



Klimagärtnern in der Schule



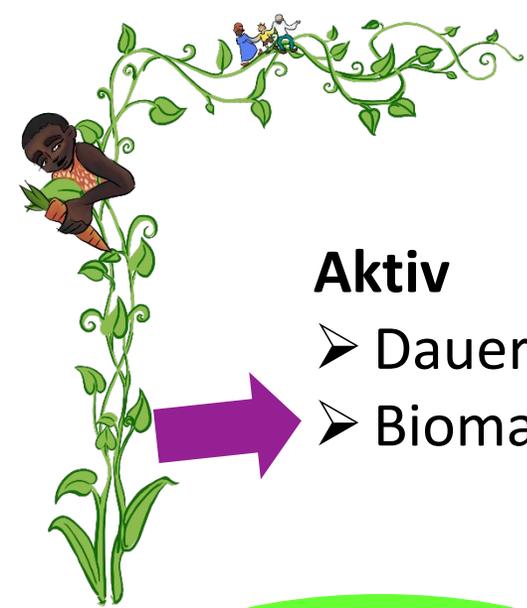
Klimagärtnern

Humus

Wasser

Klimabildung

Was sollte/kann der Schulträger beitragen?



Aktiv

- Dauerhumus
- Biomasse

Klimaschutz

Passiv

- Regionale Materialien
- Regenwassernutzung
- Reparieren statt neu kaufen
- (Teil-)Selbstversorgung

Perma- kultur

Klimagärtnern

Humus

Wasser

Extremwetterlagen

- Arten-/ Sortenwahl
- Humus / Mulch
- Richtiges Gießen
- Tröpfchenbewässerung

Klimaanpassung

Beitrag zum Stadtklima

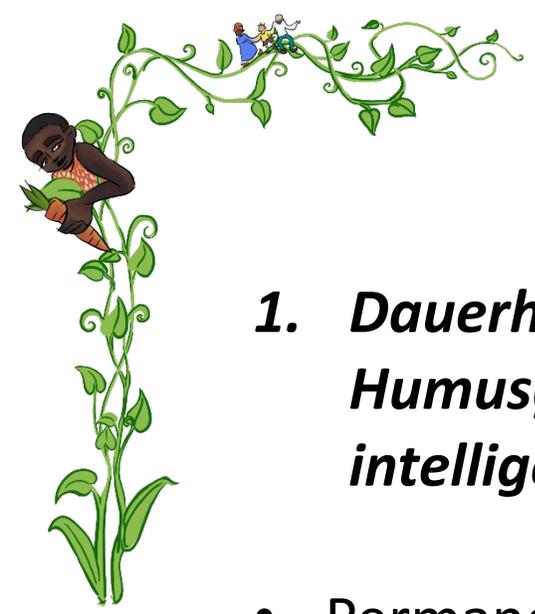
- Viel Blattmasse
- (Offene Wasserflächen)

Langfristige Bindung von Kohlenstoff im Boden

1. *Dauerhafte Erhöhung des Humusgehaltes im Boden durch intelligente Humuswirtschaft*

- Permanente „Produktion“ organischen Materials durch lebende Pflanzen
- Permanente Zufuhr toten organischen Materials (Mulchen, Kompost) auf den Boden

Kein „Gartenabfall“ verlässt den Garten!!!





Langfristige Bindung von Kohlenstoff im Boden

Förderung einer leistungs- und anpassungsfähigen Zersetzergemeinschaft im Oberboden

=> Bioturbation zur Verlagerung von Kohlenstoff in den **Unterboden**

=> Umwandlung von Nähr- in **Dauerhumus**

Dazu braucht es ein **Milieu** im Oberboden, das die Bildung von Dauerhumus fördert und das Entweichen von Treibhausgasen minimiert.

Langfristige Bindung von Kohlenstoff im Boden

Förderung einer leistungs- und anpassungsfähigen Zersetzergemeinschaft im Oberboden

- **Nicht zu viel, nicht zu wenig Sauerstoff**

- ⇒ Zu viel Sauerstoff (Umgraben & Co.) => „Veratmung“ von organischer Substanz zu CO_2

- ⇒ Zu wenig Sauerstoff (Verdichtung) => Zersetzung organischer Substanz u. a. zu Methan (CH_4)

- Nicht zu viel Stickstoff („Überdüngung“) => Bildung von Lachgas (N_2O) bei der Zersetzung organischer Substanz

Treibhauspotenzial Methan = 21 x so hoch wie CO_2

Treibhauspotenzial Lachgas = 310 x so hoch wie CO_2



Langfristige Bindung von Kohlenstoff im Boden

Förderung einer leistungs- und anpassungsfähigen Zersetzergemeinschaft im Oberboden

Maßnahmen:

- minimale Bodenbearbeitung
- keine Bodenverdichtung und –verschlämmung
- Organische Düngung (Kompost, Mulch), ggf. standortangepasste Ergänzung z. B. mit Gesteinsmehl, Jauchen etc. (=> „Ernährung“ der Mikroorganismen)



Langfristige Bindung von Kohlenstoff im Boden

2. *Festlegung von Kohlenstoff im Boden = C-Sequestrierung*

Maßnahmen:

- eigene Herstellung und Nutzung von Pflanzenkohle
(v. a. in Form von Pflanzenkohlestaub als Zusatz im eigenen Kompost)
- Anbau tiefwurzelnder Pflanzen, z. B. Luzerne
(=> Biomasse gelangt in den Unterboden und verbleibt dort)
- mehr Dauerkulturen statt einjähriger Pflanzen

Wasser

Klimaangepasstes Gartendesign

- Viel lebende Biomasse, v. a. Bäume
 - Verdunstungskühlung
 - Schatten => hält Feuchte im Boden
 - Wurzelbiomasse erhöht Humusgehalt im Boden, => Humus = Wasserspeicher + dauerhafte Verlagerung von C in den Unterboden!
- Totholz => Wasserspeicher („Schwamm“)
- Wiese / Wilde Ecken => keine Bodenstörung

Waldgarten



Wasser

Klimaangepasstes Gartendesign

Modellierung



- Mulden zur Speicherung und Versickerung von Regenwasser nach Starkregen
- In geneigtem Gelände: Keyline Design als Erosionsschutz und Wasserspeicher



https://www.freepermaculture.com/wp-content/uploads/2020/08/final-water-earthworks_orig.jpeg

Wasser

Extremwetterlagen

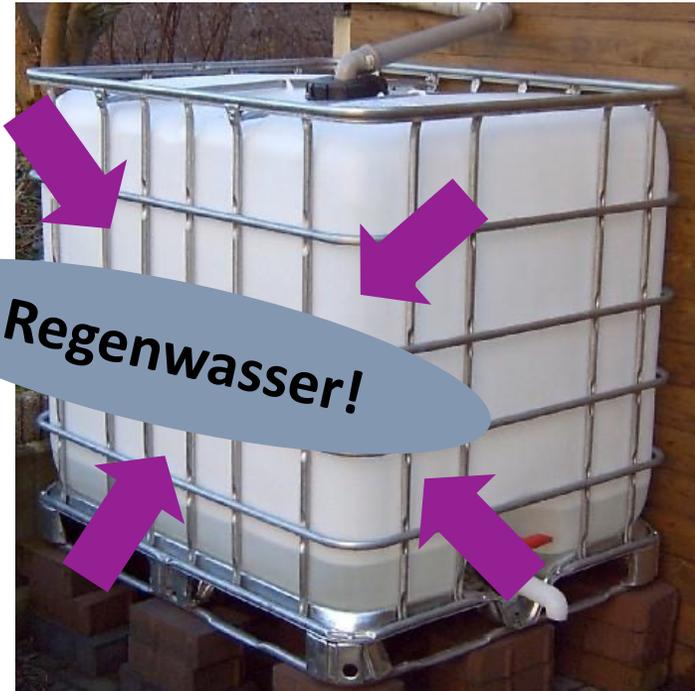
- Humus / Mulch
- Minimale Bodenbearbeitung
- Arten-/ Sortenwahl
- Richtiges Gießen
- Tröpfchenbewässerung



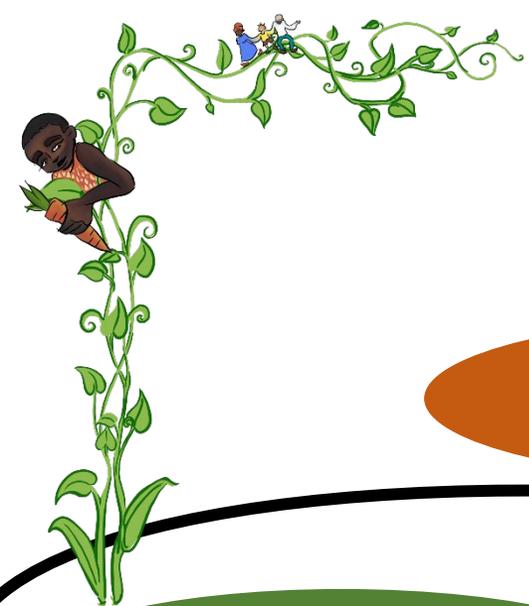
https://www.selbst.de/assets/sites/default/files/pictures/step_by_step_bauanleitung/tropfbewaesserung-04.jpg



https://www.gartenxl.de/rezepte/wir/content/upclass/2017/05/fotolia_42617367_M.jpg



