

Boden und Klima

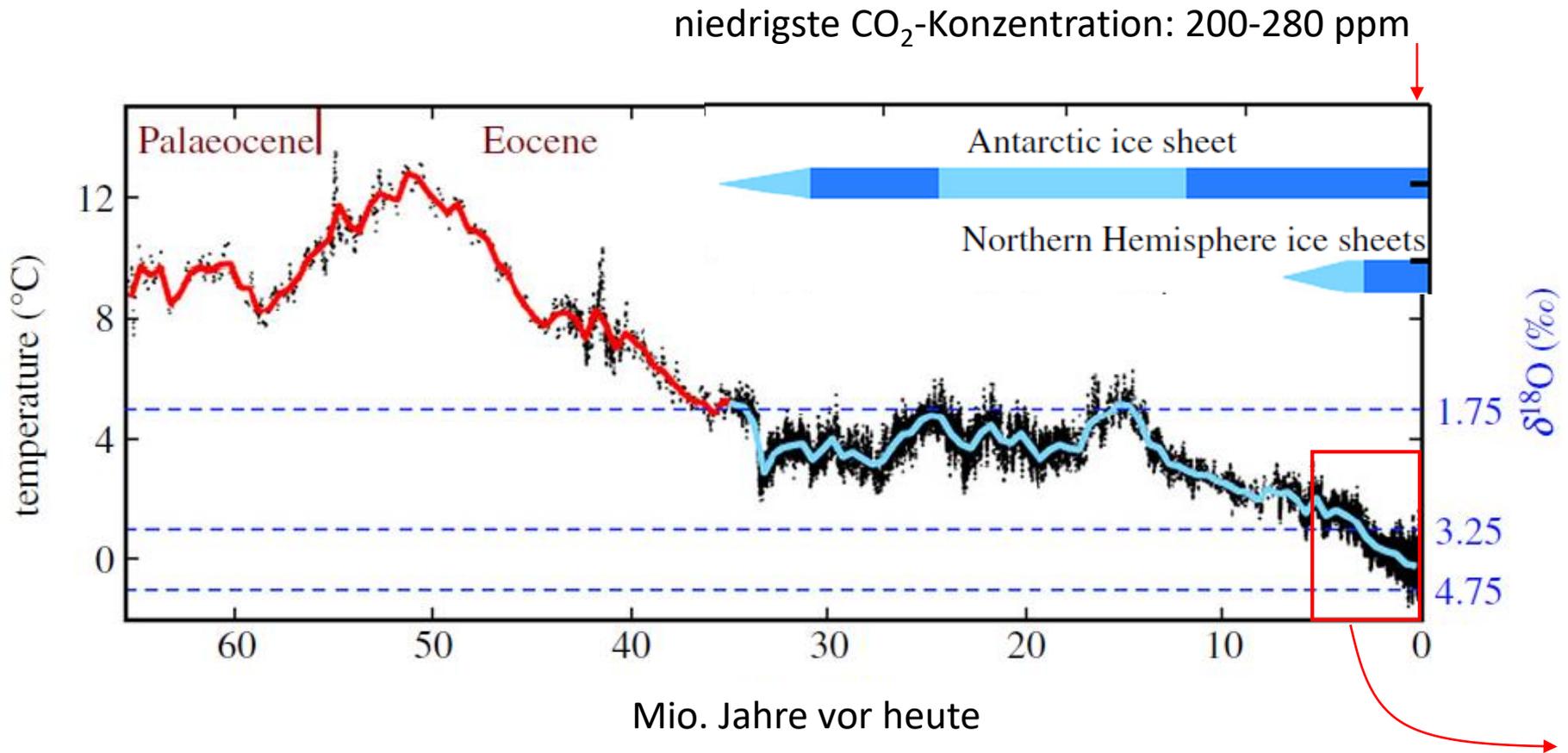
Über subatomare Teilchen und ferne Galaxien wissen wir mehr als über den Boden. Ist es zu selbstverständlich, das Element, das uns ernährt?

