

Boden, Bodenfruchtbarkeit, Terra Preta

- Boden allgemein
- Entstehung von Böden
- Bodeneigenschaften
- Bodentypen
- Böden als Pflanzenstandort
- Mikrostruktur von Böden
- Bodenleben
- Fazit zur Terra Preta

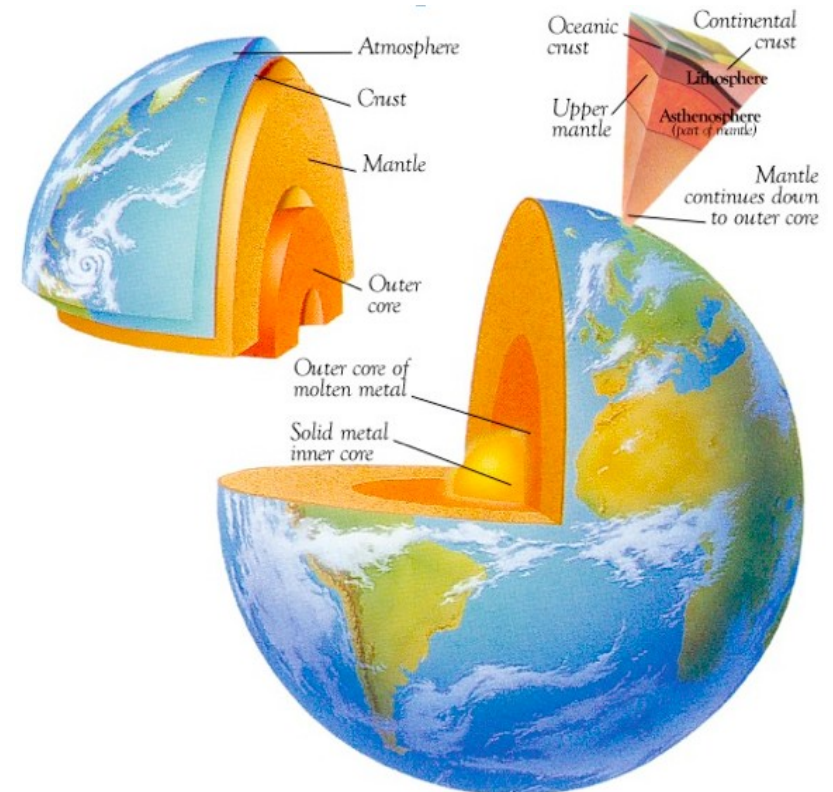
Was ist Boden?

- Boden ist ein Naturkörper im Durchdringungsbereich von Lithosphäre, Atmosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre.



Water: *Freefoto.com Commons by Ion Britton*; Rocks: *Flickr Commons by Chrissier*; Sky: *Flickr Commons by Francesco Romito*; Forest: *freefoto.com Commons by Ion Britton*; Terra Preta: *Flickr Commons by Soil Science @ NC State*

- Böden sind die oberste Schicht der Erdkruste.



Darstellung der Erdschichten:
Librarythinkquest.org Commons by Colin Rose

Böden sind die Haut der Erde!

2 Was bedeuten Böden für uns?

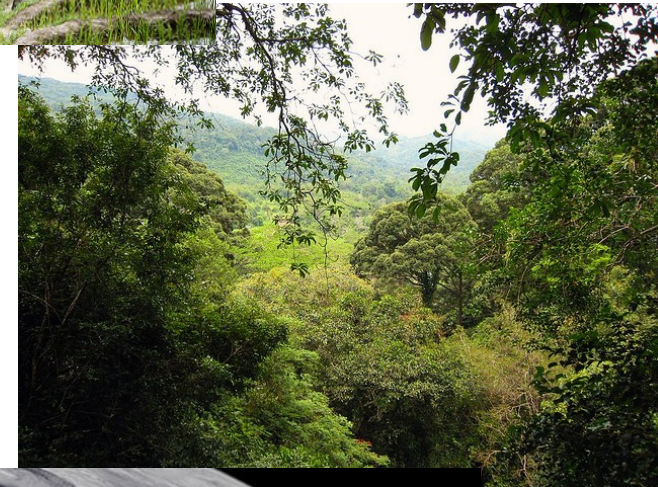
- Ernährungssicherheit (95 % unserer Nahrung wird auf Böden erzeugt)
- Ökologischer Standort (O₂-Produktion und Schadstoffabbau)
- Senke und Quelle klimarelevanter Gase (CO₂, N₂O, CH₄)
- Spekulationsgut



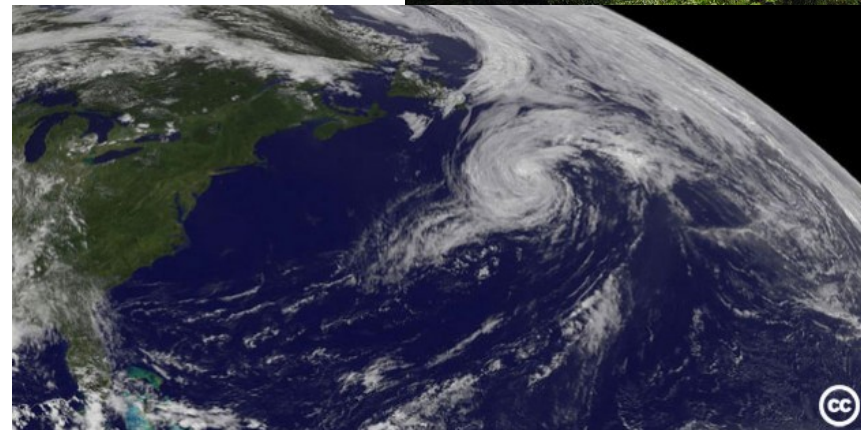
*Creative Commons:
United Nations, 2011*