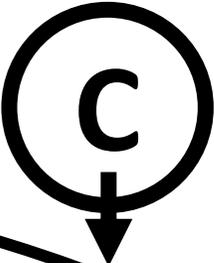
http://www.tank-kompakt.de/upload/cache/phpThumb_cache_kompakt.de_srcb6eafd3647e6af5810b99669309fdd2d4_par414d78cc74d4ceba8ff2d01f4dbaf17f_dat1423809637.jpeg



Klimagärtnern

BIOMASSE

Wasser



!! DAUER-

Humus

Holz

... sparen

... speichern

Wiese

Mulchen

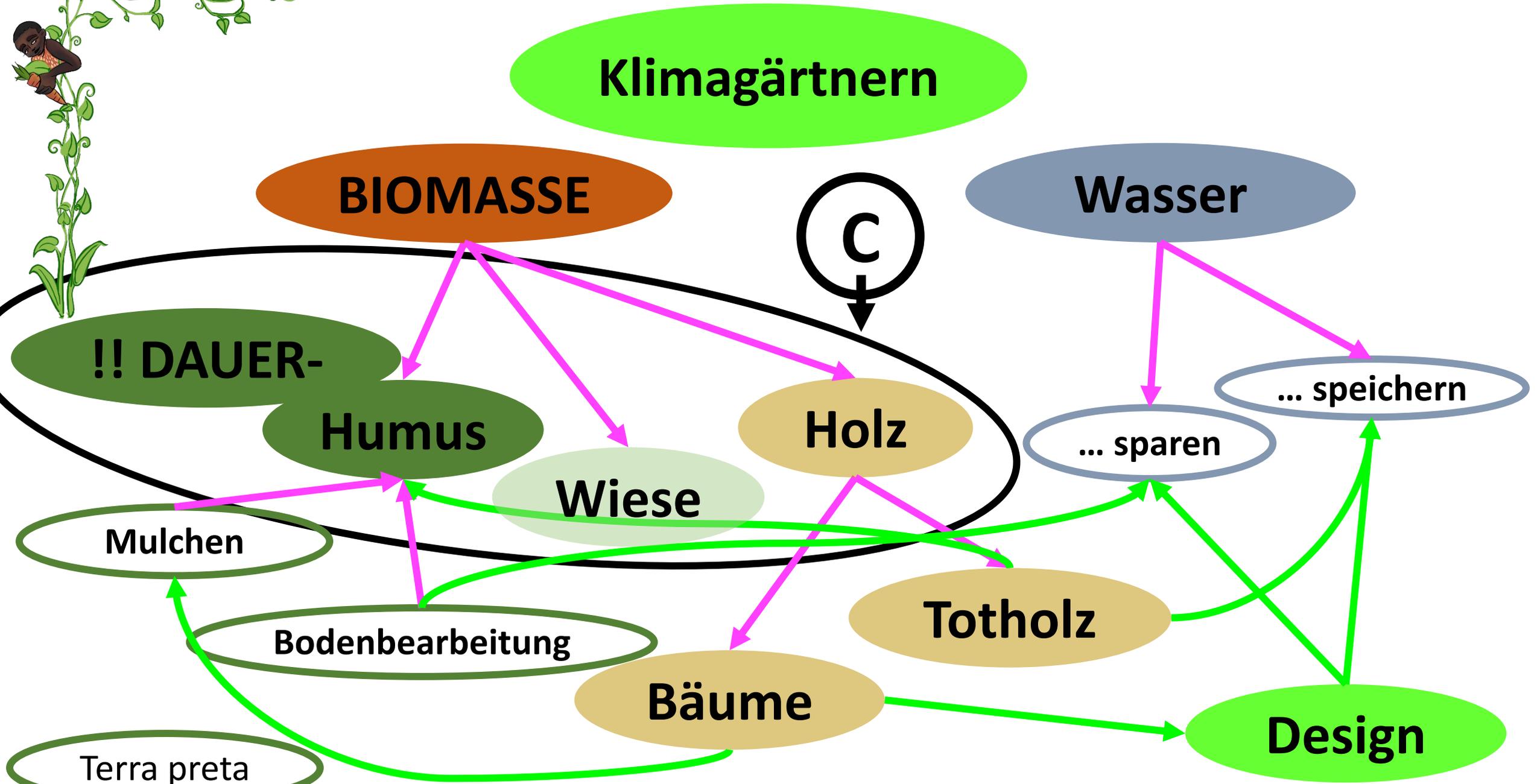
Bodenbearbeitung

Totholz

Bäume

Design

Terra preta





Klimabildung

im Schulgarten:

Gemüse anbauen

Wetterstation

Regenwasser sammeln

Richtig gießen
Beete mulchen

Kompostieren
Terra preta herstellen

Unterrichtsthemen zur Klimabildung:

Ökologischer Rucksack
Klimafreundliche Ernährung

Vom Wetter zum Klima

Globaler Wasserkreislauf
Klimaeffekte des Trinkwasserverbrauchs

Klimaanpassung in der Landwirtschaft

Bedeutung der Böden im globalen C-Kreislauf
Dauerhafte C-Speicherung in Böden



Klimabildung

<https://klimabildung.org/>

Grundschule

KLIMA
BILDUNG
e.V.

< zurück zu Klimabildung e.V. Startseite Materialien Literatur Videos Galerie

Materialsammlung

Hier findet ihr eine Sammlung an Materialien, die in unterschiedlichen Klassenstufen und Unterrichtsfächern zum Einsatz kommen können. Das Material kann im Ganzen, in Teilen, aber auch für Projektstage genutzt werden. Es ist in Themen gegliedert, sodass einfach einzelne Inhalte herausgegriffen und individuell eingesetzt werden können.

<https://klimabildung.org/grundschule/materialien/>

**PUBLIC
CLIMATE
SCHOOL**

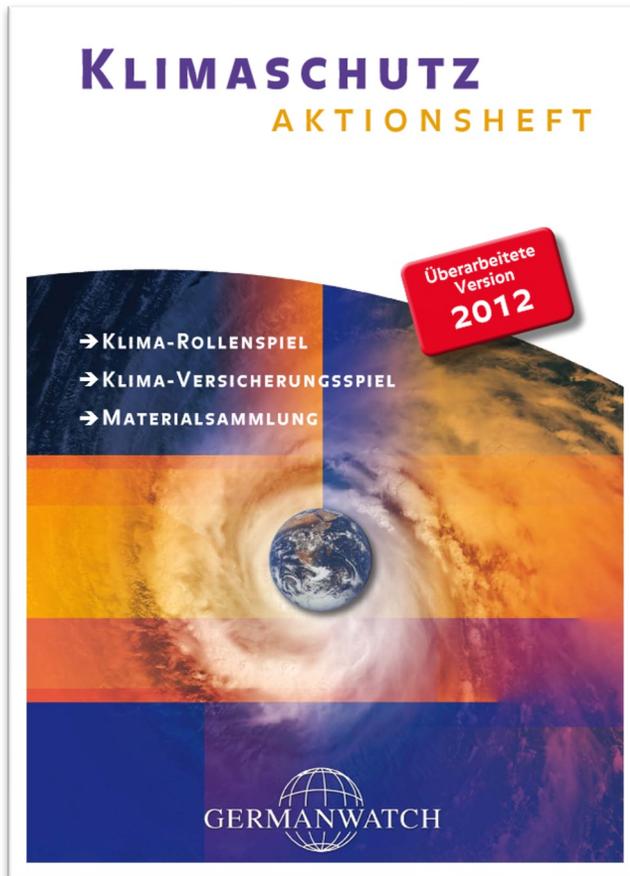
08.-12.05.2023
&
20.-24.11.2023

Schulprogramm ▼ Uniprogramm ▼ Klima TV ▼ Downloads & Presse Über Uns ▼ Rückblick ▼