Dr. Christine Jones

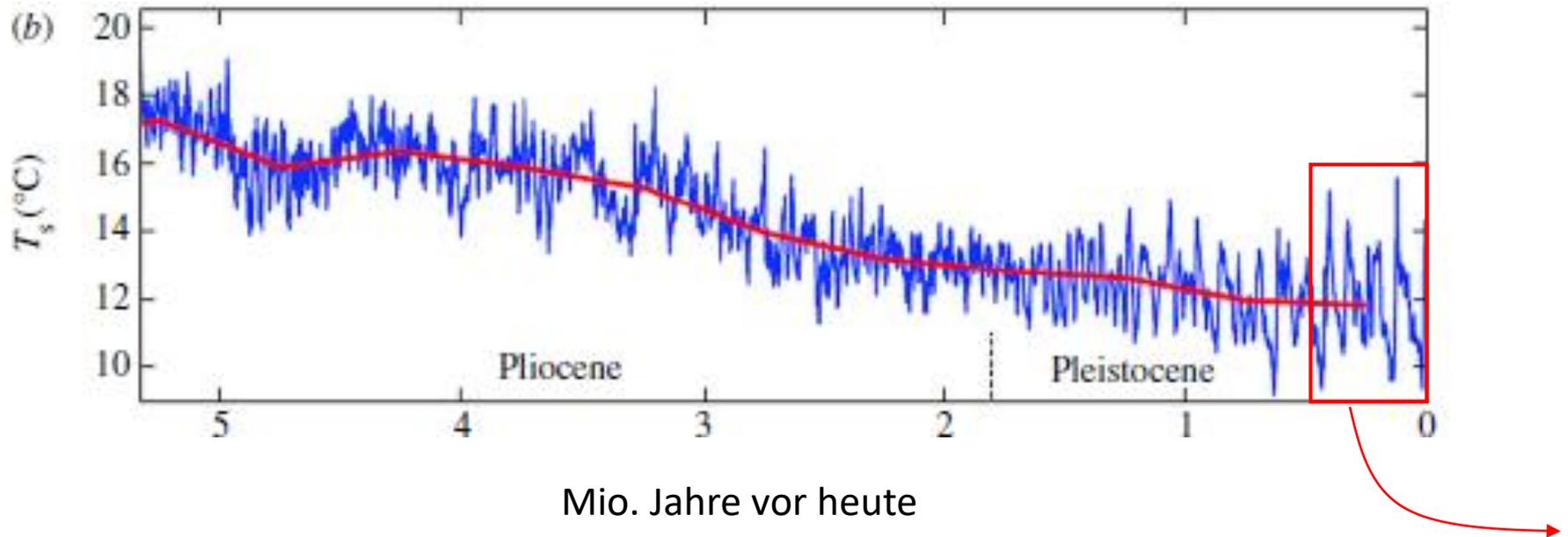
Dr. Matthias Erdmann, Stuttgart

Juni 2019

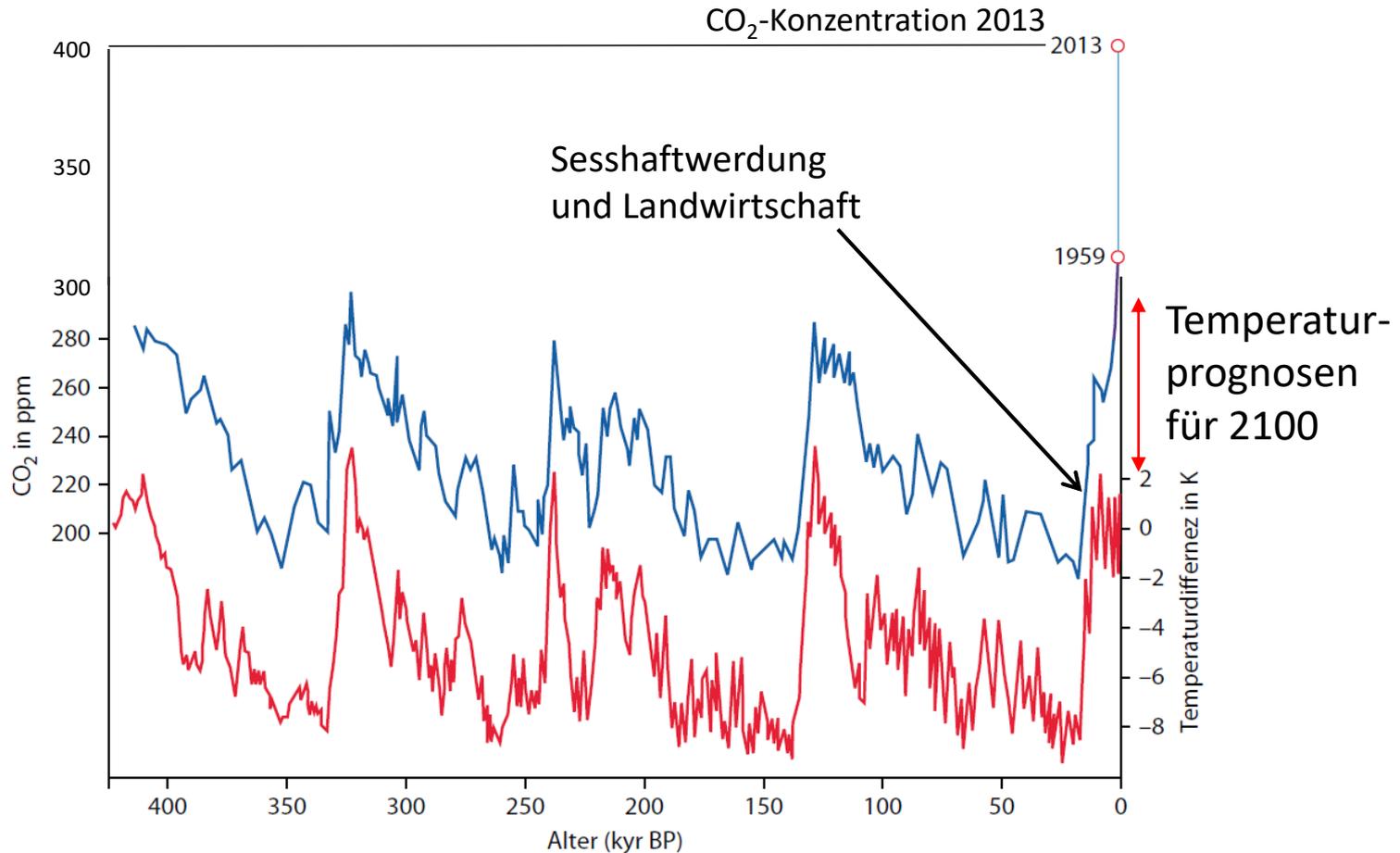
In den letzten 50 Millionen Jahren hat sich die Erde im Mittel um etwa 12°C abgekühlt, vor 30 Mio. Jahren begann die Entstehung der Antarktis



In den letzten 5 Millionen Jahren ist es im Mittel 5°C kühler geworden, überlagert vom Wechsel zwischen Kalt- und Warmzeiten