*Flickr Commons by
NewØresund – Johan Wessman*



*Flickr Commons by
@Doug88888*



*Hurricanes in the Atlantic could head east to Europe by 2100,
Creative Commons: NASA Goddard Photo, 2010.*



Braunerde

*Wikimedia
Commons by
Supaplex*



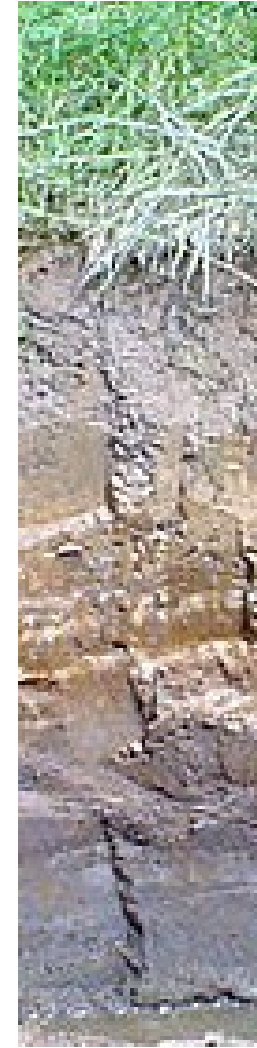
Para-
braunerde



Schwarz-
erde

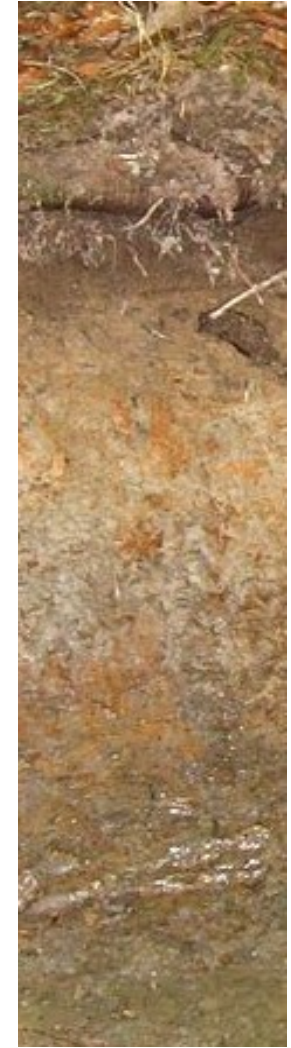


Podsol



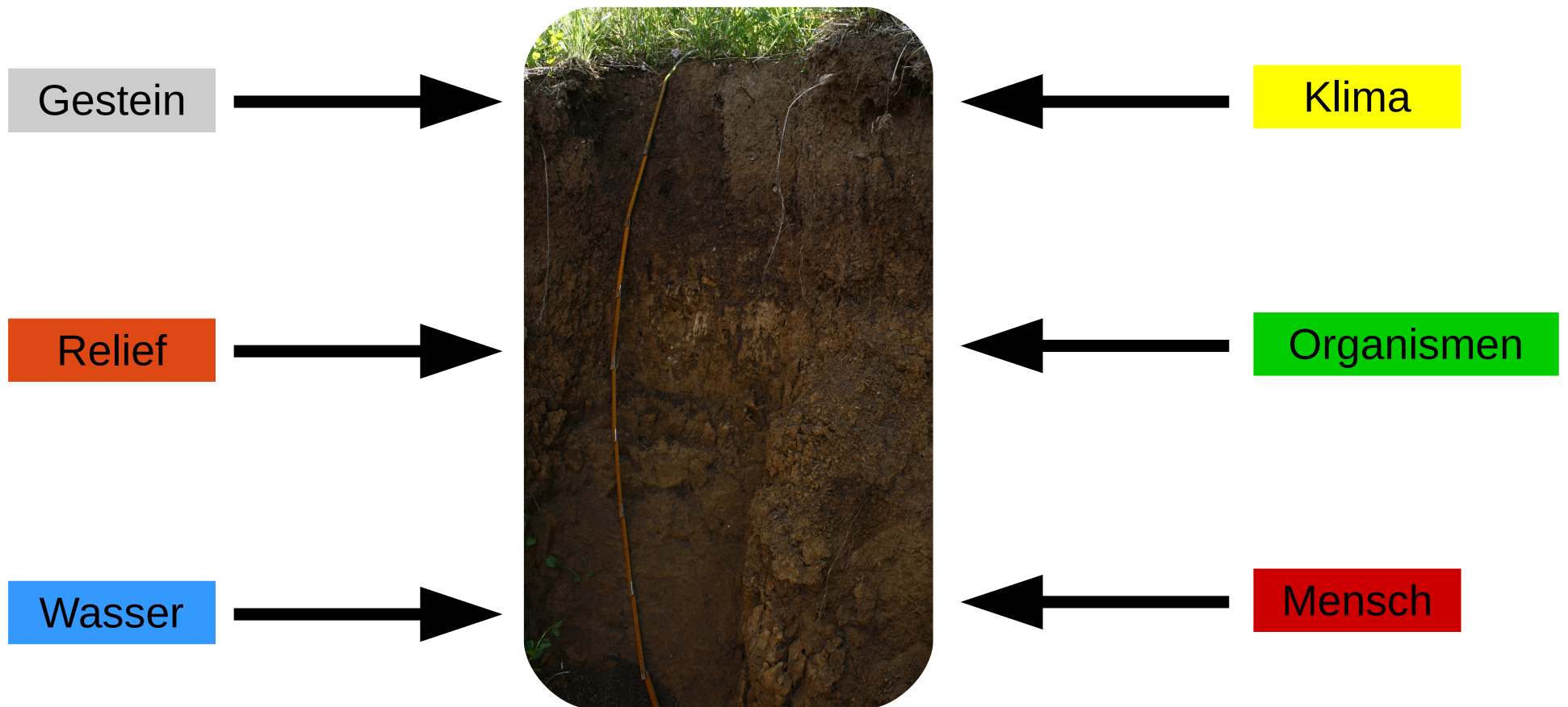
Gley

*Wikimedia
Commons by
Solum*



Pseudogley

*Wikimedia
Commons by
Vergelter*



5

Was macht ein Bodenkundler im Gelände?





