bodenhorizonten abgegrenzt werden kann.

Beschreibung der **Eigenschaften in den einzelnen Horizonten:**

- Bodenart, Grobanteil
- Humusform
- Humusgehalt
- Karbonatgehalt
- Struktur
- Porosität
- Bodenfarbe
- Flecken, Konkretionen
- Durchwurzelung
- Biologische Aktivität

Der Humus- und Karbonatgehalt, sowie die Bodenart, die sich aus dem Verhältnis der Fraktionen Ton, Schluff und Sand des Feinbodens ergibt, können anhand von Bodenproben durch Laboranalysen genauer bestimmt werden. Alle anderen, der genannten Eigenschaften sind im Gelände mit Feldmethoden aufzunehmen.

Die Beschreibung erfolgt qualitativ und quantitativ durch Einordnung in definierte Klassen.

Bodenart und Grobanteil

Kornfraktion: bezeichnet Bodenteilchen bestimmter Größenklasse. Es gibt die Fraktionen Sand (2-0,06 mm), Schluff (0,06-0,002 mm), Ton (< 0,002 mm)

Feinboden: Bodenteilchen kleiner als 2 mm, in der Natur immer Gemisch aus mehreren Kornfraktionen

Grobanteil: auch Bodenskelett oder Grobboden, Bodenteilchen größer als 2 mm

eckig	rund	Größe [mm]
Blöcke	Geröll	> 300
Grobsteine	Grobschotter	100 – 300
Steine	Schotter	20 – 100
Grus	Kies	2 – 20
	Sand	0,06 – 2
	Schluff	0,002 – 0,06
	Ton	< 0,002

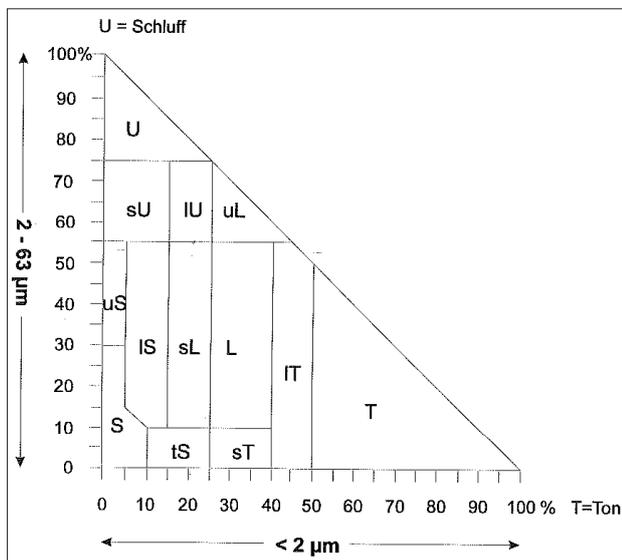
Unter Bodenart oder Textur versteht man die in einem Bodenhorizont vorliegende Korngrößenzusammensetzung des mineralischen Feinbodens (Verteilung der Fraktionen, Mischungsverhältnis).

Jede Bodenart bezeichnet ein, mit einer Spanne festgelegtes, Verhältnis zwischen den Fraktionen Sand, Schluff und Ton (z.B.: sandiger Lehm)

Bodenarten werden in 5 Schwereklassen zusammengefasst (sehr leicht – leicht – mittelschwer – schwer – sehr schwer)

z.B.: schwer: sandiger Ton, Lehm, schluffiger Lehm

Die Bodenarten können in einem Texturdreieck (z.B.: Texturdreieck der Bodenkartierung) anschaulich dargestellt werden:



Die Bodenart hat wesentlichen Einfluss auf physikalische, chemische, biologische Eigenschaften des Bodens:

wichtig für:

- Bearbeitbarkeit (Stundenböden)
- Wasser- und Lufthaushalt (Durchlässigkeit, Haltekraft, Stauung)
- Nährstoffhaushalt (Nährstofflieferung und Nährstofffixierung)
- Erwärmbarkeit

- Struktur und Lagerung
- Durchwurzelbarkeit
- Quellungsvermögen

abhängig von:

- Ausgangsmaterial
- Verwitterungsgrad

Charakteristische Eigenschaften von Böden mit dominanten Bodenarten:

Sandböden: Grob- und Mittelporen

warm, gute Durchlüftung und Wasserbeweglichkeit, Auswaschung

Wasserhaltefähigkeit und Nährstoffspeicherung gering

Leichte Bearbeitbarkeit

Tonböden: hohes Gesamtporenvolumen (Feinporen)

kalt, stark wasserhaltend, oft wasserstauend, wenn sie austrocknen, harte Schollen, schlechte Durchlüftung, Sauerstoffmangel bei Wassersättigung, Bearbeitung ist wegen der Gebundenheit an einen günstigen Feuchtigkeitszustand schwierig.

Schluffböden: Erosionsgefährdung durch Wasser, Verschlammung

Selten liegt in einem Bodenhorizont nur eine Fraktion vor. In der Regel bestehen Böden aus Mischungen verschiedener Fraktionen.