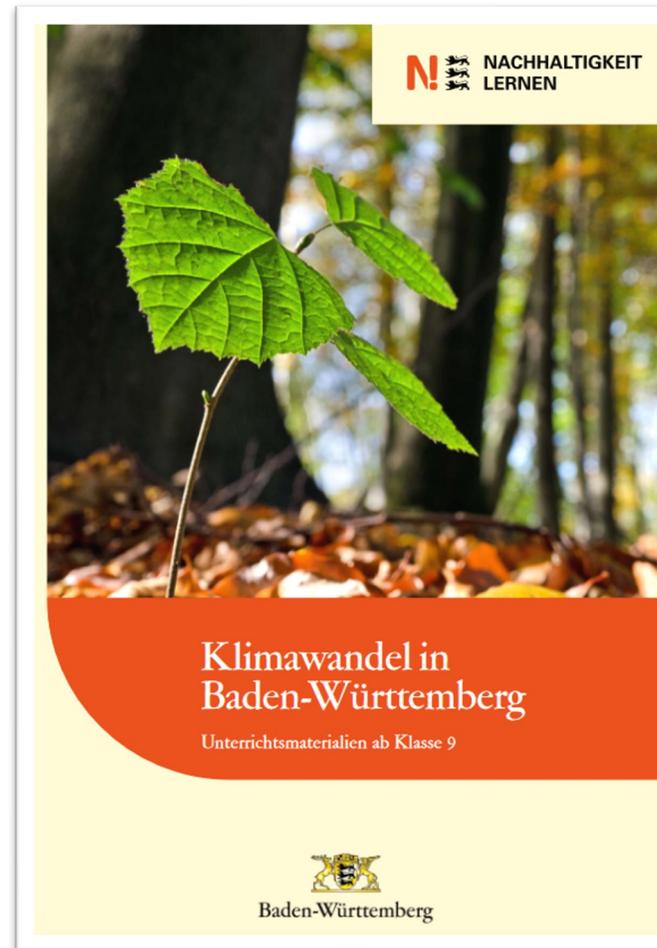
<https://publicclimateschool.de/>

Klimabildung

Klimaschutz- und
Energieagentur
Niedersachsen



<https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/publication/3872.pdf>



© 2024 Dr. Birgitta Goldschmidt, Koblenz



Klimawandel und Klimaschutz
– Ursachen verstehen und selbst aktiv werden

Unterrichtsmaterial für die Klassen 3 bis 5
– Informationen für Lehrerinnen und Lehrer

https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/Resources/Persistent/a6f320130cc3b71c6bc2b8c9ed7f35e91424eb8b/Klimaschutzbrochure_11-2017_online.pdf

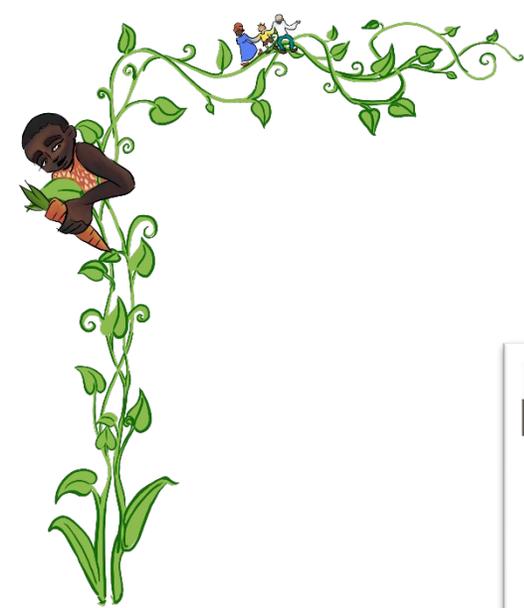
https://www.nachhaltigkeitsstrategie.de/fileadmin/Downloads/Publikationen/Bildung/Schulen/2022-03_UM_Unterrichtsmaterial_Klimawandel_BF.pdf

Klimabildung



<https://www.transparenz-schaffen.de/arbeitsmaterialien/>





Klimabildung

https://www.umwelt-im-unterricht.de/wochenthemen/das-klima-isst-mit/

Startseite | Erste Schritte | Über Umwelt im Unterricht | Kontakt | Impressum | Login

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Umwelt im Unterricht

Themen | Fächer | Materialien | Altersstufen | Schlagwörter A-Z

[Startseite](#) » [Themen](#)

24.09.2018 | Klima | Gesundheit und Ernährung

Das Klima isst mit



Foto: Klim stream / flickr.com / CC BY 2.0

Wer etwas zum Klimaschutz beitragen möchte, kann das durch bewusste Ernährung tun. Denn der Lebensmittelkonsum hat einen bedeutenden Anteil an den CO₂-Emissionen privater Haushalte. Wie kann das sein – was haben Nahrungsmittel mit dem Klimawandel zu tun? Und wie sieht eine

Suche

mehr Optionen

Thema der Woche
als ZIP Datei herunterladen



Friedberg/fotolia.com

Neue Materialien

<https://www.umwelt-im-unterricht.de/wochenthemen/das-klima-isst-mit/>



Klimabildung

The screenshot shows the homepage of the 'Klimabildung für nachhaltige Entwicklung in Hessen' website. The header features the logo with icons for a leaf, globe, sun, and hand, and navigation links for 'Schriftgröße' and 'Login'. A search bar is also present. The main navigation bar includes 'Startseite', 'Klima & Bildung', 'Klimathemen', 'Aktivitäten', 'Projektdatenbank', and 'Materialien'. The main content area features a large photo of two children holding a large cucumber in a garden, with a caption: 'Stolze Ernte im Projekt "Garten - Leben - Lernen" von Educational Gardening e.V.'. To the right, a 'Top-Themen' section lists three events with dates and topics, each with a link for 'weitere Informationen'.

Klimabildung
für nachhaltige Entwicklung
in Hessen

A A A Schriftgröße Login →

Suchbegriff 🔍

Startseite Klima & Bildung Klimathemen Aktivitäten Projektdatenbank Materialien

Top-Themen

Veranstaltungen

18.05.2021 | Nachhaltigkeit is(s)t...
Ernährungsführerschein umsetzen
... [weitere Informationen](#)

19.05.2021 | Klimabildung im
Schulgarten - Grundlagen des
Klimagärtnerns
... [weitere Informationen](#)

25.05.2021 | 9. BilRes-Webseminar:
Neodym - Stoffgeschichte und
Rückgewinnung digital erleben
... [weitere Informationen](#)

Stolze Ernte im Projekt "Garten - Leben - Lernen" von Educational Gardening e.V.

<https://www.klimabildung-hessen.de/startseite.html>



Klimabildung

www.lehrer-klima.verbraucher.de/klima-snackbar.php

verbraucherzentrale Hessen

Home | Verbraucherzentrale Hessen | Impressum

Lifestyle für's Klima

Klima-SnackBar

- CO₂ Äquivalente und Snacks
- Futtermittel und Regenwald
- Ökolandbau
- Flugware und Transportwege
- Lebensmittelabfälle

Meine Stadt, das Klima & Ich

Klima-SnackBar

- Beschreibung des Moduls
- Download-Materialien zum Modul
- Stationen des Moduls
- Lehrplananbindung
- Lernziele und Kompetenzen

Beschreibung des Moduls

In Deutschland entfallen etwa 15 Prozent der gesamten Treibhausgas-Emissionen auf den Konsumbereich Ernährung. Die Unterrichtseinheit macht erfahrbar, welche Auswirkungen das eigene Ernährungsverhalten auf das Klima hat. Denn abhängig von der Art und Weise, wie Lebensmittel erzeugt, verarbeitet, gelagert, transportiert, gekühlt und am heimischen Herd zubereitet werden, entstehen mehr oder weniger klimawirksame Treibhausgase.

Nach einer theoretischen Einführung in das Thema "Klima und Klimawandel" stellen die Schüler Snacks zusammen. Beim gemeinsamen Verzehren der Snacks besprechen sie die wichtigsten Punkte zur klimafreundlichen Ernährung. Dabei stehen die für jedes Lebensmittel anfallenden CO₂-Äquivalente im Mittelpunkt. In Kleingruppen erarbeiten die Schüler anschließend Einzelthemen wie Futtermittel & Regenwald, Ökolandbau, Flugware & Transportwege und Lebensmittelabfälle. Die Ergebnisse präsentiert jede Gruppe vor der Klasse.

<http://www.lehrer-klima.verbraucher.de/klima-snackbar.php>



Klimabildung

<https://www.klimagourmet.de/klimakueche/lernwerkstatt-2/>

KLIMAGOURMET RHEIN-MAIN-GUIDE MITMACHEN ANGEBOT VERANSTALTUNGEN ÜBER KLIMAGOURMET

Home > Angebot > Lernwerkstatt

LERNWERKSTATT FÜR DIE 7.- 9. KLASSE

- Was haben Nahrungsmittel mit der Klimaerwärmung zu tun?
- Wie viel CO₂ entsteht bei der Herstellung von Nahrung?
- Was sind die Unterschiede zwischen konventionell und biologisch erzeugten Lebensmitteln?

Unter dem Motto „Genießen und dabei das Klima schützen“ erarbeiten SchülerInnen in der Lernwerkstatt Klimagourmet die Auswirkungen von verschiedenen Formen der Ernährung. Interaktive Stationen vermitteln die Produktionskette von Lebensmitteln. Die TeilnehmerInnen vergleichen Produkte und der Energiebedarf von Herden und Kocharten. Ein Saisonkalender und leckere Rezepte für klimafreundlichen Ernährung bilden den Abschluss.