7

Was macht ein Bodenkundler im Gelände?



im Gelände ...

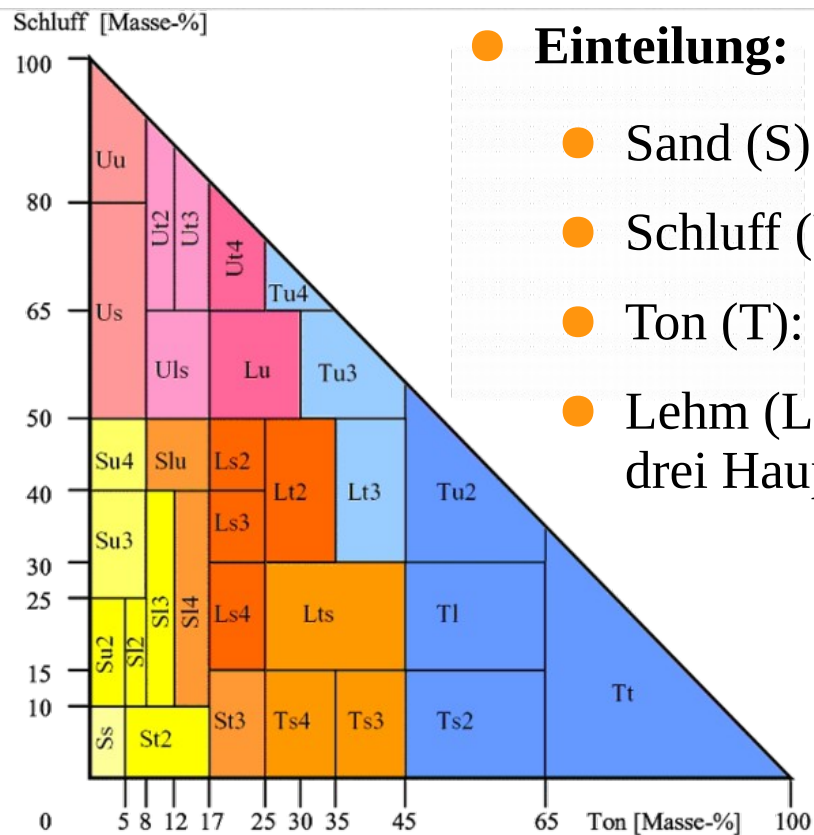


im Gelände ...



Bodenart

- Korngrößenzusammensetzung des Bodens



● Einteilung:

- Sand (S): 2 mm – 0,063 mm
- Schluff (U): 0,063 mm – 0,002 mm
- Ton (T): < 0,002 mm
- Lehm (L): besteht zu etwa gleichen Teilen aus den drei Hauptbodenarten Sand, Schluff und Ton

Bodenart

- Bestimmung im Gelände mit Hilfe der Fingerprobe

Eigenschaften der drei Hauptbodenarten:

Sand
Schluff
Ton

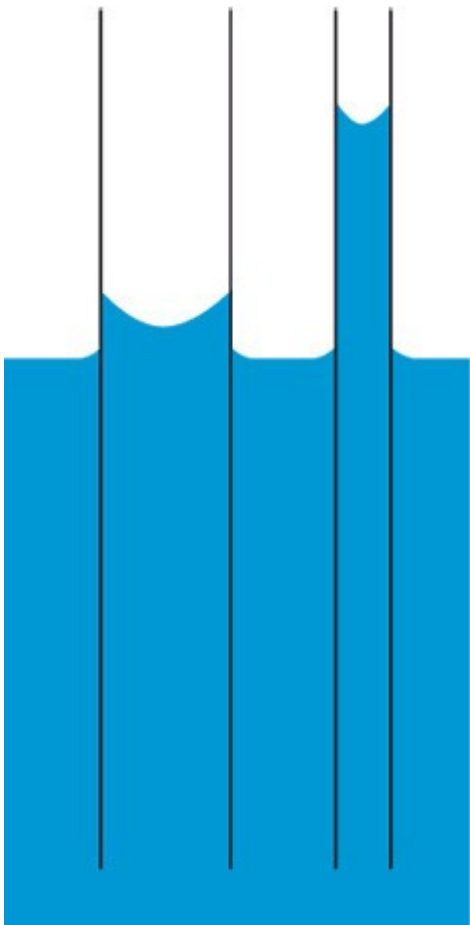
Formbarkeit
nicht formbar
wenig formbar
formbar, bindig