Der Ausdruck „Lehm“ ist keine Kornfraktion, sondern bezeichnet eine Bodenart, ein Gemenge aus Sand, Schluff und Ton zu annähernd gleichen Teilen (-> Texturdreieck)

Im Allgemeinen kann die Bodenart „sandiger Lehm“ als günstige Bodenart angegeben werden. Das Wasser wird gut gehalten, und ein ausreichender Teil davon ist auch für die Pflanze verfügbar, der Boden ist gut zu bearbeiten und neigt nicht zur Verschlammung und Dichtlagerung.

Für einseitig klimatisch geprägte Gebiete gilt:

heiße trockene Gebiete: schwerere (tonreiche) Böden

kühle, niederschlagsreiche Gebiete: leichte (sandige), grobstoffhaltige Böden

Feldmethoden:

Die Abschätzung der Bodenart des Feinbodens erfolgt mit der Fingerprobe. Dabei ist bei der Beurteilung besonders auf den Einfluss von Bodenfeuchte und Humus zu achten.

Die Abschätzung von Menge, Größe und Form des Grobanteils kann unter Zuhilfenahme von so genannten „Flächenbildern“ erfolgen (Mengenklassen).

Humus

wichtig für:

- Wasser- und Lufthaushalt
- Nährstoffhaushalt
- Bodenstruktur, Aggregatstabilität (Bodenleben)
- Bearbeitbarkeit
- Bodenerwärmung (Farbe)
- Bodenleben

- Bearbeitung

Die Bodenteilchen liegen entweder einzeln vor (keine Aggregatbildung) oder sie bilden größere Sekundärkörper (Aggregatbildung).

Keine Aggregatbildung erkennbar:

- Einzelkornstruktur (z.B. Sand)
- Massivstruktur (z.B. schwere nasse Böden)

Aggregatbildung erkennbar – kompakte Anordnung der Aggregate:

- plattig
- prismatisch
- blockig

Aggregatbildung erkennbar – lockere Anordnung der Aggregate:

- körnig
- krümelig

Porosität

beschreibt Menge und Ausbildung der Hohlräume

Auswirkung auf:

- Wasser-, Luft- und Nährstoffhaushalt
- Erwärmung
- Wurzelwachstum

Bodenfarbe

Diagnostisches Merkmal zur Kennzeichnung von Böden (Die Bodenfarbe stellt bei der Internationalen Bodensystematik ein grundlegendes Kriterium für die Einordnung der Böden in Referenzgruppen dar, WRB-Klassifikation).

wichtig für:

- Bodentemperatur

kommt von:

- Ausgangsmaterial
- Humus
- Eisen- und Manganverbindungen

zeigt an:

- Humusgehalt
- Bodenwasser und Bodenluftgehalt (Oxidation – Reduktion)
- Strukturstörungen (z.B.: Verdichtung)
- Rückschlüsse auf bodenbildende Prozesse (z.B.: Verbraunung)

beeinflusst von:

- Bodenfeuchte: erdfeuchter, frischer Bruch
- Bodenart

Unterscheidung von Grund- und Fleckenfarbe

Angabe mehrerer Farben bei mehrfärbigen Horizonten (z.B.: Marmorierungen)

Farbbestimmung im Feld nach Munsell:

Um den subjektiven Einfluss bei der Farbbestimmung möglichst auszuschalten und vergleichbare Angaben zu erhalten, wird die Farbbeurteilung an Hand der „Munsell Soil Color Charts“ (Munsell-Farbtabelle) vorgenommen.

Die Farben sind in Gruppen eingeteilt, die mit Buchstaben bezeichnet sind:

R -Gruppe
YR -Gruppe
Y -Gruppe

Davor steht eine Zahl (10, 2,5, 5, 7,5), die den Farbton angibt.

Für jeden Farbton einer Gruppe gibt es eine Farbtabelle

Die einzelnen Tabellen sind in viele Nuancen unterteilt, welche in vertikaler Richtung nach ihrer Helligkeit („value“), in horizontaler Richtung nach ihrer Intensität („chroma“) geordnet sind.

Wenn eine Farbe auf der Tabelle 2,5 Y liegt, ihr „value“ 5 und ihr „chroma“ 4 ist, dann lautet die Farbbezeichnung 2,5 Y 5/4.

Flecken und Konkretionen

zeigen an:

- Humusverlagerung
- Bodenwasser und Bodenluftgehalt (Oxidation – Reduktion)
- Strukturstörungen
- Rückschlüsse auf bodenbildende Prozesse

man unterscheidet:

- Fahlflecken: geringe Farbintensität
- Verwitterungsflecken: braune bis rotbraune Färbung
- Reduktionsflecken: graue bis bläuliche Färbung durch Sauerstoffmangel
- Rostflecken: rotbraun, Oxidation bei Wegfall von Sauerstoffarmut
- Humusflecken

Konkretionen:

Mehr oder weniger runde, schalenartig (konzentrisch) aufgebaute „Körner“ durch Ausfällung von in der Bodenlösung vorhandenen Stoffen (Fe, Mn, Ca)

Durchwurzelung

Rückschlüsse auf:

- Bodenstruktur und Strukturschäden
- Bodenwasserhaushalt