INFORMATION UND ANMELDUNG

Die Lernwerkstatt ist ein Angebot für Schulklassen, das Schulen und LehrerInnen buchen können bei:

Umweltlernen in Frankfurt e.V.
Katja Bühring-Uhle
Telefon: 069/212 40332
Telefax: 069/212 46568
[katja.buehring-uhle\(at\)stadt-frankfurt.de](mailto:katja.buehring-uhle(at)stadt-frankfurt.de)

<https://www.klimagourmet.de/angebot/lernwerkstatt-2/>

Klimabildung



<http://www.spiel-keep-cool.de/>



Klimabildung

Experimente

Gemüse anbauen

Dürresistenz / Wasserverbrauch
unterschiedlicher Gemüsearten / -sorten

Richtig gießen

Unterschiedliche Gießtechniken und ihre Effekte
auf das Pflanzenwachstum

Beete mulchen

Beete mit und ohne Mulch: Effekte auf
Pflanzenwachstum und Wasserverbrauch



Schulträger

Schulgartenarbeit proaktiv unterstützen

- Schulgarten = schulischer (!) Lernort / multifunktionaler Fachraum!
- Kofinanzierung bei der Anlage und Reaktivierung von Schulgärten
- Gießen mit Niederschlagswasser ermöglichen!
- Gärtnerische Grundsicherung (Mähen, Gehölzschnitt)
- Liefern von Schüttgut
- Integration von Wartungsarbeiten im Schulgarten (z. B. Wasserversorgung) in die Arbeitsbeschreibung der Hausmeister:innen
- Beratung / Know-how anbieten (Grünflächenamt / Stadtgärtnerei / Bauhof etc.)
- Budget für Schulgartenarbeit
- Pflegevereinbarung mit Schule (regelmäßig anpassen!)



Schulträger

Klimagärtnern an der Schule fördern

- Naturnahes, klimafreundliches Schulgelände auch außerhalb des Schulgartens (Whole System Approach), auch an Dach- und Fassadenbegrünung denken!
- Wenig Versiegelung
- Viele Bäume & Sträucher
- Viel Wiesenfläche
- Ggf. Modellierung (Mulden, Gräben) zur Versickerung / Speicherung / Erosionsschutz
- Belassen von Totholz (v. a. stehend: bei Baumfällungen Kappen in 4 m Höhe)
- Kein organisches Material verlässt den Garten!
- Angebot von regionalem Material (z. B. Holz aus eigenem Wald), z. B. für den Bau von Hochbeeten
- Zulassen von Wilden Ecken und Kompost

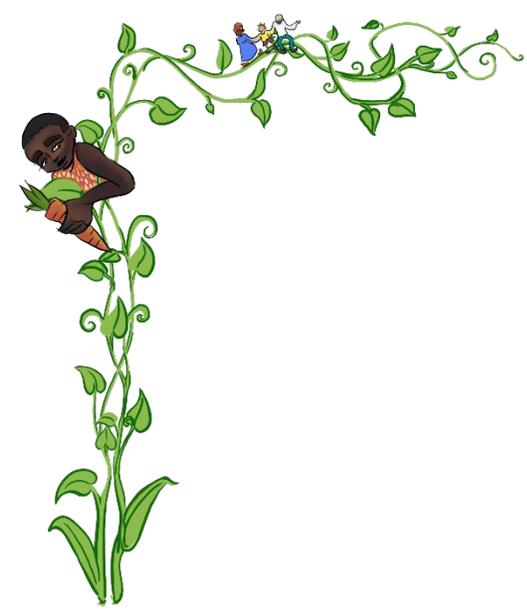


Klimagärtnern in der Schule



Jetzt sind Sie dran!

Dr. Birgitta Goldschmidt
schulgarten@groger.org
0261 9522213
0151 40765781



Ergänzende Folien zu Humus & Terra preta
(beim Vortrag nicht gezeigt)



Humus

Humus besteht zu 58 % aus Kohlenstoff.

Der Humus im Boden ist der größte terrestrische Speicher für organischen Kohlenstoff !!!

Speicher	Kohlenstoff in Gigatonnen
Tiefsee	38.100
Meeresoberfläche	1.020
Gelöster organischer Kohlenstoff im Ozean	< 700
Meeressedimente	150
Meeresbiota (Tiere & Pflanzen)	3
Boden *	1.580
Vegetation	610
Atmosphäre	750
fossile Brennstoffe und Zementproduktion**	4.000

**„Deep Carbon“:
1,85
Mrd. Gt**

Quelle: Celina A. Suarez, Marie Edmonds, and Adrian P. Jones (2019): Earth Catastrophes and their Impact on the Carbon Cycle. Elements 15(5), 301-306

Quelle:
<https://de.wikipedia.org/wiki/Kohlenstoffzyklus>

* ohne Permafrostböden
=> 1.300-1.600 Gt

Quelle:
<https://www.awi.de/im-fokus/permafrost.html>

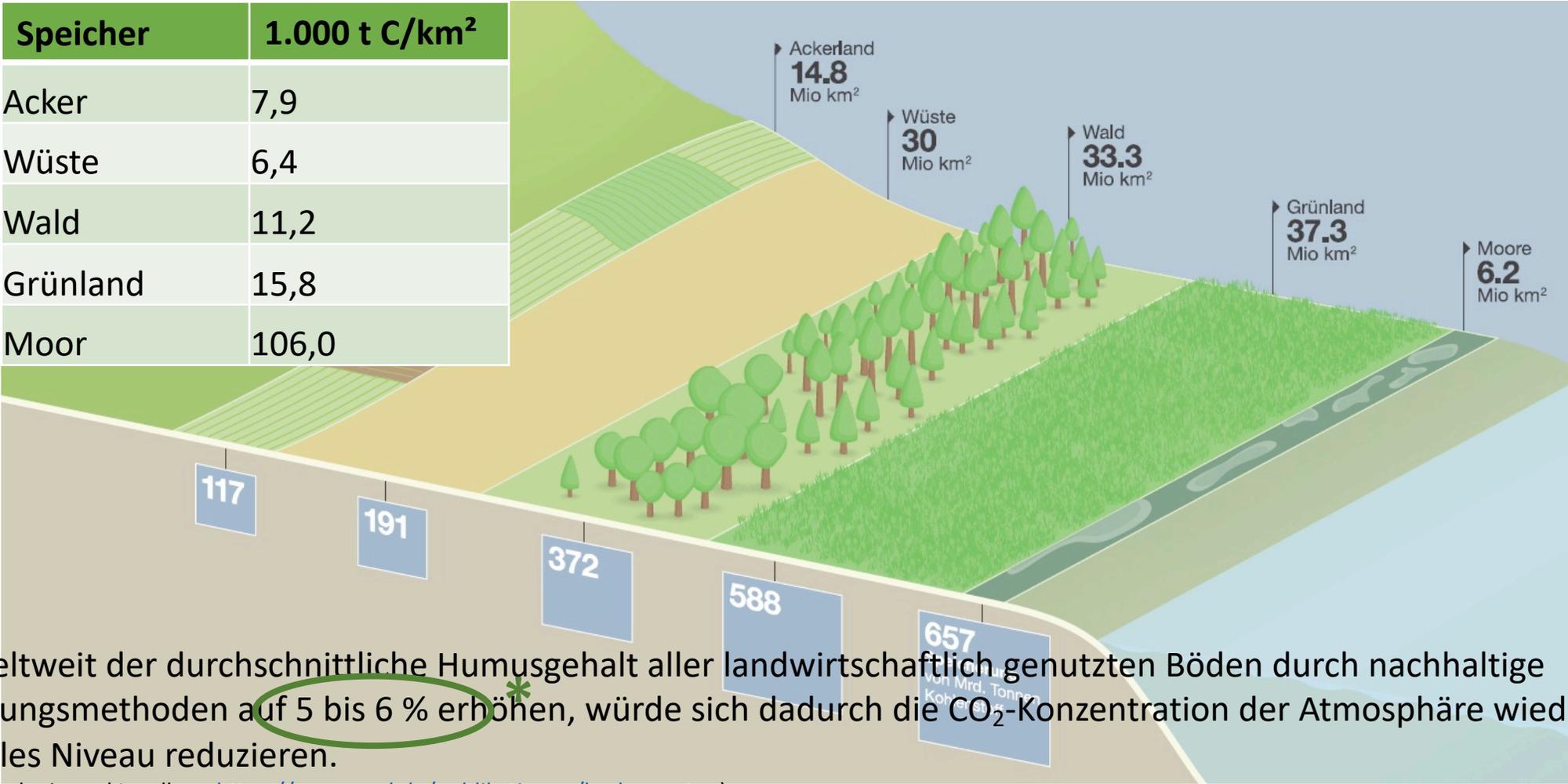
** $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$



Humus

* 59 % der Ackerböden Deutschlands haben einen Humusgehalt von 2-4 %, 24 % sogar noch weniger.

