

Was ist ein Boden?

Böden sind Naturkörper und als solche vierdimensionale Ausschnitte aus der Erdkruste in denen sich Gestein, Wasser, Luft und Lebewelt durchdringen

Faktoren der Bodenbildung

(S.267ff, Goudie – phys. Geogr.)

Böden sind Produkte verschiedener Faktoren:

1. Klima

- Biologische Aktivität, Erosions- und Verwitterungsvorgänge hängen stark vom Klima ab
- Wenig Vegetation = hohe Einstrahlung
- Klimaxboden => Boden, der im Laufe der Zeit unter den Bedingungen einer Klimazone entsteht

2. Biotische Faktoren

- Aus abgestorbenen Vegetation entsteht Humus
- Dieser ist Teil des Nährstoffkreislauf zwischen Pflanze und Boden
- Vermischung des Bodens durch Tierchen

3. Relief

- Exposition wichtig (Südseite wärmer, raschere Bodenbildung)
- Hangneigung beeinflusst Bodenfeuchte, Massenbewegung und Bodenerosion
- Bei zu steilem Profil wird Boden schnell abgeschwemmt
- In flachem Terrain kann mehr Wasser in den Grund eindringen, Minerale verwittern und lösliche Stoffe abführen (-> große Mächtigkeit möglich)

4. Ausgangsgestein

- Verwitterung abhängig von Zusammensetzung des Ausgangsgesteins
- Wenn Boden vorwiegend unter Einfluss des Gesteinsuntergrundes gebildet wird, dann ist Bodenart und Mineralzusammensetzung oft noch ähnlich wie Ausgangsgestein (autochthone Böden)
- Allochthone Böden werden aus antransportiertem Material gebildet (z.B. Lössböden, Auenböden)

5. Zeit

- Wie tief ein Boden entwickelt ist hängt auch stark von der Entwicklungsdauer ab
- Bspl: dünne Böden auf Möränen und tiefe Böden alten Kontinenten

6. Mensch

- Versiegelung
- LWS (Dünger, Monokultur, Erosion, Brachzeiten)

7. Wasser

- Haftwasser (wird entgegen der Schwerkraft im Boden gehalten)
- Kapillarwasser: Im Bereich der Fein / Mittelporen, Meniskusbildung, von Pflanzen aus Mittelporen aufnehmbar
- Feldkapazität:
 - maxFKZ = alle Poren mit Wasser gefüllt
 - nFKZ = nutzbare FKZ, den Wurzeln verfügbares Wasser zwischen FKZ und PWK (permanenter Welkepunkt)
 - Welkepunkt = Anziehungskräfte halten Wasser so stark fest, dass es Wurzeln nicht mehr verfügbar ist

Zonal, Azonal, Intrazonal

Zonale Böden:

- An Klimazone gebunden
- Meist Klimaxböden
- Geschlossene Vegetationsdecke erforderlich

Azonale Böden

- Noch kein reifes Relief entwickelt, wegen zu wenig Zeit
- Rohböden, junge Böden
- Starke Ersosion

Intrazonale Böden

- Nicht an Klimazone gebunden
- Relief / Gestein sind entscheidende Faktoren
- Zeit / Klima nicht bestimmend, keine Klimaxböden

Bodenart

- Unterscheidung der Böden durch verschiedene Korngrößenzusammensetzungen (Sand, Schluff, Ton und grobe Gesteine)
- Feststellen der Bodenart im Gelände durch Fingerprobe, im Labor mit Sieb- und Schlämmanalysen
- Wasser- Luft- Nährstoffgehalt und Bearbeitungsmöglichkeiten hängen von ihr ab
- Lehm = Gemisch aus Sand, Schluff, Ton

Sandboden

- Geringes Wasserspeichervermögen
- Geringer Nährstoffgehalt (Nährstoffe können sich nicht festhalten, da keine Tonminerale vorhanden)
- Gute Durchlüftung
- Gute Durchwurzelbarkeit
- Leichte Bearbeitbarkeit

Tonboden

- Wasserspeicherfähig
- Hoher Nährstoffgehalt
- Wenig Porenräume
- schlechte Durchlüftung
- schlechte Durchwurzelbarkeit
- schwere Bearbeitbarkeit

