

## Bodenbildung und Bodenfruchtbarkeit

### 1.) Bodenbildung

#### Bodenentstehung

Vegetation →

Tierwelt →

Gestein →

Klima →

**B**

**O**

**D**

**E**

**N**

#### **Gesteine:**

- **Magmatische Gesteine:** Erstarrung flüssigen Magmas
  - Plutonite (langsam erkaltet)
  - Vulkanite (schnell erkaltet)
- **Sedimentgesteine:** Ablagerung und Verfestigung von feinem Material
- **Metamorphe Gesteine:** Umwandlung durch Hitze und Druck in großen Tiefen

#### Bodenbestandteile

##### ❶ **Organische Substanz**

- a.) Humus: abgestorbene Tiere und Pflanzen
- b.) Bodenorganismen

##### ❷ **Mineralische Substanz** aus verwittertem Gestein

##### ❸ **Bodenwasser**

##### ❹ **Bodenluft**

**Verwitterung** = Zerkleinerung von Gestein durch physikalische (z. B. Frostsprengung) und chemische (z. B. Lösung durch Wasser) Vorgänge

### 2.) Einteilung der Böden

#### nach Bodenprofil

- A-Horizont: Auswaschungshorizont (Oberboden)
- B-Horizont: Anreicherungshorizont (Unterboden)
- C-Horizont: Ausgangsgestein

„**Bodentypen**“

#### nach Korngrößen

grob



fein

- Steine
- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton

„**Bodenarten**“

Fortsetzung >>>>>

### 3.) Bodenfruchtbarkeit

Die Bodenfruchtbarkeit wird durch viele Faktoren beeinflusst: Durchwurzelung, Durchlüftung, Bodenwasser, Bodenwärme, Verfügbarkeit von Nährstoffen usw.

#### ■ **Bodenwasser**

- 1.) Sickerwasser: gelangt ins Grundwasser
- 2.) Haftwasser: wird gegen die Schwerkraft gehalten
  - a.) Adsorptionswasser
    - haftet an Bodenteilchen
    - für Pflanzen schwer verfügbar
  - b.) Kapillarwasser
    - in den Poren des Bodens
    - für Pflanzen leicht verfügbar
- 3.) Grundwasser

#### ■ **Verfügbarkeit von Nährstoffen**

Herkunft der Nährstoffe	Umwandlungsvorgang	Hauptnährelemente	Speicherung durch:
mineralische Substanz	Verwitterung	Stickstoff (N) Phosphor (P) Schwefel (S) Kalium (K) Calcium (Ca) Magnesium (Mg) Eisen (Fe)	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Tonminerale</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Zweischnitttonminerale (z. B. Kaolinit): geringe Kationenaustauschkapazität</li><li>- Dreischnitttonminerale (z. B. Montmorillonit): große Kationenaustauschkapazität</li></ul></li><li>• <b>Huminstoffe</b><ul style="list-style-type: none"><li>- Fulvosäuren (stark sauer)</li><li>- Huminsäuren (schwach sauer)</li><li>- Humine (neutral)</li></ul></li></ul>
organische Substanz	Mineralisierung		

Entscheidend für die Bodenfruchtbarkeit ist die chemische Eigenschaft, eine bestimmte Menge an **Pflanzennährstoffen** (in Form von Ionen) festzuhalten, d. h., vor der Verlagerung (Auswaschung) zu bewahren und sie bei Bedarf an die Pflanzen abzugeben (**Austauschkapazität**). Diese Fähigkeit besitzen besonders die **Tonminerale** (die kleinste Gruppe der mineralischen Substanz) sowie die aus organischer Substanz entstandenen Huminstoffe.

# Gesteine und Verwitterung

## ■ Einteilung der Gesteine

### 1.) Magmatische Gesteine = Erstarrungsgesteine

ursprünglich flüssig

- a.) Plutonite (= Tiefengesteine): im Erdinnern langsam erkaltet (z. B. Granit)
- b.) Vulkanite (= Ergussgesteine): an der Erdoberfläche schnell erkaltet (z. B. Basalt)

### 2.) Sedimentgesteine = Ablagerungsgesteine

Durch Verwitterung und Erosion zerkleinertes und durch Sedimentation abgelagertes Material (= Sedimente, z.B. Sand, Kalkschlamm), danach durch Druck verfestigt  
z. B. Sandstein, Kalkstein