Speicher	1.000 t C/km ²
Acker	7,9
Wüste	6,4
Wald	11,2
Grünland	15,8
Moor	106,0



Ließe sich weltweit der durchschnittliche Humusgehalt aller landwirtschaftlich genutzten Böden durch nachhaltige Bewirtschaftungsmethoden auf 5 bis 6 % erhöhen, würde sich dadurch die CO₂-Konzentration der Atmosphäre wieder auf vorindustrielles Niveau reduzieren.*

(Quelle: Stiftung Ökologie und Landbau, <https://www.soel.de/publikationen/bodenposter>)



SOM = Soil Organic Matter (Organische Bodensubstanz)

Humus

Lebende Bodenorganismen = Edaphon

= abgestorbene organische Substanz

Humifizierung

Umbau zu

Abbau zu

Nährhumus:

leicht abbaubare Verbindungen
(Kohlenhydrate, Aminosäuren,
lösliche Eiweiße)

Dauerhumus:

schwer abbaubare Verbindungen
(Lignin, Fette, Harze,
Gerbstoffe, **Huminstoffe**)

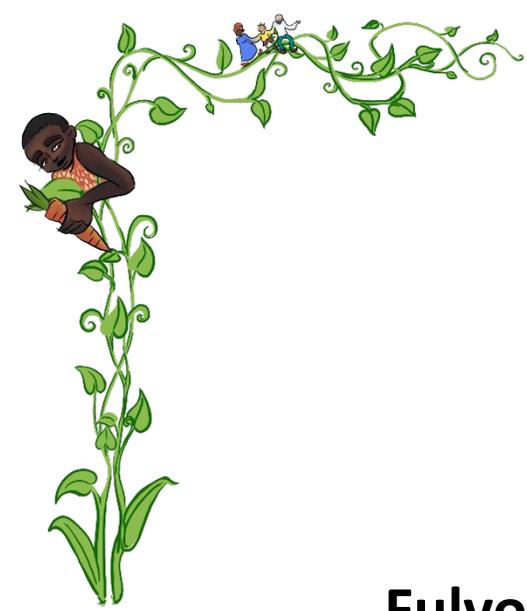
Mineralisierung

rascher Abbau zu

sehr langsamer
Abbau zu

Mineralische Pflanzennährstoffe

+ CO₂



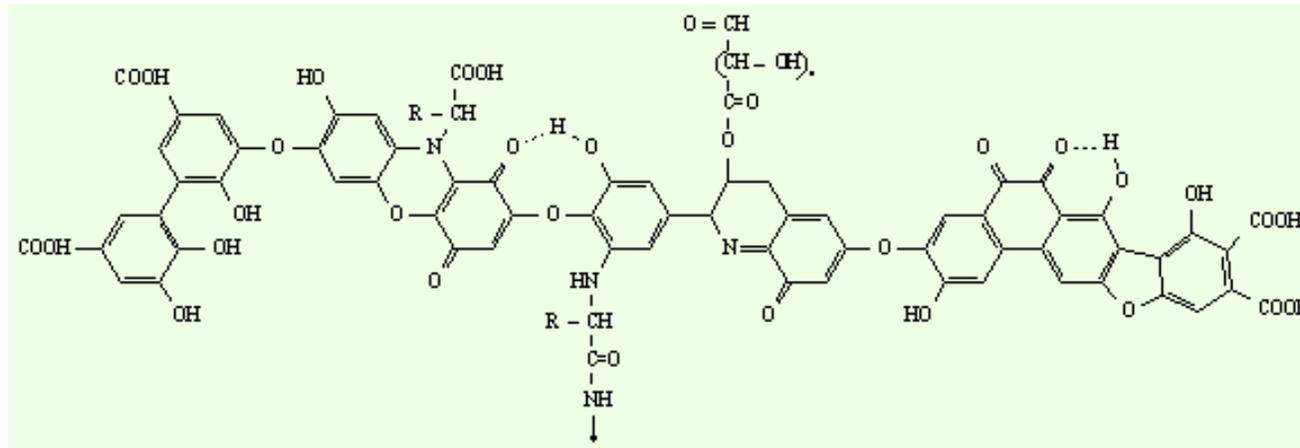
Humus

Huminstoffe

Fulvosäuren
alkali-löslich,
säure-löslich

Huminsäuren
alkali-löslich,
säure-unlöslich

Humine
alkali-unlöslich,
säure-unlöslich

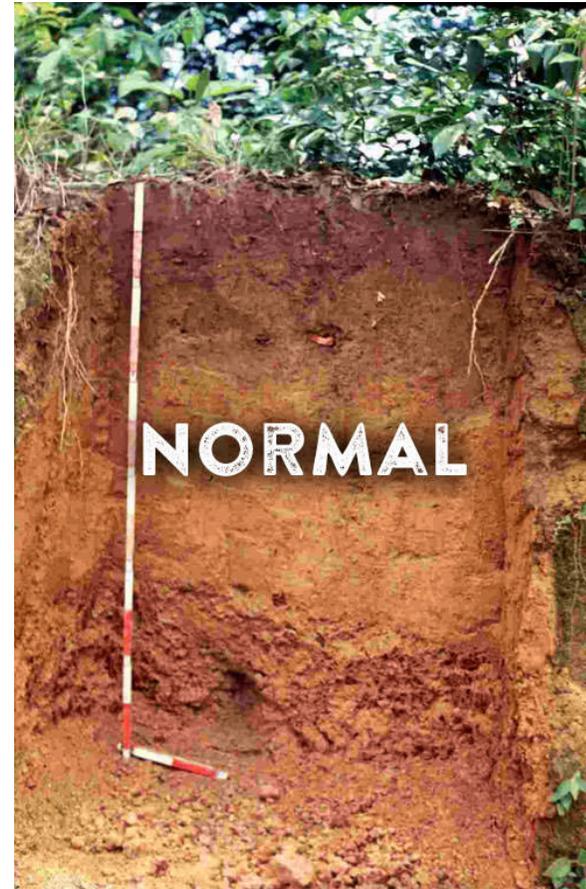


<https://www.uni-bielefeld.de/chemie/emeriti/pc2-knoche/PERSONEN/Be/HA1.gif>

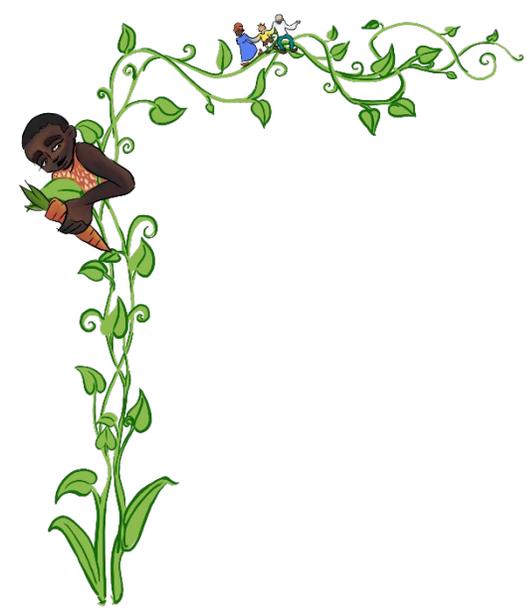


Humus

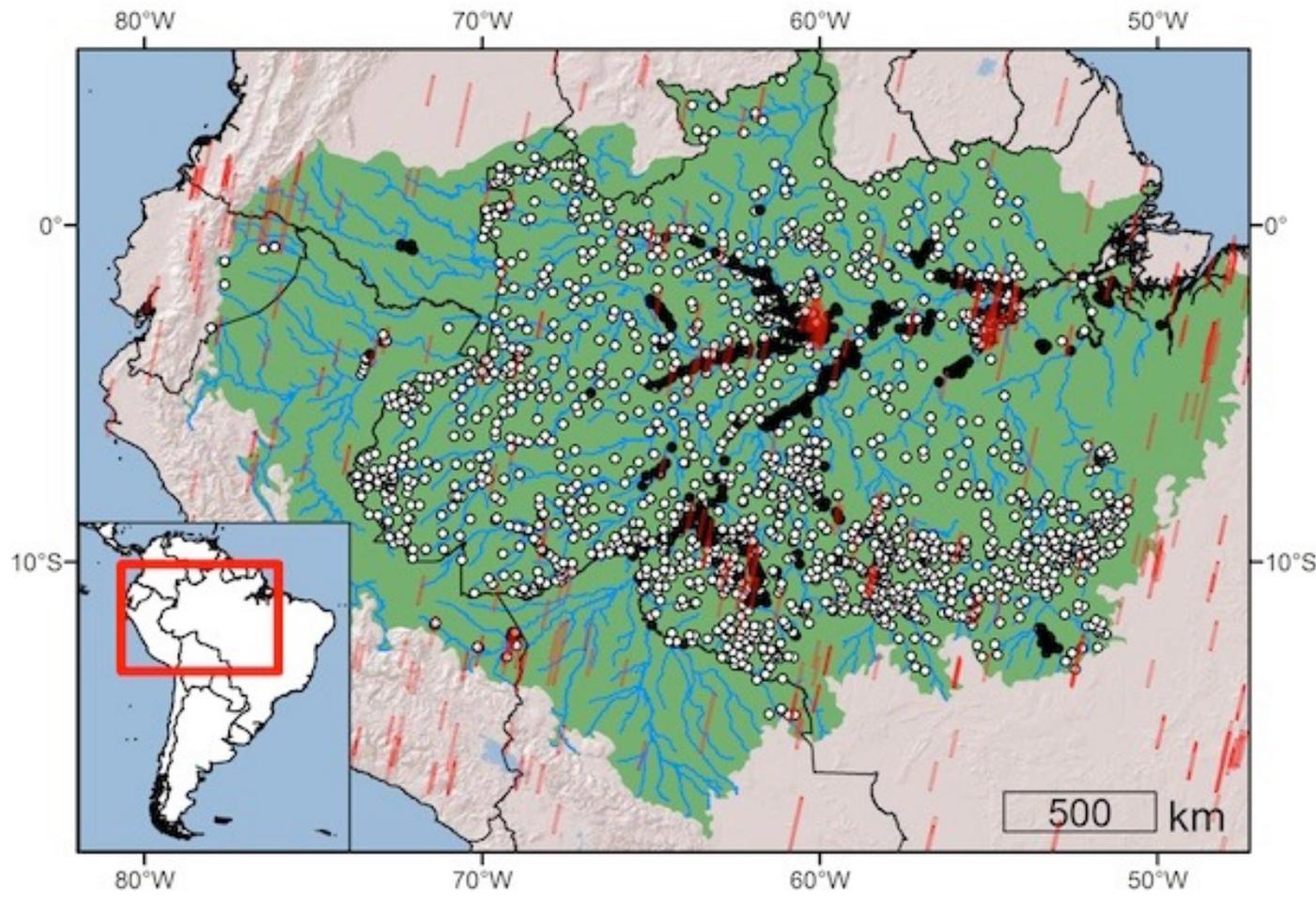
Amazonas-Becken



<http://www.ultrakulture.com/wp-content/uploads/2015/10/4-Terra-Preta-biochar-soils-of-the-Amazon-1024x768.jpg>