Lehmboden

- Ideal, da Mischung aus beiden

- Schluff- und Sandböden sind durch Winderosion stark gefährdet

Begriffe

Kationenaustausch

- Fähigkeit des Bodens an elektrisch negativen Ladungsplätzen von Tonmineralen Kationen austauschbar zu binden
- Auch Schadstoffkationen können sich binden
- Diese Kationen können die Wurzeln der Pflanze dann aufnehmen
- Wenn zu viele Schadstoffe (z.B. auch saurer Regen) sich mit Tonmineralen binden, dann stehen der Pflanze zu wenige Nährstoffkationen zur Verfügung

Humus

- Organische Substanzen, die durch Bodenlebewesen zersetzt werden
- Bildet sich also nur, wenn Boden genügend Porenräume besitzt

Hauptbestandteile: mineralische (Tonminerale, Lösungsminerale) und organische (Humus) Stoffe, Luft und Wasser

Interflow

- Zwischenabfluß
- Unterirdischer Abfluß im ungesättigten Bereich in Oberflächennähe, der nach dem Einsickern in den Vorfluter gelangt, ohne das Grundwasser zu erreichen
- Findet also über geringmächtigen Horizonten in Schichten in und unter der Bodendecke statt

Hydromorphe Böden

- Böden, in denen durch starken Wassereinfluß hervorgerufene Merkmale dominieren (Gley, Pseudogley)

Stauwasserböden:

- Mit ausreichenden Niederschlägen Stauung
- Kein Anschluß ans tiefer liegende Grundwasser
- Kein durchgehender Wasserspiegel
- Kann auch auf Hochplateaus auftreten
- Pseudogley

Grundwasserböden:

- Durchgehender Wasserspiegel
- **Terrestrische Böden:** Auf fester Erdoberfläche ohne Einfluss von stehendem oder stauendem Wasser entstandene Böden
- **Subhydrische Böden:** Unter Wasser entstandene Böden
- **Semi-terrestrische Böden:** Einfluss von GW und Staunässe

Fossile Böden: Durch Aufsedimentation begrabene Böden, deren Entwicklung zum Stillstand gekommen ist. Aus ihnen sind Rückschlüsse auf paläoklimatische Verhältnisse möglich.

Reliktböden: ebenfalls unter anderen Klimabedingungen entstanden, aber Weiterentwicklung in der Gegenwart unter Erhaltung früher erworbener stabiler Merkmale

Primäre Mineralien: Sand und Steine im Boden

Mineralneubildungen: durch chemische Verwitterung neu gebildete Tonminerale

Haftwasser: hält sich als Kapillar- und Absorptionswasser oberhalb des Grundwasserspiegels

Luft: schlechte Durchlüftung beeinträchtigt biologische Aktivität (Fäulnis)

Bodenflora und -fauna: setzen abgestorbene organische Substanzen zu Humusstoffen um (Regenwürmer, Pilze, Algen, Bakterien,...) und durchlüften den Boden

Prozesse der Bodenbildung

Lessivierung (Tonverlagerung)

- Durch Sickerwasserstrom Verlagerung von Tonmineralen profilabwärts
- Dadurch kommt es in tieferen Bodenbereichen (Unterboden) zur Tonanreicherung (**Illuvialhorizont**) und weiter oben (Oberboden) zur Tonverarmung (**Eluvialhorizont**)
- Z.B. entsteht aus Braunerde Parabraunerde

Salz- und Kalkverlagerung

- Leicht lösliche Salze und Kalke können durch Wasser verlagert werden
- So entstehen entkalkte Horizonte und Kalkanreicherungshorizonte mit **Kalkkonkretionen** (Lößkindl)
- In Trockenklimaten können durch den kapillaren Aufstieg im Oberboden Anreicherungshorizonte oder sogar Krusten entstehen

Podsolisierung

- Durch Sickerwasserstrom Abwärtsverlagerung von Humus und Eisen- und Aluminiumoxiden (**Sesquioxide**)
- Entstehung von stark gebleichten Verarmungs-(Eluvial)-Horizonte und dunklen Anreicherungs-horizonten (im Extremfall Ortsteinkrusten) im Unterboden
-