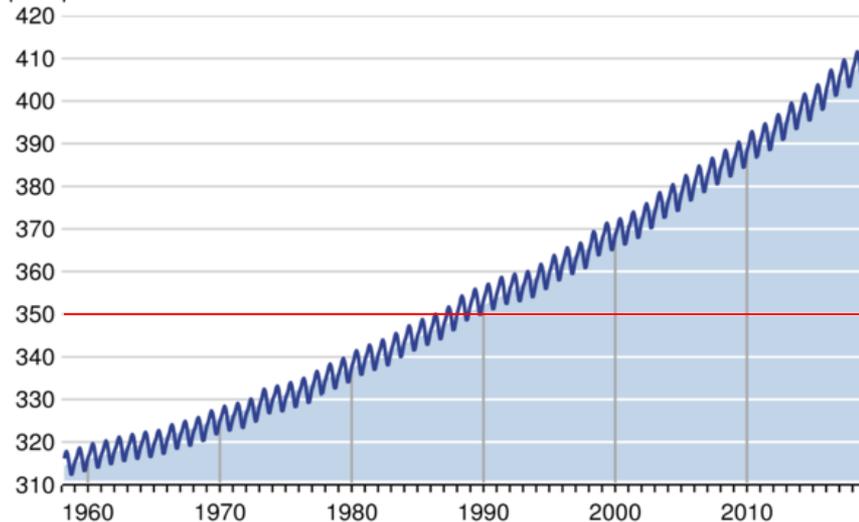
Die menschliche Zivilisation hat sich in den letzten 10.000 Jahren in einer außergewöhnlich stabilen Warmzeit entwickelt



Seit die riesigen Wälder der Urzeit, die vor 300-400 Mio. Jahren entstanden, in Form von Kohle, Erdöl und Erdgas verbrannt werden, steigt der CO₂-Gehalt in der Atmosphäre ungebremst immer weiter an

Monthly Carbon Dioxide Concentration

parts per million



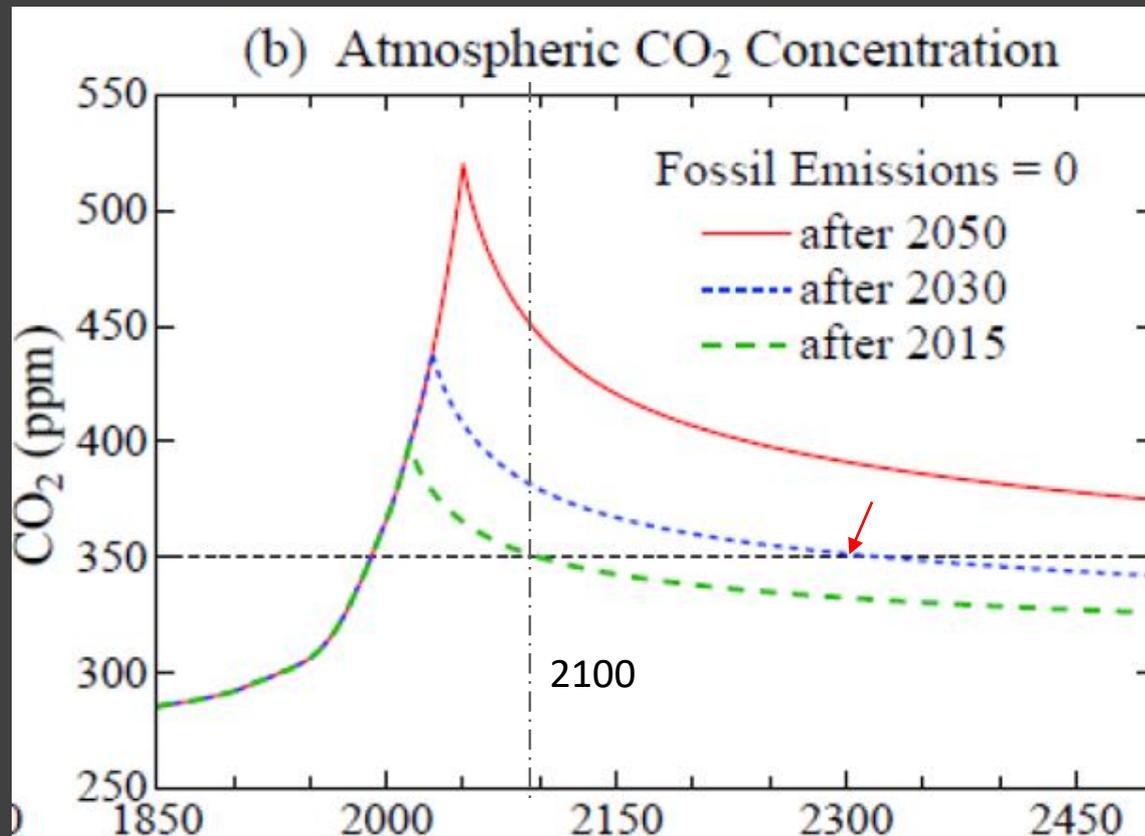
60 ppm
= 120 Gt CO₂



etwa die Hälfte des Anstiegs seit vorindustrieller Zeit (damals 280 ppm) in 30 Jahren

Um nicht in eine Spirale des Temperaturanstiegs zu geraten, die dann nicht mehr zu stoppen ist, müssten die CO₂-Emissionen so schnell wie möglich weltweit auf Null sinken, **zusätzlich** muss der Atmosphäre sehr viel CO₂ wieder entzogen werden