Körnigkeit
körnig
mehlig, raue Gleitfläche
schmierig, glänzende
Gleitfläche

12 Welche Parameter können bestimmt werden?

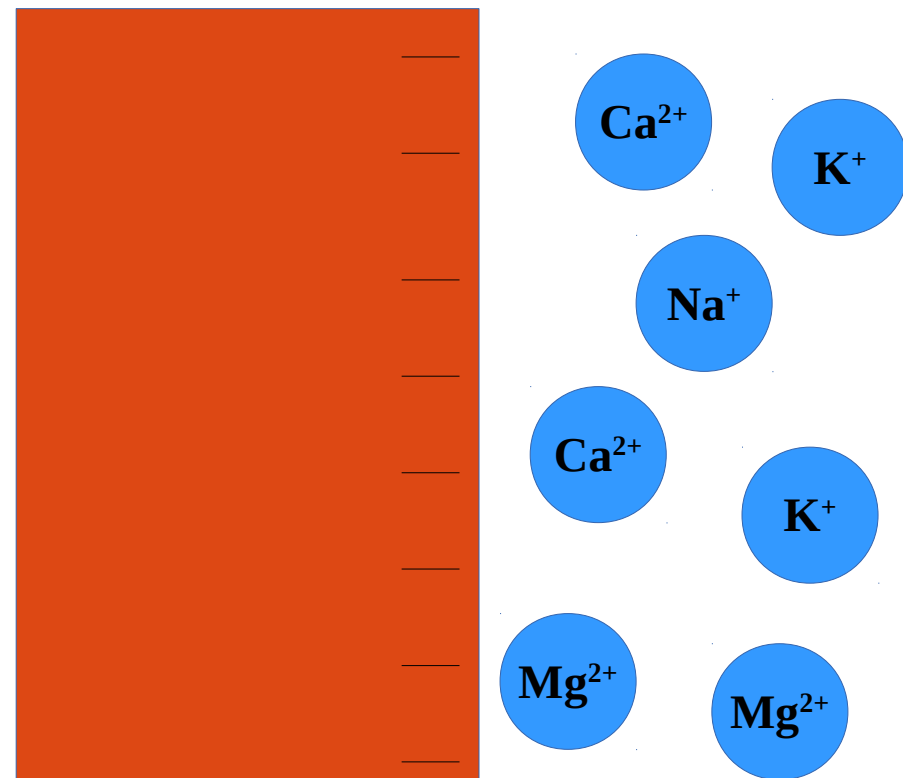
Bodenart – physikochemische Eigenschaften

Wasserhaushalt:



Wikimedia Commons by MesserWoland

Nährstoffhaushalt:



Tonmineral
Huminstoff

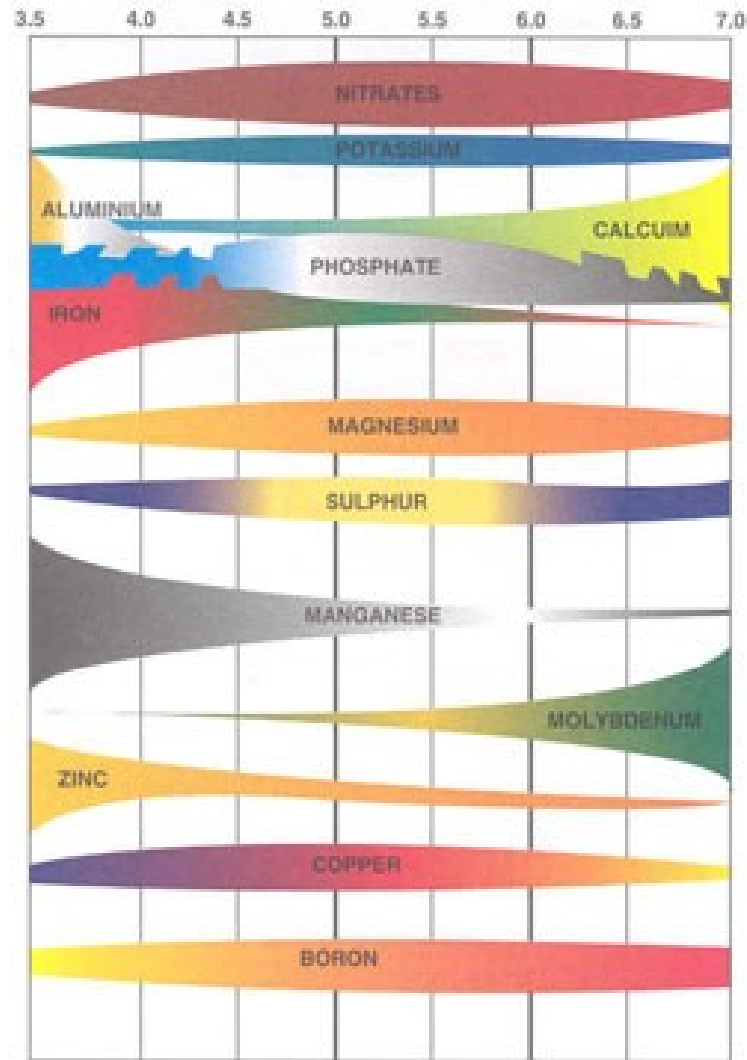
13 Welche Parameter können bestimmt werden?