Verbraunung

- Bei der Verwitterung vieler Minerale wird Eisen freigesetzt
- Dieses oxidiert und bildet eine bräunliche Farbe

Vergleyung / Pseudovergleyung

- Wo zeitweise Stauwasser oder stagnierendes Grundwasser auftritt kommt es zu anaeroben Verhältnissen, die Reduktions- und Oxidationsverhältnisse hervorrufen

Turbation

- Vermischung von mineralischen und organischen Komponenten durch Bodenlebewesen

Boden mit chemischer Verwitterung haben ein A-B-C-Profil

A-Horizont

- Verwittertes Gestein und Humus
- Von Auswaschung am stärksten betroffen

B-Horizont

- Stark verwittertes Material
- Wenig organische Substanz
- Wieder ausgefällte ausgewaschene Sedimente

C-Horizont

- Nur leicht verwittertes Ausgangsgestein.

Bodentypen mit gehemmter Entwicklung haben ein A-C-Profil (Rendzina)

Tonminerale

Unterscheidung:**(1:1) Zweischichtminerale:**

- z.B. Kaolinit, Halloysit
- Zwischen einzelnen Schichtpaketen (Oktaeder und Tetraeder) besteht nur wenig Platz, da sich Wasserstoffbrücken bilden
- Nährstoffe (Kationen) können sich nur an Außen- oder Spaltflächen binden
- Unfruchtbare Böden

(2:1) Dreischichtminerale:

- 2x Tetraeder, 1x Oktaeder
- z.B. glimmerartige Tonminerale, wie Muskovit, Biotit, Illit, Montmorillonit, Vermiculit
- Keine Wasserstoffbrückenbildung
- Schichtabstand größer
- Kationenaustauschkapazität größer

(2:1:1) Vierschichtminerale:

- z.B. Chlorite
- Ladung neutral, daher keine Bindung von Kationen

Bodentypen

Syrosem

Durch die fortschreitende Verwitterung entsteht ein **Rohboden** bzw. **Syrosem**. Ein Syrosem entwickelt sich nur in gemäßigten Klimagebieten und ist nur in steilen Hanglagen beständig, wo die Bodenbildung durch eine fortschreitende Erosion verhindert wird.

Er besitzt nur einen geringmächtigen Oberboden (A-Horizont), der dem Ausgangsgestein aufliegt. Der A-Horizont ist oft steinig und entscheidend von den Eigenschaften des Ausgangsgesteins geprägt. Auf Silikatgesteinen ist er oft bereits versauert.

Ranker

A-C-Boden, der aus festem oder lockerem Silikatgestein entstanden ist
Ausgangsgestein ist Carbonatfrei bis Carbonatarm (<2%)
steiniger, humoser A-Horizont auf
flachgründig und gehen durch fortschreitende Humusakkumulation und
Gesteinsverwitterung aus dem Syrosem hervor
In Hoch- und Mittelgebirgen meist auf Festgestein

Braunerde:

Gehen im gemässigt humiden Klima aus Rankern, Regosolen oder Pararendzinen hervor, sobald die durch Silikatverwitterung hervorgerufene **Verbraunung** und **Verlehmung** jene tieferen Teile des Profils erfasst, in denen kein Humus angereichert wurde

braune Farbe rührt von dem oxidierten Eisen her
weist einen humosen A-Horizont auf, der in der Regel gleitend in einen braun gefärbten Bv-Horizont übergehen.

Darunter folgt der C-Horizont.

Im Bv-horizont sind relativ leicht verwitterbare Minerale in der Regel gelöst und ihre Bestandteile ausgewaschen oder zumindest im Vergleich zum Ausgangsgestein stark vermindert

Basenreiche Braunerden sind in Mitteleuropa selten. Basenarme Braunerden dagegen kommen häufiger vor, z. B. in Mittelgebirgslagen aus Granit-Fließerden , wobei sie mit Ranker aus anstehendem Festgestein und podsolierten Böden vergesellschaftet sind.