Selbst unter der sehr optimistischen Annahme, dass ab 2030 gar kein CO₂ mehr emittiert würde, wäre die CO₂-Konzentration durch natürliche Prozesse allein erst im Jahr 2300 auf 350 ppm gefallen



Der Weltklimarat (IPCC) geht davon aus, dass für die Einhaltung des 1,5 Grad-Ziels zusätzlich zu Null-Emissionen bis 2050 der Atmosphäre bis 2100 ca. 100-1000 Gt CO₂ entzogen werden müssen (sog. „negative Emissionen“)

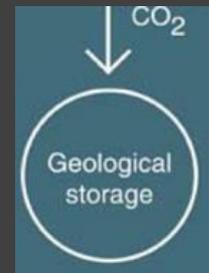
Wie kann man mit technischen Maßnahmen der Atmosphäre CO₂ entziehen?

CCS = Carbon Capture and Storage

- = Luft ansaugen
- + chemische Absorption von CO₂ in Lösungsmittel
- + CO₂-Abtrennung
- + unterirdische CO₂-Verpressung und -Endlagerung in „dichten“ geologischen Formationen



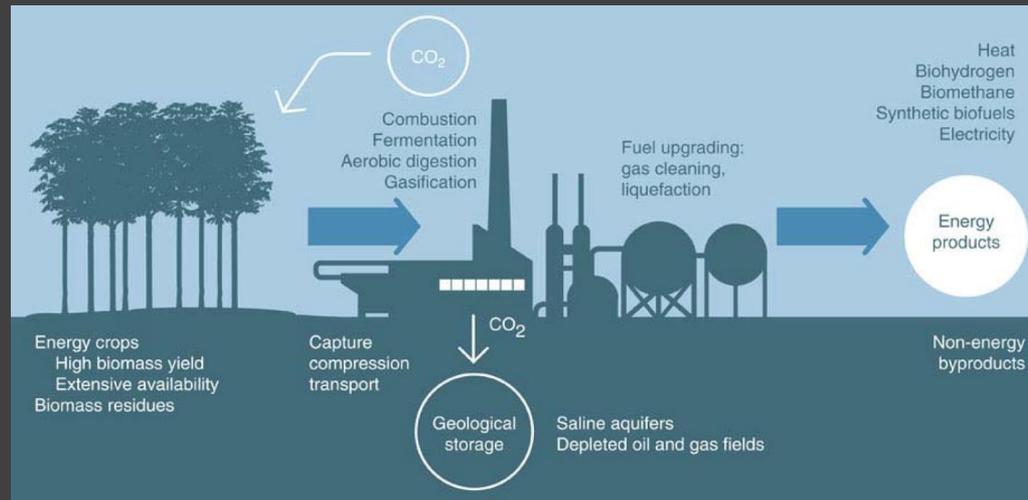
climeworks.com



Wieviel Strom bräuchte man, um nur die Gebläse zu betreiben, die die Luft ansaugen, aus der man 1 Mrd. t C (aus 3,67 Mrd. t CO₂) herausfiltern könnte?

1m³ Luft @ 1bar enthält 0,8 g CO₂ oder 0,22 g C, für 1 Mrd. t C müssten bei 100% Effizienz ca. 4,5 Mio. km³ Luft pro Jahr gefiltert werden, größte industrielle Gebläse haben ca. 1 Mio m³/h Gebläseleistung, pro Jahr also ca. 10 km³, davon bräuchte man etwa 450.000 Stück mit einer elektrischen Leistung von 5 MW_{el}, also ca. 2250 GW oder pro Jahr 22.500 TWh, Stromproduktion in Kraftwerken 2017 weltweit ca. 25.000 TWh

Seit einigen Jahren ist die Variante BECCS (BioEnergy with Carbon Capture and Storage) in den Fokus geraten – was bedeutet das im Gigatonnen-Maßstab?



- Absorption von CO₂ aus Rauchgas (Effizienz ca. 50%)
- zentrale Verbrennung riesiger Mengen von Biomasse (min. 4 Mrd. Tonnen Biomasse mit 50% C-Gehalt für Endlagerung von 1 Mrd. t C)
- heute werden weltweit ca. 1 Mrd. t Holz als Brennstoff genutzt (80% in Afrika + Asien)
- die Nutzung von Holz als Brennstoff müsste ggü. heute vervielfacht werden !
- Größenordnung der Kosten: ca. 1000 Mrd EUR pro Jahr - bis etwa 2100