pH-Wert



14 Welche Parameter können bestimmt werden?

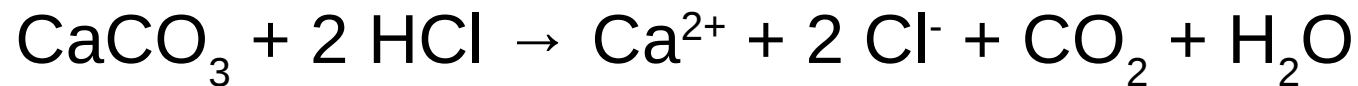
pH-Wert



Wikimedia Commons by Jwratner1

Carbonatgehalt

- Pufferung des pH-Wertes bei Säureeintrag
- Test im Gelände: mit 10% Salzsäure



Bodenfarbe

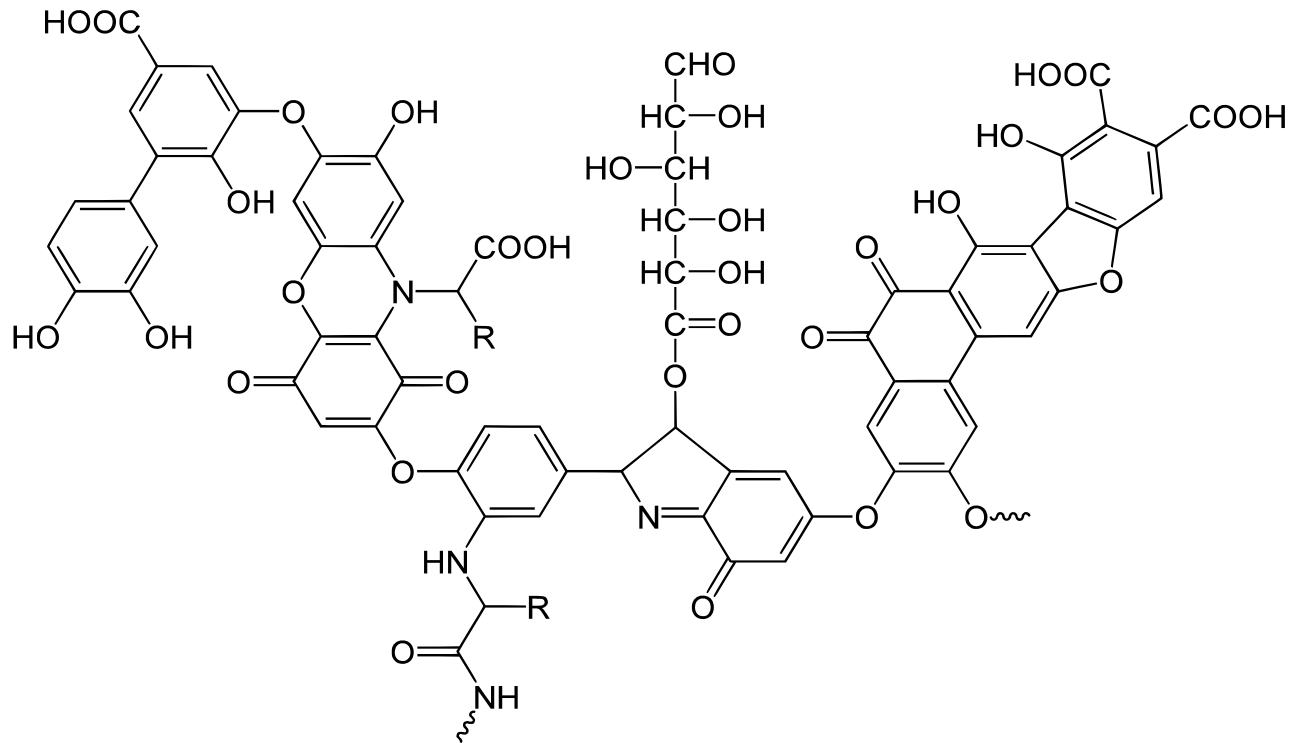


Wikimedia Commons by Mark Fairchild



Bodenfarbe

→ Abschätzung des Humusgehalts des Bodens



Beispielstruktur einer Huminsäure
Wikimedia Commons by Yikrazuul

Weitere wichtige Parameter:

- Lagerungsdichte
- Durchwurzelung
- Struktur des Bodens / Gefüge
- Bodenfeuchte
- Kies- und Steingehalt

Anforderung der Pflanzen an den Boden

Anforderung

Durchwurzelbarkeit

Wasserspeicherfähigkeit

Luftkapazität

Nährstoffspeicherkapazität

Abhängig von:

Bodenart

Kies- und Steingehalt

Bodenart

Gehalt organischer Substanz

Struktur des Bodens

Bodenart

Lagerungsdichte

Bodenart

Gehalt organischer Substanz

pH-Wert

Faustregel

- **Sandboden:** Gute Wasserleitfähigkeit, schlechte Wasserspeicherung, wenig Austauschkapazität, schlechte Durchwurzelbarkeit
- **Tonböden:** das Gegenteil
- **Schluffige Böden / Lössböden:** Gute Austauschkapazität, gute Wasserleitfähigkeit, gute Wasserspeicherung, aber ohne Grasnabe erosionsanfällig (z.B. Dustbowl)



Um alle Eigenschaften in einem Boden vereinen zu können, sind stabile Aggregate nötig.

- **Erhöhte Nährstoffspeicherkapazität durch**
 - Bewachsene Kohle
 - Tonscherben
 - Huminstoffe
- **Erhöhte Wasserhaltekapazität durch**
 - Kohle
 - Tonscherben
 - POM
- **Moderne Terra Preta**
 - Aggregatstabilität und Rekalzitranz unklar