Podsol

Profil:

L/Of/Aeh/Ae/Bh/Bs/C

Podsole sind stark saure und nährstoffarme Böden

Ausgangsmaterial der Bodenbildung ist in der Regel silikatisches Lockergestein
entwickeln sich in der Regel als sekundäre Podsole aus Braunerden oder Parabraunerden

Unter extremen Bedingungen werden sie auch direkt aus Rankern gebildet und dann als primäre Podsole bezeichnet

Entwicklung:

Kennzeichnender bodenbildender Prozess in Podsolen ist die **Podsolierung**

Unter einer meist mächtigen Humusaufgabe folgt der stark gebleichten Verarmungs- (Eluvial)-Horizonte (Ae-Horizont) mit aschgrauer Färbung, der kaum organische Substanz enthält. Aus diesem **Eluvialhorizont** werden mit saurem Sickerwasser vor

allem Huminstoffe und **Sesquioxide** (Eisen- und Aluminiumoxide) ausgewaschen (Ae-Horizont), die in einem tieferliegenden **Illuvialhorizont** (Bh, Bs oder Bhs-Horizont) wieder ausgefällt werden. Im Extremfall bildet sich durch die starke Ablagerung eine Ortsteinkruste.

Die Podsolierung der Böden wurde durch die Vernichtung von Eichen- und Birkenwäldern und deren Ersatz durch Nadelholz oder Heidevegetation gefördert. Vielfach wurde seine Bildung erst durch den Menschen ausgelöst.

Verbreitung:

Podsole treten vor allem in kalt- bis gemäßigt-humiden Klimazonen auf Skandinavien, Russland). Im mitteleuropäischen Bergland haben sich Podsole vor allem aus Granit und Sandsteinfließerden entwickelt.

Nutzung:

Bei starker Düngung und künstlicher Bewässerung ist Ackerbau möglich

Parabraunerde**Profil:**

Ah/Al/Bt/C

Zählt zu Klasse der Lessivés

Bestimmender Prozess: Lessivierung

Tonverarmter, fahlbrauner A-Horizont, tonangereicherter, tiefbrauner B-Horizont

Man spricht von Fahlerde, wenn der tonverarmte Oberboden deutlich aufgehellt ist

Entwicklung:

Bevorzugt auf Lockergesteinen mit mergeliger Zusammensetzung und Carbonatfreien Lehmen

Gehen in gemäßigt humiden Klimaten aus Pararendzinen oder Braunerden hervor, wenn Carbonatauswaschung und leichte Versauerung eine Tonverlagerung ermöglichen

Bei starker Versauerung kann Podsol-Parabraunerde und dann Podsol entstehen

Bei starker Tonverlagerung können Pseudogleye entstehen

Verbreitung:

Gemäßigt humide Klimate

In Mitteleuropa . a. auf Löß- und Moränenlandschaften

Nutzung

Allg. günstige Ackerstandorte

Allerdings neigen sie wegen Verschleiffung durch Lessivierung zu Verschlammung

Pseudogley:

- Klasse der Stauwasserböden (ebenso Stagnogley)
- Grundwasserferne Böden, in denen ein Wechsel von Stauwasser und Austrocknung Konkretionen und Rostflecken v. a. im Aggregatinneren

entstehen ließ, während Aggregatoberflächen gebleicht wurden (=Marmorierung)

- Typisch: Unter Ah ein gebleichter durchlässiger Sw (Stauzone) und drunter einen dichten Sd-Horizont (Staukörper)
- In staunassem Zustand kommt es zur Reduktion

Primärer Pseudogley:

- unmittelbar aus tonreichen Gesteinen mit geringer Wasserleitfähigkeit hervorgegangen
- anstatt Pelosol gebildet
- entweder geschichtet (Flugsand über Ton) oder ungeschichtet (dann kaum in Stauzone und Staukörper differenzierbar)

Sekundärer Pseudogley

Häufig aus Parabraunerde entwickelt, durch Tonanreicherung

Verbreitung:

Kalt und gemäßigt-humide Klimate, häufig nur kleinflächig

Nutzung:

- Gute Wiesen- und Waldstandorte
- Ackernutzung wegen schwerer Bearbeitbarkeit und O₂-Mangel in nassem Zustand erschwert