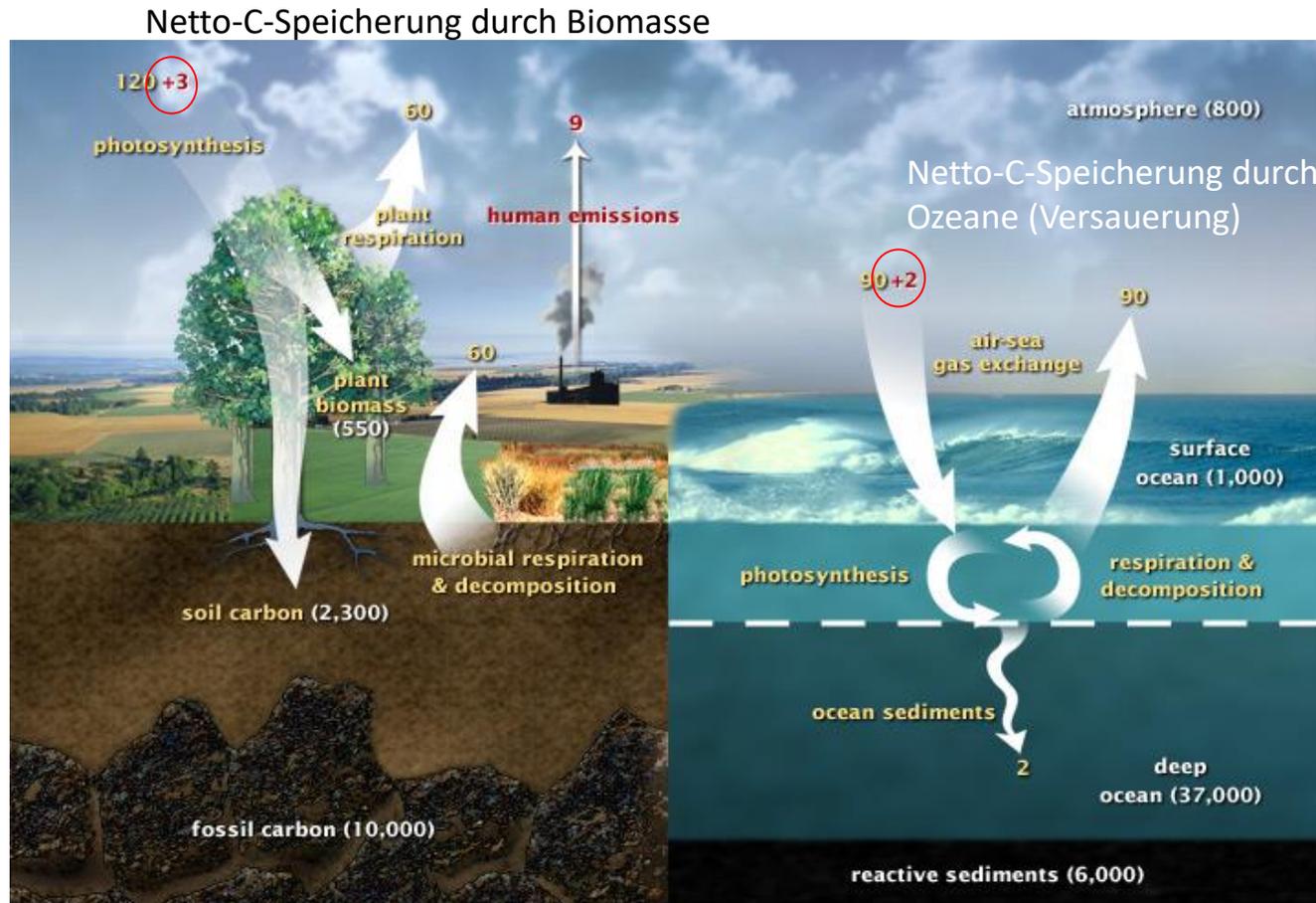
Wie sieht es mit natürlichen Lösungen aus?

- Pflanzen nehmen über Photosynthese CO₂ auf
- Holz enthält bis zu 50% Kohlenstoff (C) (entweicht bei Zersetzung wieder in die Atmosphäre)
- Pflanzen bauen mit Hilfe der Wurzeln Humus auf (ca. 50% C)



Was passiert mit dem Kohlenstoff?

Kohlenstoffkreislauf zwischen Atmosphäre, Ozean und Böden



**Durch Photosynthese werden derzeit jährlich
ca. 3 Gt C gespeichert**

Durch Erosion haben landwirtschaftlich genutzte Böden weltweit ca. 40-80 Mrd. Tonnen Kohlenstoff verloren

- Die meisten Böden enthalten nur noch 1-2% Humus, erst ab 5% ist der Humus dauerhaft stabil
- Dadurch ist die Fruchtbarkeit der meisten Böden sehr stark reduziert
- Gibt es eine Möglichkeit, 40-80 Gt C von der Atmosphäre in den Boden zu bringen? Das wären 20-40 ppm, und Böden könnten dadurch wieder fruchtbar werden.
- Konventionell wird allerdings angenommen, dass der Humusaufbau sehr lange dauert (viele Jahrzehnte), und nur ein sehr kleiner Teil zugeführter Biomasse in Dauerhumus umgewandelt wird

Gibt es Wege, Bodenverbesserung und Klimaschutz auf eine Weise zu kombinieren, die noch nicht so bekannt ist?

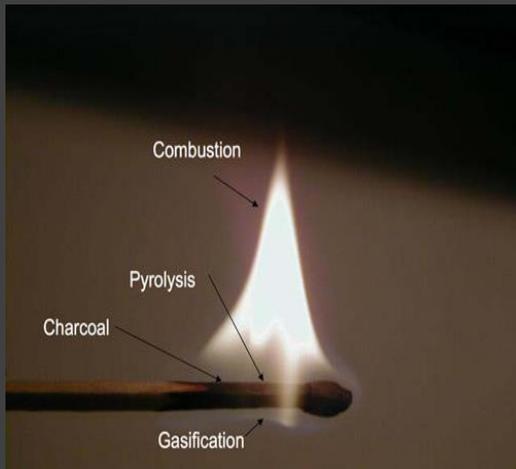
„Terra Preta do Indio“ (schwarze Erde der Indios)