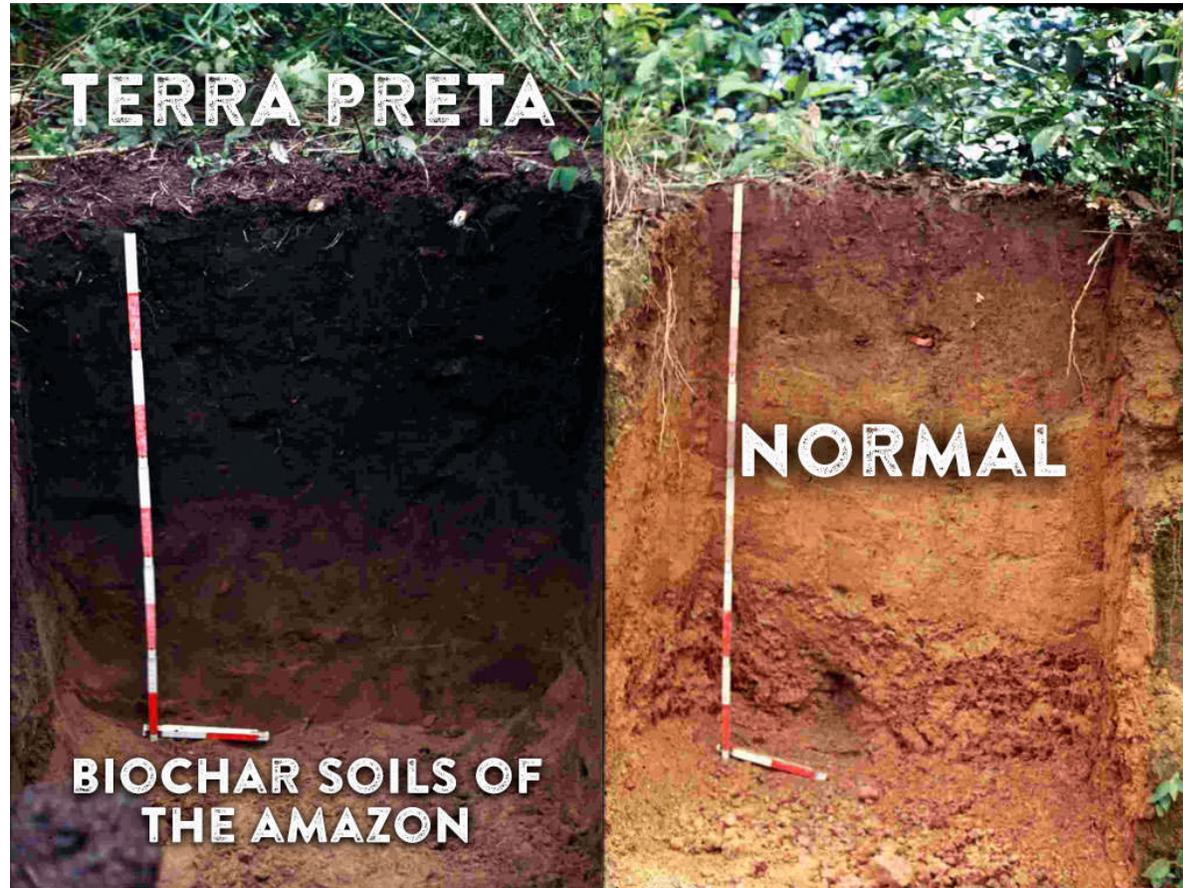
Humus



<http://generation-nachhaltigkeit.de/wp-content/uploads/2016/09/terra-preta-funde-amazonas-s%C3%BCdamerika.jpeg>



Humus



<http://www.ultrakulture.com/wp-content/uploads/2015/10/4-Terra-Preta-biochar-soils-of-the-Amazon-1024x768.jpg>



Humus

Terra preta



=
Mineralboden
+ Kompost
+ Pflanzenkohle
(+ Bokashi)





Humus

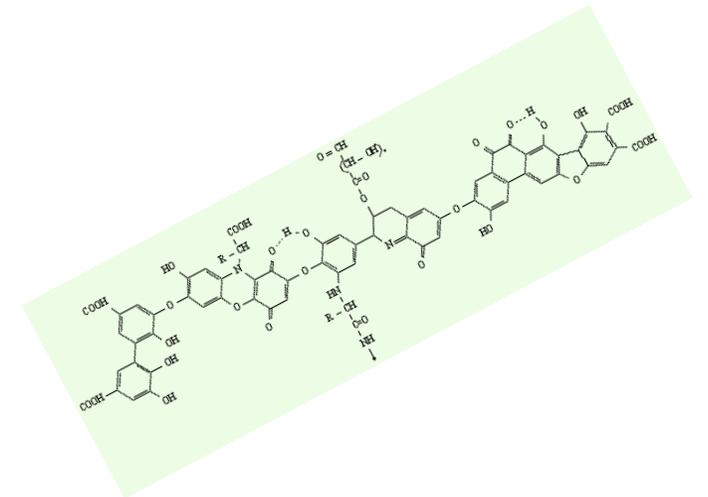
Terra preta

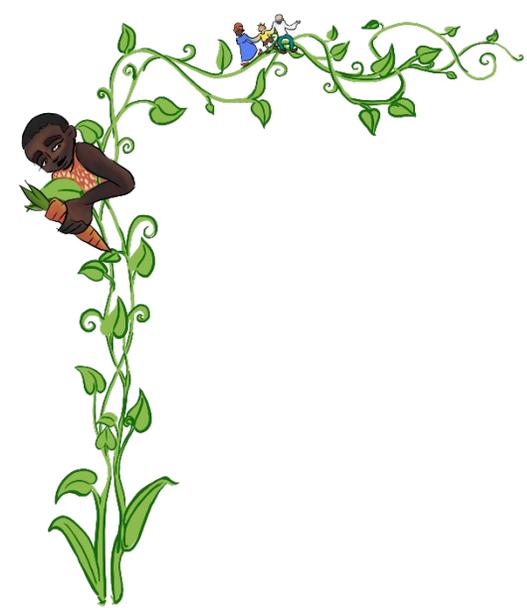
Pflanzenkohle



Chemie

- Verkohlung = Pyrolyse = unvollständige Verbrennung unter O_2 -Armut bei ca. 400-800 °C
- Ca. 50% des C-Gehaltes des Ausgangsmaterials wird dauerhaft chemisch festgelegt:
Pflanzenkohle besteht aus ...
- kondensierten aromatische Kohlenwasserstoffen
=> chemisch hohe Ähnlichkeit zu Huminstoffen!
- Bei Holz als Ausgangsstoff bis zu 95 % aus C
- Aber auch: Schwermetalle, PAK!