Gley

- Zählt zu semiterrestrischen Böden (Grundwasserbeeinflusst)
- Ah/Go/Gr
- Ah= von Grundwasser unbeeinflusst
- Go= Oxidationshorizont, verrostet
- Gr= Reduktionshorizont, grau/blau, ständig naß, Lösung von Fe- und Mn- Verbindungen, die nach oben transportiert und dort ausgefällt werden
- Intensive chemische Verwitterung, deshalb mächtiger lehmiger und toniger Unterboden
- Bei hohem Wasserstand ist sind Bodenleben und Stoffumsetzung stark behindert

Verbreitung

- In Gebieten mit hohem Grundwasserspiegel
- Häufig Talauen
- In vielen Klimaten, allerdings meist kleinflächig

Nutzung

- Natürliche Standorte feuchteliebender flansen
- Wald, Wiesen, Weiden
- Wenige geeignet für Ackerbau, wegen hohem Grundwasserspiegel

Rendzina

Ah/C

Ah= humus- und skelettreich

C= festes oder gelockertes Carbonat- oder Gipsgestein

Hoher pH-Wert und als Folge hohe Tätigkeit von Bodenorganismen und daher gut durchlüftet

Verbreitung

- Auf Carbonathaltigem Gestein

Nutzung

- Wegen Flachgründigkeit meist als Wald
- Wenn tiefgründiger, dann auch Ackerbau

Pararendzina

- Ah/C
- Ah: <40 cm mächtig, sonst Tschernosem
- Entwicklung auf Carbonathaltigen Sanden, Schottern, Löss, etc...
- Nach Entkalkung (mit Waldbewuchs) entsteht Braunerde, unter Steppen entstehen Schwarzerden
- Unterscheidet sich von Rendzina durch höhere Sand- und Schluffgehalte
- Ausreichend durchlüftet, nährstoffreich und tiefgründig aber teilweise trocken
- Gute Durchwurzelbarkeit

Verbreitung

- Semiaride und -humide Gebiete
- Hanglagen

Nutzung

Intensive acker- und weinbauliche Nutzung möglich

Schwarzerde (Tschernosem)A_{xh}/C

Ah= über 40cm mächtig, dunkel

Aus mergeligem Lockergestein

Intensive Bioturbation

Bildung vorwiegend aus Löss

Oberboden meist kalkfrei

Verbreitung

Kontinentale, semiaride und -humide sommertrockene Klimate

Nutzung

Ausgezeichnete Ackerstandorte
Wichtigste Weizenböden der Erde

Kryoturbation

- = Würge-, Brodel-, Taschenböden
- Beim Vordringen der Frostfronten kommt es zu Stauchungen
- Besonders in Lockermaterialien wurde die ursprüngliche Schichtung durch Verwürgungen, Quetschungen, Faltungen stark gestört

Frostmusterböden

- entstehen aus Eiskeilnetzen
- bei homogenen, feinem Material entstehen einfach Polygone = Textur-, oder Polygonböden
- bei inhomogenen Material entstehen Strukturböden (Steinringe, Steinnetze)

Tropen

Tempmittel: in allen Monaten über 18°C

Tageszeitenklima, Tempschwankungen des Tages liegen also über denen der Monatmittel

Weitere Unterteilung nach NS

Tropische Böden

- Ständig hohe Temps und NS sorgen für tiefgründige chem. Verwitterung
- Wegen hohen NS aber auch ausgewaschen (arm an Kieselsäuren und Basen)
- Dadurch relative Anreicherung von Sesquioxiden => Lateritisierung
- Böden: Ferralite, Latosole
- nährstoffarm, wegen geringem Restmineralgehalt und geringer Humusdecke
- ausserdem zweischichtige Tonminerale (Kaolinit, Gipsit) besitzen geringe KAK
- hohe Produktionskraft erklärt sich durch den schnellen Umsatz der Phytomasse (insbesondere durch Wurzelpilze (Mycorrhizae))
- Dieser Kreislauf wird durch Rohdung unterbrochen
- Erosion, auch künstliche Düngung hilft wenig, da KAK so gering

Böden in trockeneren Gebieten der Tropen

- sind allgemein fruchtbarer als in Tropen, da die chemische Verwitterung sinkt und mehr Restminerale vorhanden sind
- Außerdem sind durch geringere Kieselsäureauswaschung mehr dreischichtige Tonminerale vorhanden
- Besser für LWS, allerdings hier auch weniger NS