### 3.) Metamorphe Gesteine (Metamorphose = Umwandlung)

Durch Hitze und Druck in großen Tiefen werden magmatische oder Sedimentgesteine zu metamorphen Gesteinen umgewandelt

- z. B. Granit → Gneis
- Kalkstein → Marmor

**Gesteine** bestehen aus mehreren Mineralien

z. B. Granit aus Feldspat, Quarz und Glimmer

**Mineralien** bestehen aus mehreren chemischen Elementen

z. B. Quarz aus Silizium und Sauerstoff (= Siliziumdioxid  $\text{SiO}_2$ )

## ■ Verwitterung

### 1.) Physikalische Verwitterung

- **Insolationsverwitterung (Temperaturverwitterung):** Starke Temperaturschwankungen lassen Gestein zerbrechen
- **Frostsprenzung:** Wiederholtes Gefrieren und Auftauen von Wasser in Gesteinsspalten und -klüften
- **Wurzelsprengung:** Wurzeln dringen in Gesteinsspalten und sprengen durch Wachstum langsam das Gestein.
- **Hydratation:** Anlagerung von Wasser an die Grenzflächenionen der Minerale. Voraussetzung dafür sind feine Fugen, in die das Wasser eindringen kann.
- **Salzsprennung:** Verwitterung durch Kristallisationsdruck  
Bei kapillarem Aufstieg wässriger Lösung erfolgt nach dem oberflächigen Verdunsten der Lösung die Bildung von Kristallen durch Ausfällung. Beim Auskristallisieren erfolgt ein Druck auf das Gestein.

### 2.) Chemische Verwitterung

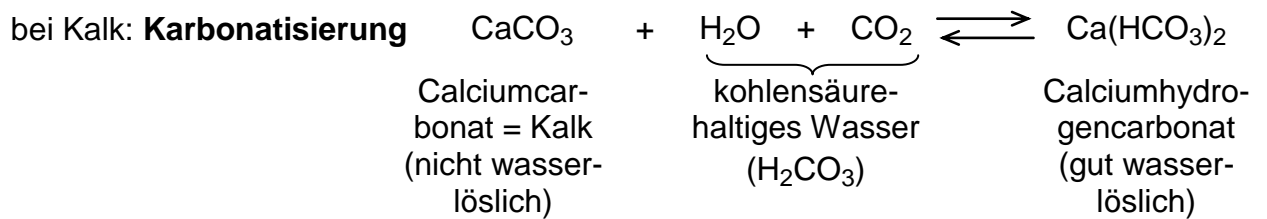
- **Lösungsverwitterung:** Einige Gesteine (Kalkstein, Dolomit, Gips, Salz) können durch Wasser gelöst werden
- **Hydrolyse (Silikatverwitterung):** Spaltung von Silikatmineralen durch Wasser  
Die als Dipole wirkenden Wassermoleküle werden von den Grenzflächenkationen der Silikate angezogen, wobei dann die Kationen durch die H-Ionen ausgetauscht werden. Die dadurch aufgelockerten Teile der Kristallgitter sind nicht mehr stabil und unterliegen einem weiteren hydrolytischen Zerfall.
- **Oxidation:** Reaktion von eisen-, mangan- und schwefelhaltigen Gesteinen mit dem Sauerstoff von Luft und Wasser.
- **Rauchgasverwitterung:** Verwitterungsschäden an Gebäuden durch Abgase

# Karstformen

- Definition: Karst = Formenschatz in wasserlöslichen Gesteinen

## ■ Grundlage

- **Korrosion** = Lösungsverwitterung von Gesteinen (Kalk, Dolomit, Gips, Salz)



- **Voraussetzungen:** - humides Klima → fließendes Wasser  
- Existenz wasserlöslichen Gesteins  
- Klüftigkeit des Gesteins (damit Wasser eindringen kann)

## ■ Formen

- **Karren:** Rinnen oder Rillen
- **Dolinen:** trichterförmige Hohlformen (Durchmesser 2 – 1000 Meter)
  - Lösungsdolinen
  - Einsturzdolinen
- **Trockental:** Tal ohne Bach oder Fluss (ursprünglich oberflächlich fließendes Wasser, heute jedoch wegen Korrosion unterirdischer Flusslauf)
- **Flussschwinden:** Versickern von Flüssen – unterirdische Fortsetzung
- **Karstquelle:** Austreten von unterirdischen Karstwässern
- **Höhle:** Korrosion im Untergrund (Eindringen von Wasser in Klüften) lassen große Hohlräume entstehen (meist mit Tropfsteinen)
- **Polje:** großes Becken (seitliche Korrosion bei schon vorhandenen Hohlformen), ebener Boden oft mit fruchtbarem Verwitterungsmaterial bedeckt (z. T. Stauwirkung)
- **Kegelkarst:** starke Verkarstung in stark humiden Gebieten – Zusammenwachsen von Dolinen lässt in den Überschneidungsbereichen Kegel stehen
- **Sinter:** Kalkausfällung und -absatz bei Erwärmung kalkhaltigen Wassers