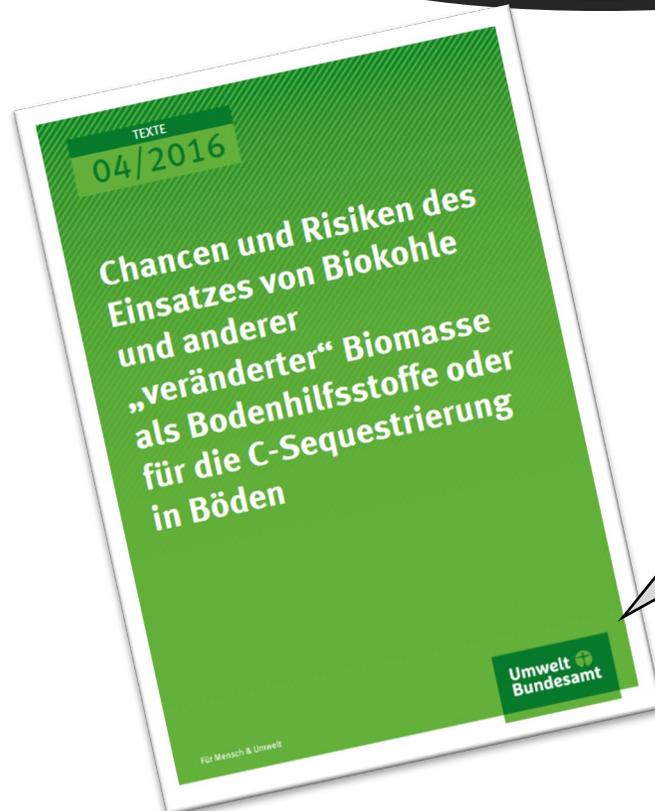




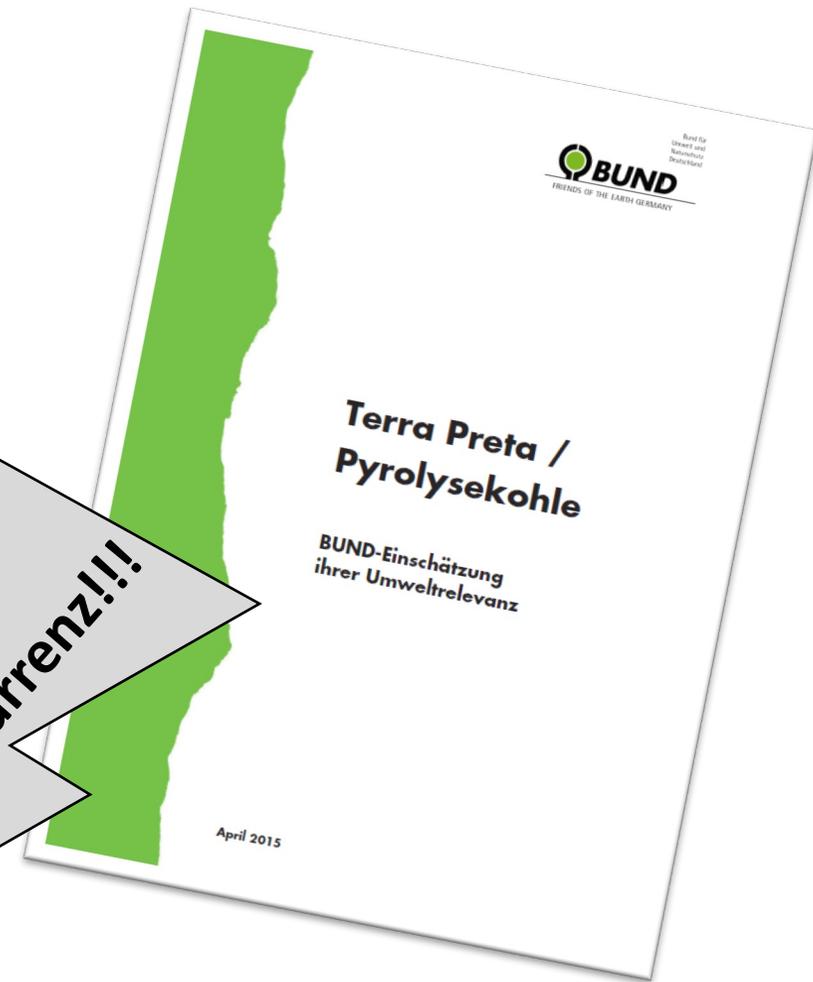
Humus

Terra preta

Pflanzenkohle

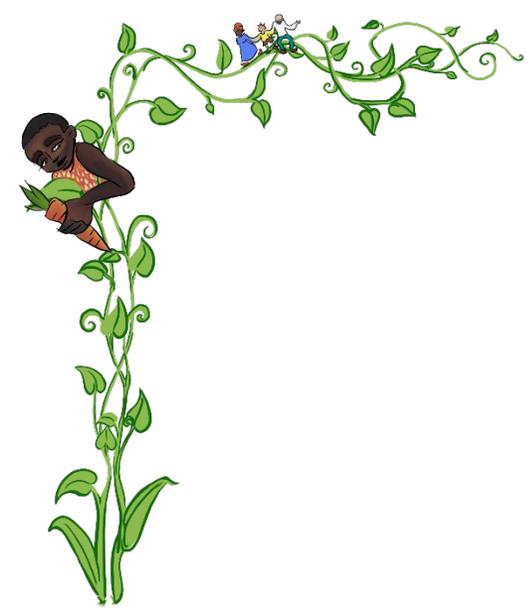


Biomassekonkurrenz!!!



https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/migrated/publications/150504_bund_sonstiges_bodenschutz_terra_preta_einschaetzung.pdf

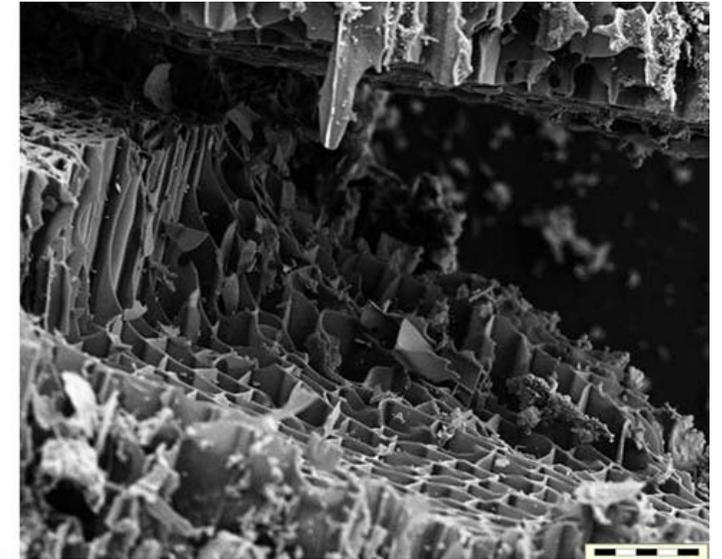
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_04_2016_chancen_und_risiken_des_einsatzes_von_biokohle.pdf



Humus

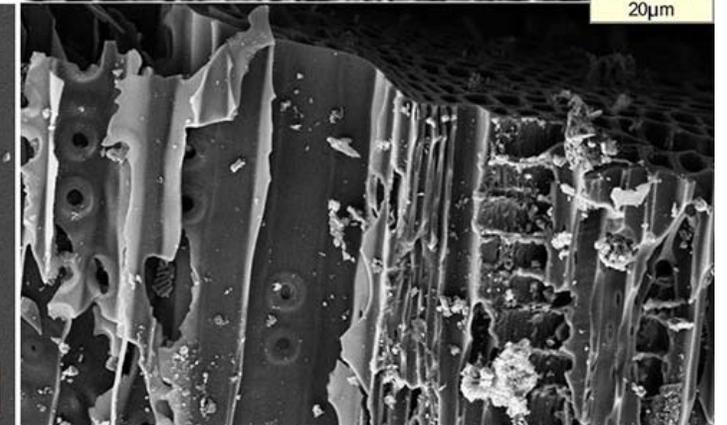
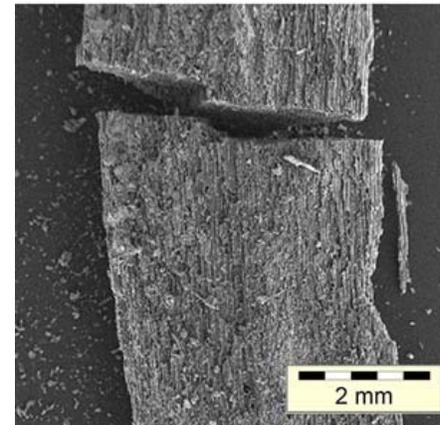
Terra preta

Pflanzenkohle

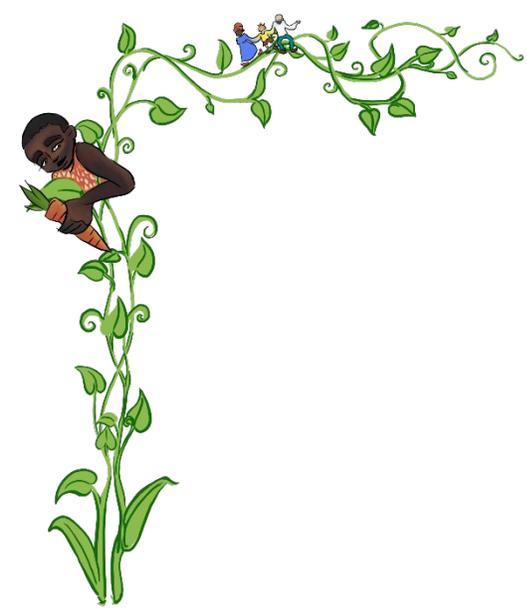


Physik

Innere Oberfläche:
bis zu 300 m² pro Gramm
⇒ Wasserspeicher
⇒ Kationenaustausch
⇒ Besiedlungsfläche für
Mikroorganismen