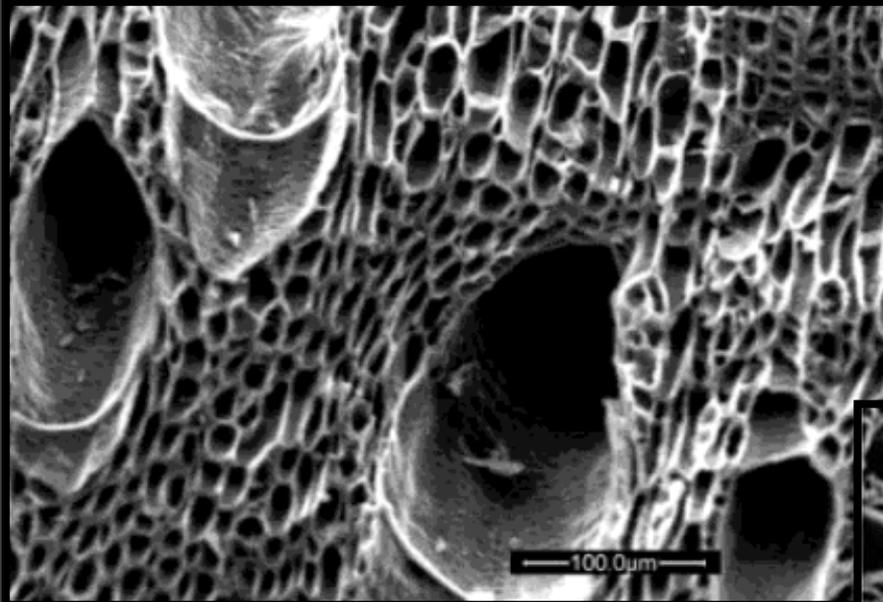
sehr hoher Anteil an Kohlenstoff

Pflanzenkohle – eine besondere Variante von Kohlenstoff

- Entsteht durch unvollständige Verbrennung (Pyrolyse) bei hoher Temperatur ($> 500^{\circ}\text{C}$) und Ablöschen
- ca. 30-50% des Kohlenstoffs der Biomasse verbleiben in Pflanzenkohle



Vorteile von Pflanzenkohle für Bodenfruchtbarkeit



sehr porös (1g – 300 m²
Oberfläche)

guter Wasserspeicher

**bietet besonders viel
Lebensraum
für Pilze (Mykorrhiza)
und Mikroorganismen!**



Anwendung von Pflanzenkohle und Effektiven Mikroorganismen: Fermentation von Küchenabfällen - „Küchen-Bokashi“

- Fäulnisprozesse werden verhindert, keine schlechten Gerüche, Nährstoffe bleiben erhalten
- Bodenleben wird gefördert
- Modellsystem, wie Bodenaufbau in den Alltag integriert werden kann
- Wertschätzung von Abfällen → kleiner Kreislauf, der geschlossen wird



Chiemgauer Schwarzerde-Projekt (hunderte Landwirte)

Neben Maßnahmen wie

- minimaler Bodenbearbeitung
- Dauerbegrünung
- Fruchtfolge
- Mischkulturen

auch Einsatz von Effektiven Mikroorganismen und
(zertifizierter) Pflanzenkohle

- dauerhafte Humusanreicherung
- Steigerung der Düngewirkung hofeigener Dünger durch Fermentation



Rahmenbedingungen für eine sinnvolle Anwendung von Pflanzenkohle

- zertifizierte Herstellung (regionale Reststoffe): EBC-Zertifikat
- Wärmenutzung bei der Herstellung
- „Aktivierung“ mit Mikroorganismen
- Kaskaden-Nutzung (Verbesserung von lokalem Dünger etc)
- Wurzelapplikation (statt Flächenausbringung), z.B. Stockholm
- gezielte Nutzung der Pflanzenkohleherstellung zur Vermeidung von CO₂-Emissionen von Reststoffen (z.B. statt Kompostierungsanlagen?)

Ist die reservierte bis ablehnende Haltung von BUND, UBA zu Pflanzenkohle/Terra Preta zeitgemäß bzw. faktenbasiert?

- BUND, Terra Preta / Pyrolysekohle: Einschätzung ihrer Umweltrelevanz, 2015
- Umweltbundesamt (UBA), Chancen und Risiken des Einsatzes von Biokohle und anderer „veränderter“ Biomasse als Bodenhilfsstoffe oder für die C-Sequestrierung in Böden, 2016

Prof. Dr. Bruno Glaser (Bodengeochemie, Universität Halle-Wittenberg) bezeichnet die Aussagen in der BUND-Stellungnahme als „Fake News“ (2018):

Fake News

“Bislang ist allerdings kein signifikanter Effekt in landwirtschaftlichem Maßstab erkennbar...”

“Auch die bislang noch nicht wissenschaftlich belegten bodenökologischen Effekte zeigen auf, in welche Richtung geforscht werden sollte. Aber zum jetzigen Zeitpunkt ist eine breite Anwendung nicht empfehlenswert.”