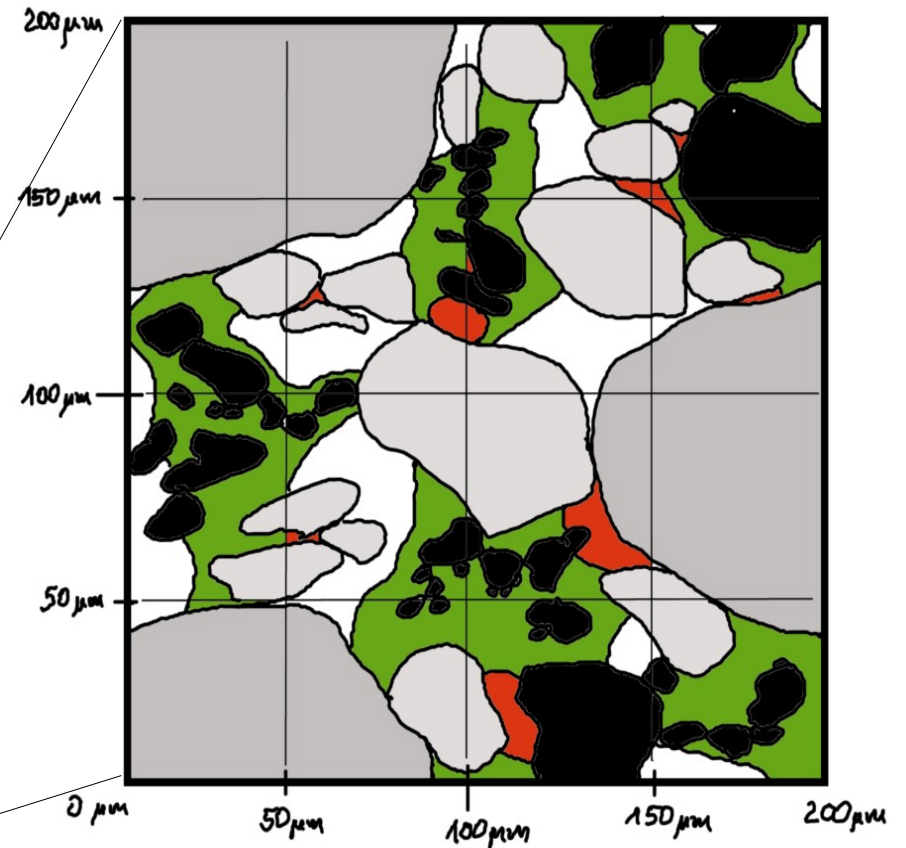
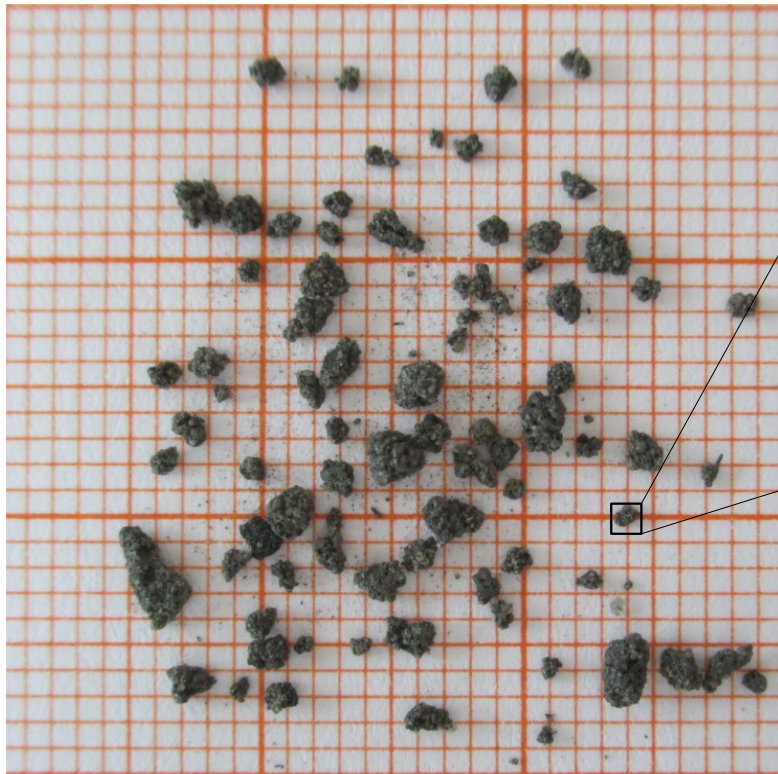
Labordaten







- Lagerungsdichte, Textur
- Feldkapazität, pF/θ -Kurve
- pH
- Pufferkapazität
- KAK und AAK
- Nährstoffverfügbarkeit
- soil organic carbon (SOC)
- mikrobielle Biomasse
- mikrobielle Diversität
- **Aggregatstabilität**



Schwarzerde bei Prokhorovka (Russland)
Wikimedia Commons by Adam Jones

- Mikroaggregate < 250 μm
- Makroaggregate > 250 μm
- Makroaggregate bestehen aus Mikroaggregaten



	Sand: ~ 40%
	Schluff: ~ 25%
	Ton: ~ 5% (nicht eingezeichnet)
	Kohle: ~ 20%
	POM: ~ 1%
	EPS: unbekannt

Aggregatstabilität

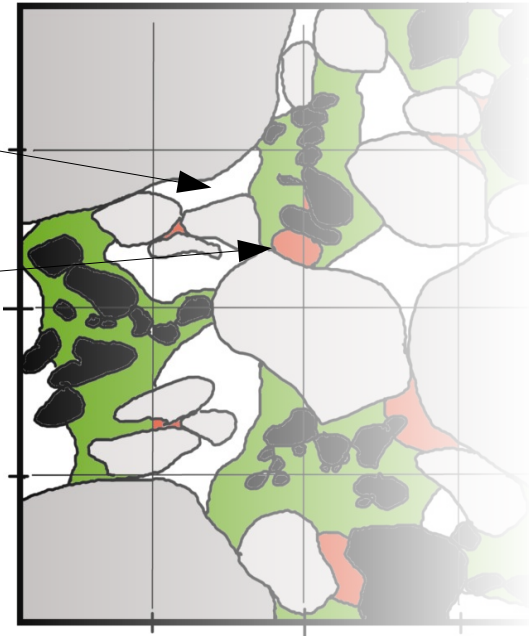
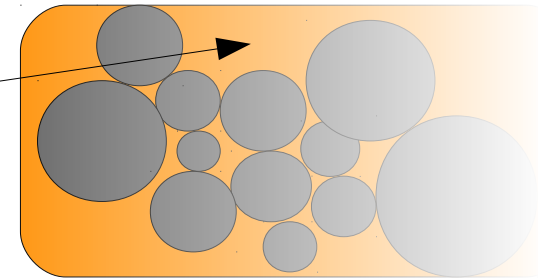
Elastischer und starrer Widerstand gegen Scher-, Zug- und Druckspannungen