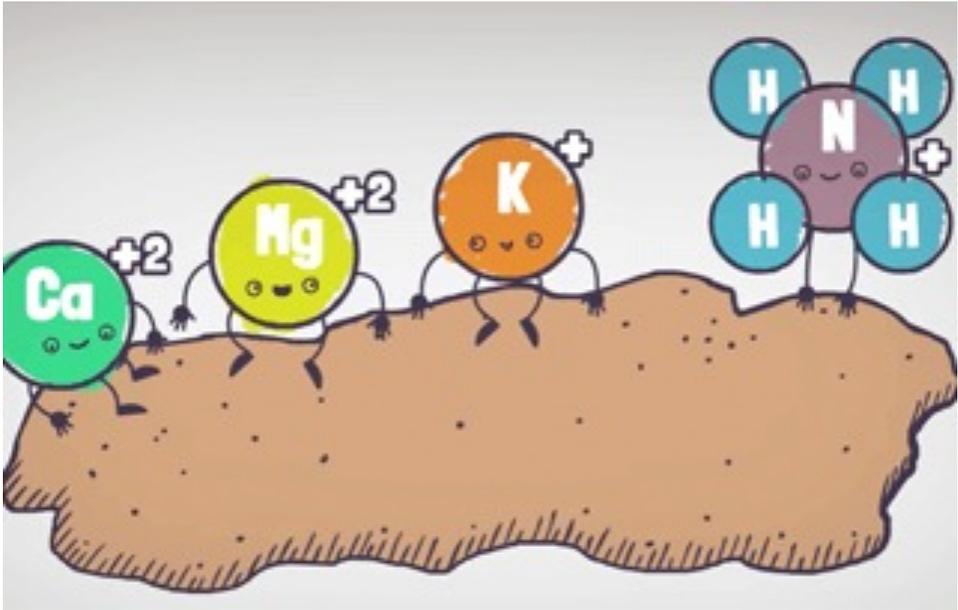


http://carola-holweg.de/tl_files/carola_holweg/images/aktuelle_projekte/Viererbild_pyrolysiertes_Holz.jpg



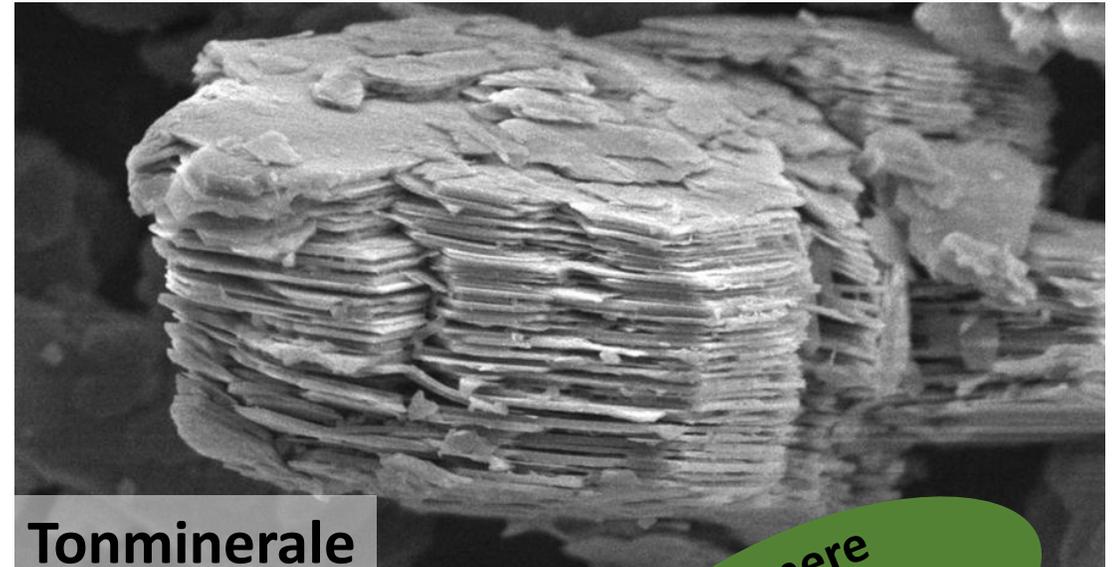
Humus

Kationenaustausch an „inneren Oberflächen“

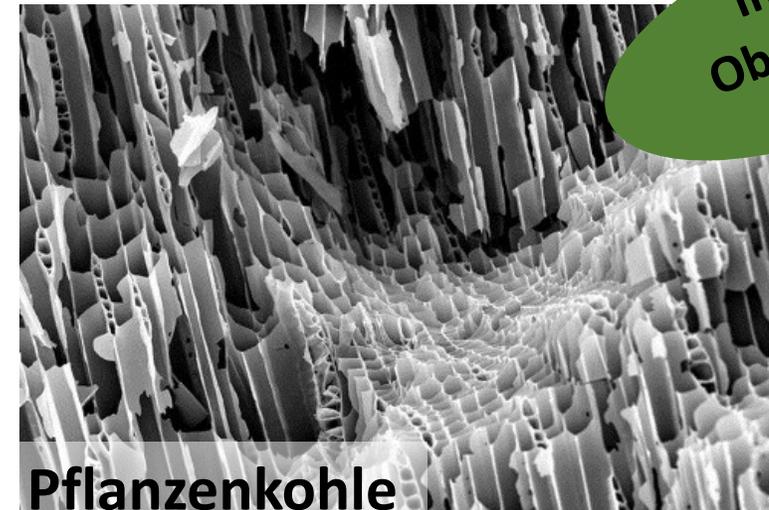


https://scienceofagriculture.org/imgs/snackshots/ch-cationthumb_description.png

https://www.planeterde.de/images/pe_images/news/ID_1185/K-4_thumb.jpg



Tonminerale



Pflanzkohle

<https://www.biomassehof.de/pflanzkohle-2/>

Innere Oberfläche XXL



Humus

Terra preta

**Die Lösung ist
die Lösung!**



**Tipp: Kohle zerkleinern
mit einer Obstmühle**

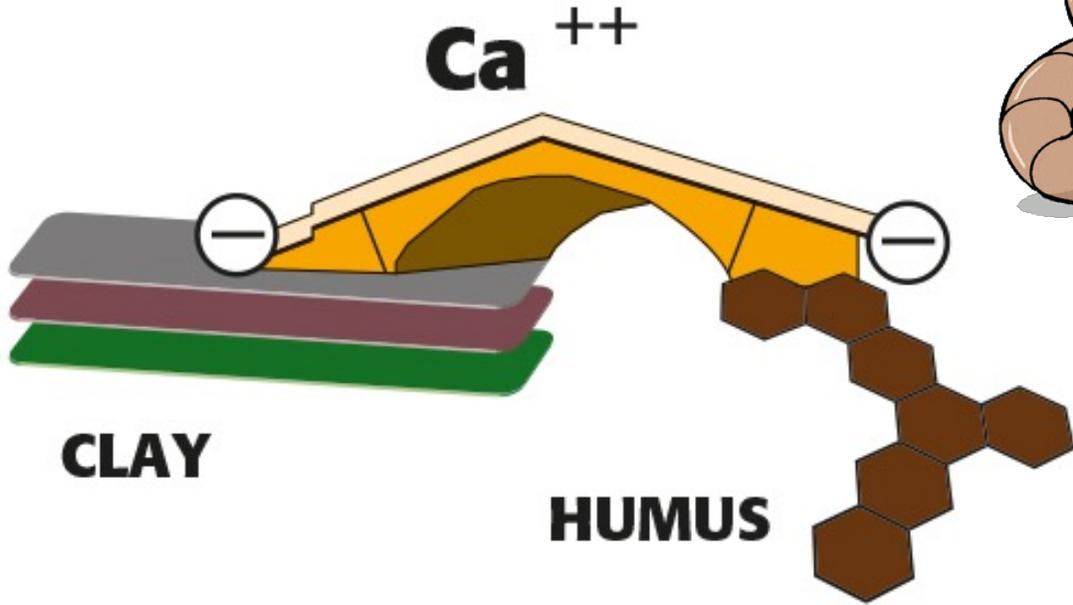
http://1000worms.com/wp-content/uploads/2016/07/Kompostw%C3%BCrmer_Wurm_kompostierung_1000worms.jpeg

https://l-westfalia-eu.secure.footprint.net/medien/scaled_pix/1200/1200/000/000/000/000/062/723/31.jpg

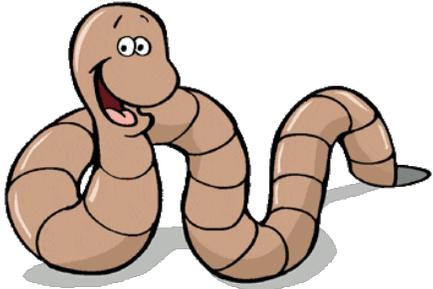


Humus

Ton-Humus-Komplexe



<http://www.berner-vom-kleinen-bergdorf.de/resources/gifs/regenwurm1.gif>



Struktur-Stabilität

https://www.humintech.com/fileadmin/Humintech/assets/pictures_left/picture_right/Agriculture_eng/6.2_gro.eng.png

https://www.wwa-n.bayern.de/grundwasser_boden/bodenschutz/lehrpfad_kalchreuth/rundgang/station_8/pic/31_spatenprobe.jpg