“Die möglichen positiven Effekte als Kohlenstoffsenke können die genannten Risiken nicht kompensieren”

“Es ist zu befürchten, dass die Verminderung von Treibhausgasen als Argument genommen wird, um in großem Maßstab sowohl zu pyrolysierende Biomasse extra anzubauen und dann womöglich ohne bodenökologisch positive Wirkung rein aus Klimaschutzgründen in den Boden einzubringen”



MARTIN-LUTHER-UNIVERSITÄT
HALLE-WITTENBERG



Bruno Glaser
Pflanzenkohle - Stand der Forschung

5/18

http://bodenschutz.bund.net/themen/terra_preta_pyrolysekohle/

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/chancen-risiken-des-einsatzes-von-biokohle-anderer>

www.landw.uni-halle.de/prof/bodenbiogeochemie/mitarbeiterinnen/bruno_glaser/

Humusaufbau findet bei gesundem Boden durch den Fluss von Kohlenstoff in den Boden durch die Pflanzenwurzeln statt

Dr. Christine Jones: „Der größte Teil der landwirtschaftlichen Forschung hat einen fundamentalen Fehler – die Nichtbeachtung der Wechselwirkung zwischen Pflanzen, Pilzen und Mikroorganismen.“

Wird das Bodenleben (Pilze, Mikroorganismen, ...) durch verschiedene Maßnahmen gefördert,

- wachsen Pflanzen nicht nur viel robuster und enthalten mehr Nährstoffe und Spurenelemente,
- sondern es wird auch der Fluss von Kohlenstoff von den Pflanzenwurzeln in den Boden gefördert (Humusaufbau) – „liquid carbon“



WIE groß die Bedeutung von Mikroorganismen im Boden ist, ist erst in den letzten Jahren mit Hilfe mikrobiologischer Methoden erkannt worden.

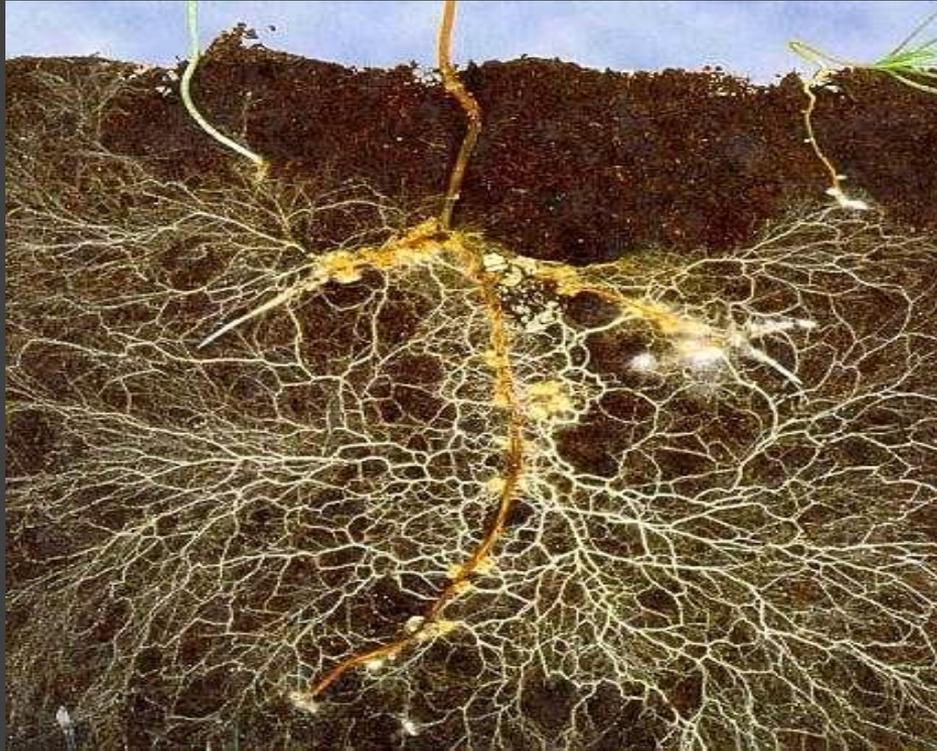
Humusaufbau-Projekt in der Ökoregion Kaindorf

- Beeindruckende Ergebnisse seit 2007
- Potenzial für Humusaufbau im Boden wesentlich höher als angenommen
- Dauerbegrünung, Mulchen,
- Mischkulturen, kein Pflügen,
- So wenig Chemie wie möglich,
- Fermentierung von Dünger zur Fäulnisvermeidung
- durchschnittlich 0,1% Humusaufbau pro Jahr (5 t pro ha)
- ein Drittel der Landwirte erreicht 0,4% pro Jahr
- ab Humusgehalt von 5% stabiler Boden



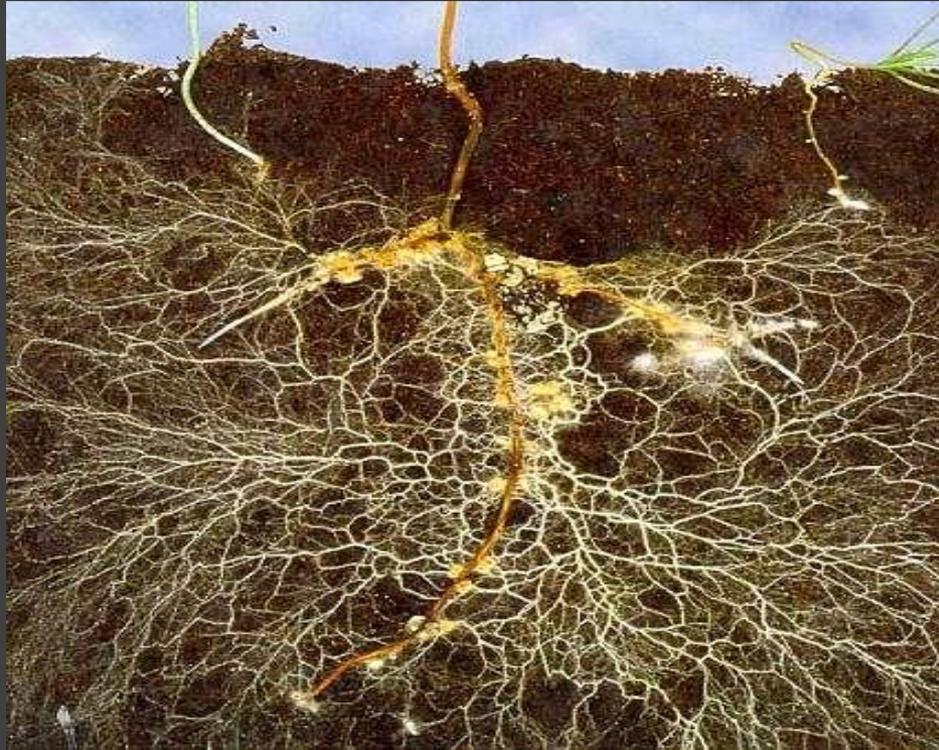
oekoregion-kaindorf.at; Tagung „Humusaufbau – Chance für Landwirtschaft und Gartenbau gegen Klimawandel“, Hannover, Nov. 2018 (BUND Hannover)