- **Stabilisierung des Porenraums**


- Wasserleitfähigkeit
- Luftdurchlässigkeit
- Durchwurzelbarkeit
- Wasserverfügbarkeit



- **Stabilisierung von SOM**



- Sorptionskapazität
- Aggregatstabilität
 - Stabilität gegen Winderosion
 - geringere Verschlammung







 chemisch
 physikalisch
 biologisch



-  Tonminerale


-   partikuläre Organik



-   gelöste Organik



-  Hydrophobizität (verringerte Wasserlabilität)

-    schwer- und leichtlösliche Salze

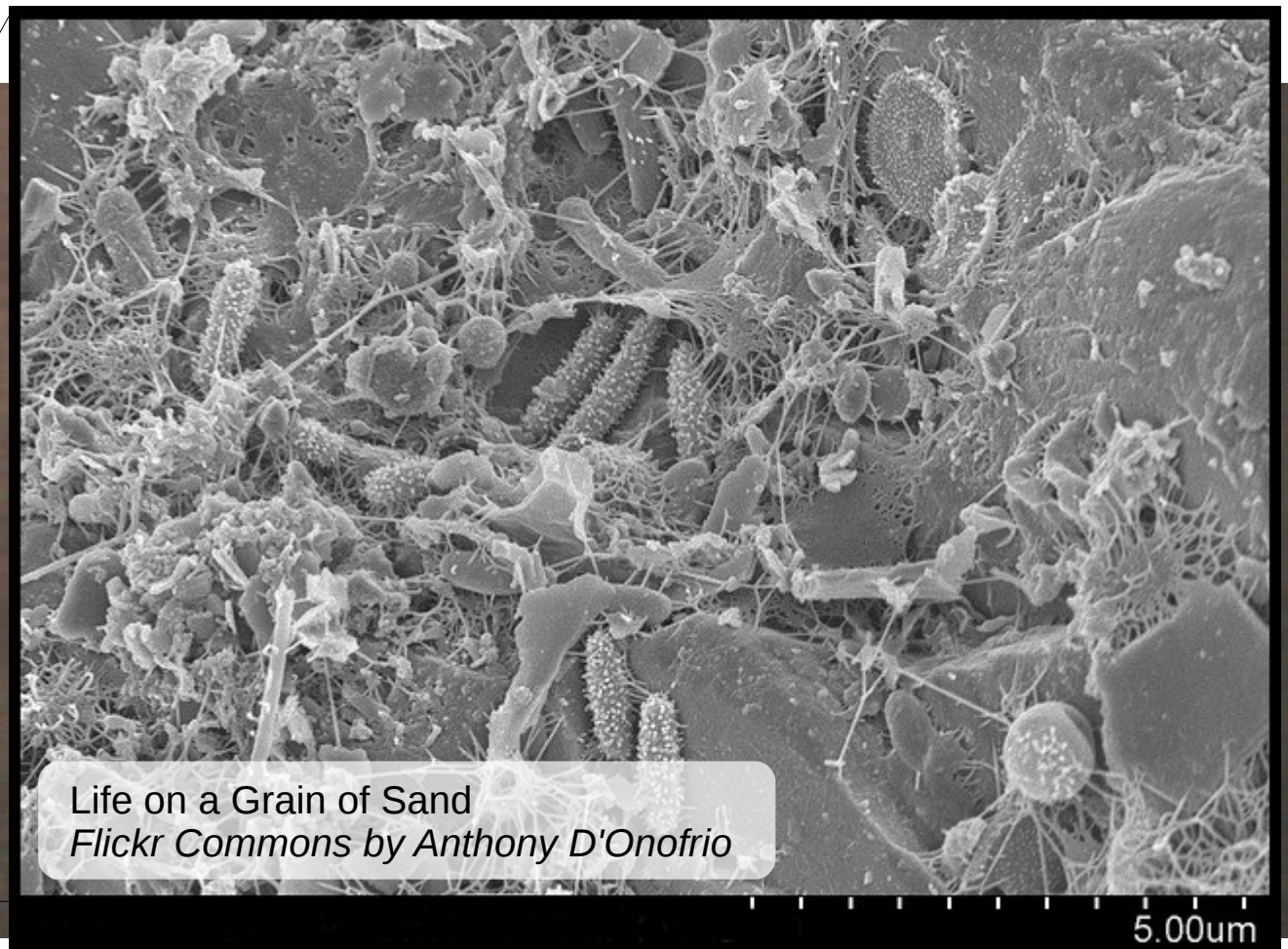
-   Fe- und Al-Oxide und Hydroxide

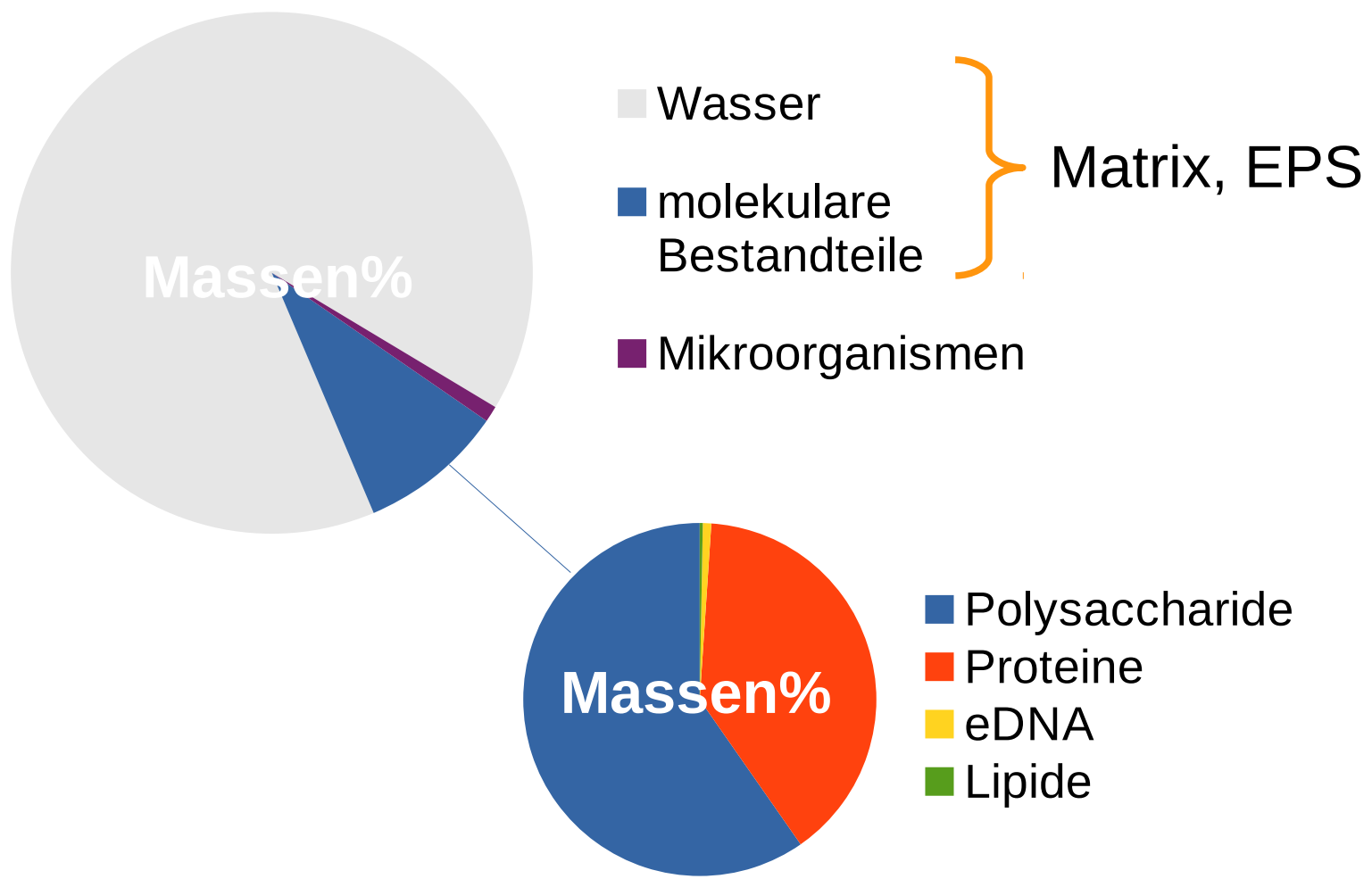
-  polyvalente Kationen (Ausfällung und Koagulation)

-   Lebendverbauung (sterische Stabilisierung, DOM, POM)

-   Biofilmbildung (sterische Stabilisierung, metabolischer Hotspot)

- ubiquitäre Lebensweise im Boden in technischen Anlagen, unter Wasser, auf Implantaten, in Lebensmitteln, in Kläranlagen und vielleicht sogar im Weltraum
- Ein Großteil des mikrobiellen Lebens ist in Biofilmen assoziiert.





- **Adhäsion und Cohäsion**
- **Erweiterter Reaktionsraum**
 - Enzymanreicherung
 - Nährstoffanreicherung (Diffusionshemmung, Ladung, Sorptionskapazität)
 - Recycling von totem Zellmaterial
- **Schutz gegen**
 - Oxidationsstress
 - Austrocknung
 - Biozide und Antibiotika
 - UV-Strahlung
 - Fressfeinde und Immunsysteme
- **Nähe**