## Der Boden – Entstehung und Bedeutung

Die **Pedosphäre**, der Bereich des Bodens, hat – ebenso wie Atmosphäre, Biosphäre und Lithosphäre (Gesteinshülle) – einen bedeutsamen Anteil an der Zonierung der Erdoberfläche. Im Zusammenwirken mit den anderen genannten Sphären ist er verantwortlich für die Ausgestaltung der physischen Beschaffenheit der Erde. So etwa ist die nachstehend darzulegende Bodenfruchtbarkeit von elementarer Bedeutung für die Vegetation.

Die **vier Bodenbestandteile** – organische und mineralische Substanz, Bodenwasser und Bodenluft – resultieren aus den einleitend genannten Geofaktoren. Die organische Substanz besteht somit aus den abgestorbenen Tieren und Pflanzen, dem Humus, sowie den Bodenorganismen. Die mineralische Substanz entsteht aus dem Gesteinsmaterial, das durch Verwitterung (physikalisch und chemisch) zerkleinert wird.

Ausgehend von den aufgeführten Bodenbestandteilen ergeben sich zwei **Klassifizierungsmöglichkeiten von Böden**: „Bodentypen“ erfassen alle Bestandteile und gliedern den Boden vertikal nach Horizonten („Bodenprofil“): Oberboden (Auswaschungshorizont), Unterboden (Anreicherungshorizont) und Ausgangsgestein. „Bodenarten“ hingegen ziehen lediglich die mineralischen Bestandteile des Bodens heran und gliedern diese nach Korngröße. Sandboden hat wegen seiner groben Korngröße ein eher geringes Wasserspeichervermögen, Tonboden jedoch, da er eine sehr feine Korngröße besitzt, ein gutes Wasserspeichervermögen.

Auch die eingangs hervorgehobene **Bodenfruchtbarkeit** resultiert aus den Geofaktoren. Durchwurzelung, Durchlüftung, Bodenwasser, Bodenwärme, Verfügbarkeit von Nährstoffen sind hierbei bedeutende Beispiele. Das **Bodenwasser** lässt sich nach der Verfügbarkeit einteilen: **Sickerwasser** gelangt ins Grundwasser und ist nur für die tiefer reichenden Wurzeln erreichbar. **Haftwasser** wird gegen die Schwerkraft im Boden gehalten und ist in Form von Adsorptionswasser für Pflanzen nur schwer, in Form von Kapillarwasser aber leicht verfügbar.

Besondere Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit hat die **Verfügbarkeit von Nährstoffen**. Die Hauptnährelemente wie Stickstoff, Kalium, Eisen werden aus der mineralischen Substanz mittels Verwitterung, aus der organischen Substanz mittels Mineralisierung gewonnen. Letztere erfolgt unter starker Mitwirkung von Bodenorganismen, die aus der toten organischen Substanz zunächst Huminstoffe, aus diesen dann die Mineralstoffe herstellen helfen. Dem Problem, die somit entstandenen **Nährstoffe** zu **speichern**, also für die Pflanzen verfügbar zu machen, können Tonminerale und Huminstoffe abhelfen. **Tonminerale**, besonders die Dreischichttonminerale (z. B. Montmorillonit) haben eine große Kationenaustauschkapazität, können also Nährstoffe in Form von Kationen festhalten, vor der Verlagerung (Auswaschung) bewahren. Die schon bei der Mineralisierung erwähnten **Huminstoffe** (stark saure Fulvosäuren, schwach saure Huminsäuren und neutrale Humine) vermögen nicht nur Kationen, sondern auch Anionen festzuhalten.

**Insgesamt** ist der Boden ein komplexes Gefüge, an dem Klima, Vegetation und Gestein beteiligt sind. Diese genannten Geofaktoren liefern nicht nur die Bodenbestandteile, sondern beeinflussen auch vielfältige chemische Prozesse im Boden.