Pflanzen geht es am besten, wenn sie in Symbiose mit Pilzen (Mykorrhiza) und Mikroorganismen leben



Die Mykorrhiza haben Erfahrung: Sie haben bereits vor 400 Mio. Jahren den ersten Pflanzen geholfen, überhaupt das Land zu besiedeln (und an Nährstoffe und Wasser heranzukommen)

In der Symbiose mit Pilzen und Mikroorganismen liefern die Pflanzen über die Wurzeln Zucker („liquid carbon“), mit dem sie das Bodenleben ernähren



Wenn Pflanzen durch gesundes Bodenleben optimale Unterstützung bekommen, entsteht ein positiver Rückkopplungseffekt – es gelangt noch mehr Kohlenstoff in den Boden

Industrielle Landwirtschaft zerstört dagegen das Bodenleben und damit systematisch die eigene Grundlage

- Hohe Stickstoffdünger-Gaben, Einsatz von Pestiziden, Pflügen etc zerstören das Bodenleben
- Damit werden u.a. auch Stickstoff-fixierende Bakterien abgetötet, die wesentlich zur Pflanzenernährung beitragen
- Noch mehr Stickstoffdünger verschärft das Problem
- Der Humusgehalt nimmt ab, der Boden erodiert leichter
- Boden kann weniger Wasser speichern, auch Mineraldünger wird schlechter gespeichert, sondern gelangt ins Grundwasser
- Der Fluss von Kohlenstoff in den Boden wird unterbunden

**Industrielle Landwirtschaft ist ein zum Scheitern verurteiltes System
- Humusaufbau funktioniert hier grundsätzlich nicht.**

Was bedeutet Humus-aufbauende Landwirtschaft für das Klima?

Wie kann Humus-aufbauende Landwirtschaft global möglich werden?

- Im Moment binden Pflanzen ca. 3 Mrd. t Kohlenstoff pro Jahr weltweit
- das entspricht ca. 1,5 ppm CO₂ / Jahr
- Zusätzlich könnte es ein Potenzial von mehreren Mrd. t Kohlenstoff pro Jahr geben, wenn auf den landwirtschaftlichen Flächen weltweit ein Humusaufbau von 0,4% pro Jahr stattfinden würde (wie z.B. in der Ökoregion Kaindorf)
- Frankreich hat 2017 die Initiative „4p1000“ gestartet, die weltweit einen Humusaufbau von 0,4% pro Jahr zum Ziel hat
- Die Initiative wurde im Oktober 2017 vom World Future Council mit dem World Future Policy Award ausgezeichnet
- Der ehem. dt. Landwirtschaftsminister Schmidt hat die Initiative unterschrieben, aber es gibt keine deutsche Übersetzung – die Bundesregierung schweigt die Initiative tot



**Vielen Dank
für die
Aufmerksamkeit**

Literatur



Tagung
**Humusaufbau
Chance für Landwirtschaft und
Gartenbau gegen den
Klimawandel**

23. November 2018 in Hannover
Tagungsort: Akademie des Sports - Hannover



Foto: Dr. Otto Ehrmann „Wurzeln in Regenwurmrohren“

www.bund-hannover.de

IPCC nimmt bei allen Pfaden zu „1,5 Grad“ neben massiver Senkung des CO₂-Ausstoßes in den nächsten 10 Jahren auch massive „negative Emissionen“ an



auf deutsch

C. Emission Pathways and System Transitions Consistent with 1.5°C Global Warming

- C.1 In model pathways with no or limited overshoot of 1.5°C, global net anthropogenic CO₂ emissions decline **by about 45% from 2010 levels by 2030** (40–60% interquartile range), reaching net zero around 2050 (2045–2055 interquartile range). For limiting global warming to below 2°C¹ CO₂ emissions are projected to decline by about 25% by 2030 in most pathways (10–30% interquartile range) and reach net zero around 2070 (2065–2080 interquartile range). Non-CO₂ emissions in pathways that limit global warming to 1.5°C show deep reductions that are similar to those in pathways limiting warming to 2°C. (*high confidence*) (Figure SPM.3a) {2.1, 2.3, Table 2.4}

- C.3 All pathways that limit global warming to 1.5°C with limited or no overshoot project the use of **carbon dioxide removal (CDR) on the order of 100–1000 GtCO₂ over the 21st century**. CDR would be used to compensate for residual emissions and, in most cases, achieve net negative emissions to return global warming to 1.5°C following a peak (*high confidence*). CDR deployment of several hundreds of GtCO₂ is subject to multiple feasibility and sustainability constraints (*high confidence*).