 - Inter-Zell-Kommunikation (Kooperation und Konkurrenz)
 - Bildung von Stoffwechselkonsortien
 - Horizontaler Gentransfer

- **Pilze**

- Bindung von Bodenpartikeln durch Mycel (Lebendverbauung)
- Hyphen-Exsudate (v.a. Glomalin)
- Mykorrhiza

- **Pflanzen**

- Bindung von Bodenaggregaten durch Wurzeln (Lebendverbauung)
- Stimulierung von mikrobieller Aktivität (Ditritus, Fake-AHLs)
- Verklebung durch Wurzelexsudate

- **Regenwürmer**

- „mechanische Evolution“ der Bodenstabilität
- Stoffwechselaktivität / Darmbakterien

- Als **Pflanzenstandort** benötigen wir Böden mit hoher Wasserhaltekapazität, guter Wasserleitfähigkeit, guter Durchwurzelbarkeit, guter Austauschkapazität und hoher Aggregatstabilität.
- Erosion z.B. durch **Landübernutzung** zerstört diese Eigenschaften. Z.B. erhöht Pflügen die Nährstoffverfügbarkeit und Durchwurzelbarkeit des Bodens, aber auch seine Erosionsanfälligkeit.
- Auch **natürliche Erosion** degeneriert Böden.
- **Biodiversität** in Böden geht mit erhöhter Aggregatstabilität einher.
- **Terra Preta** weist die oben genannten Eigenschaften auf und zeigt eine beeindruckende Humusstabilität.
- Wir wissen nicht, wann diese Eigenschaften entstanden sind.
- Von **moderner Terra Preta** gibt es derzeit keine Langzeitfeldstudien zur Humus- und Aggregatstabilität.

**Auch
Helden
haben
Fragen!**