

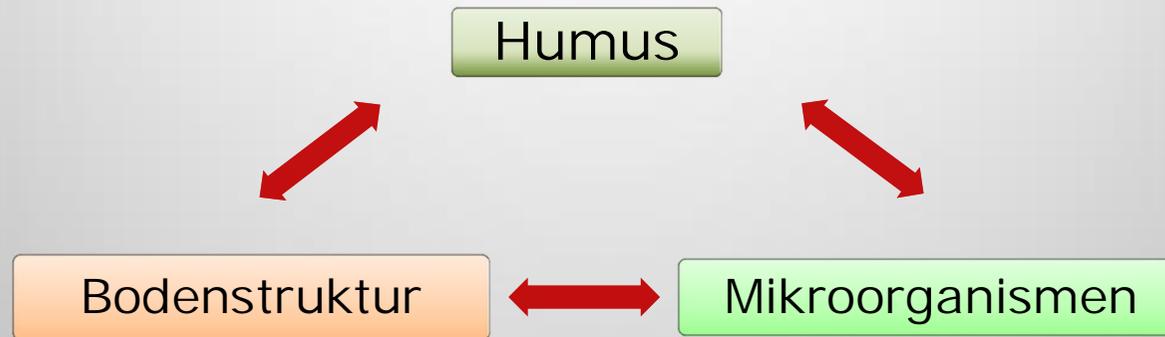
Terra preta- Biokohle in der Landwirtschaft

Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz

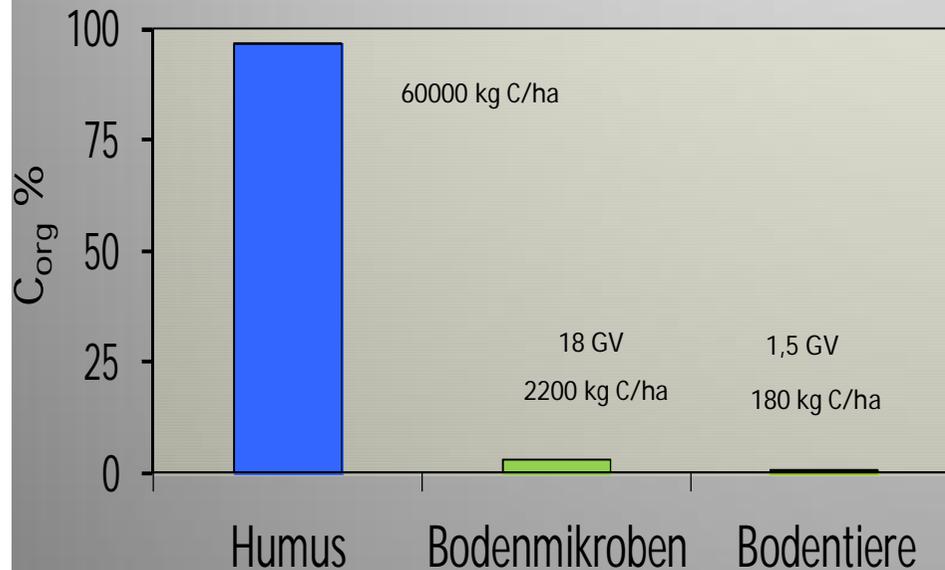
Karlstein, 5. März 2015



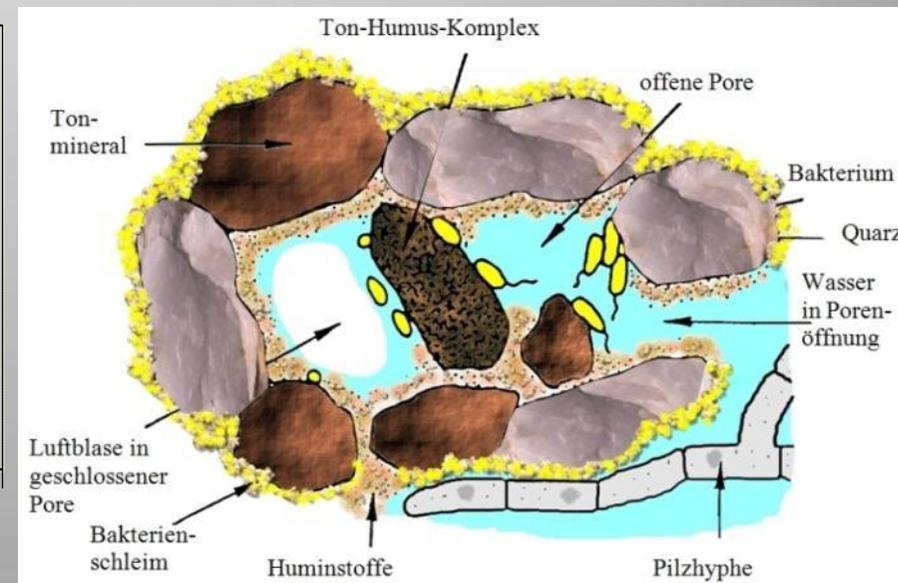
Das Dreieck der Bodenfruchtbarkeit



Humus-Verteilung in der Krume eines durchschnittlichen Ackerbodens



Lebendverbauung - Bodenaggregat



Humus und die Bodeneigenschaften

Standortfaktoren

Klima

Bodentextur

Grundwasser

Bewirtschaftung

Fruchtfolge

Organische Düngung

Bodenbearbeitung

HUMUS

Humusgehalt

$$C_{\text{org}} = C_{\text{t}} - C_{\text{carbonat}}$$

Humusqualität

$$C_{\text{org}} / N_{\text{t}}$$

Bodeneigenschaften

Biologische Aktivität

Nährstoffe

Trockenrohdichte

Porenvolumen

Aggregatstabilität

Wasserkapazität

Filter- und Puffer-Funktion

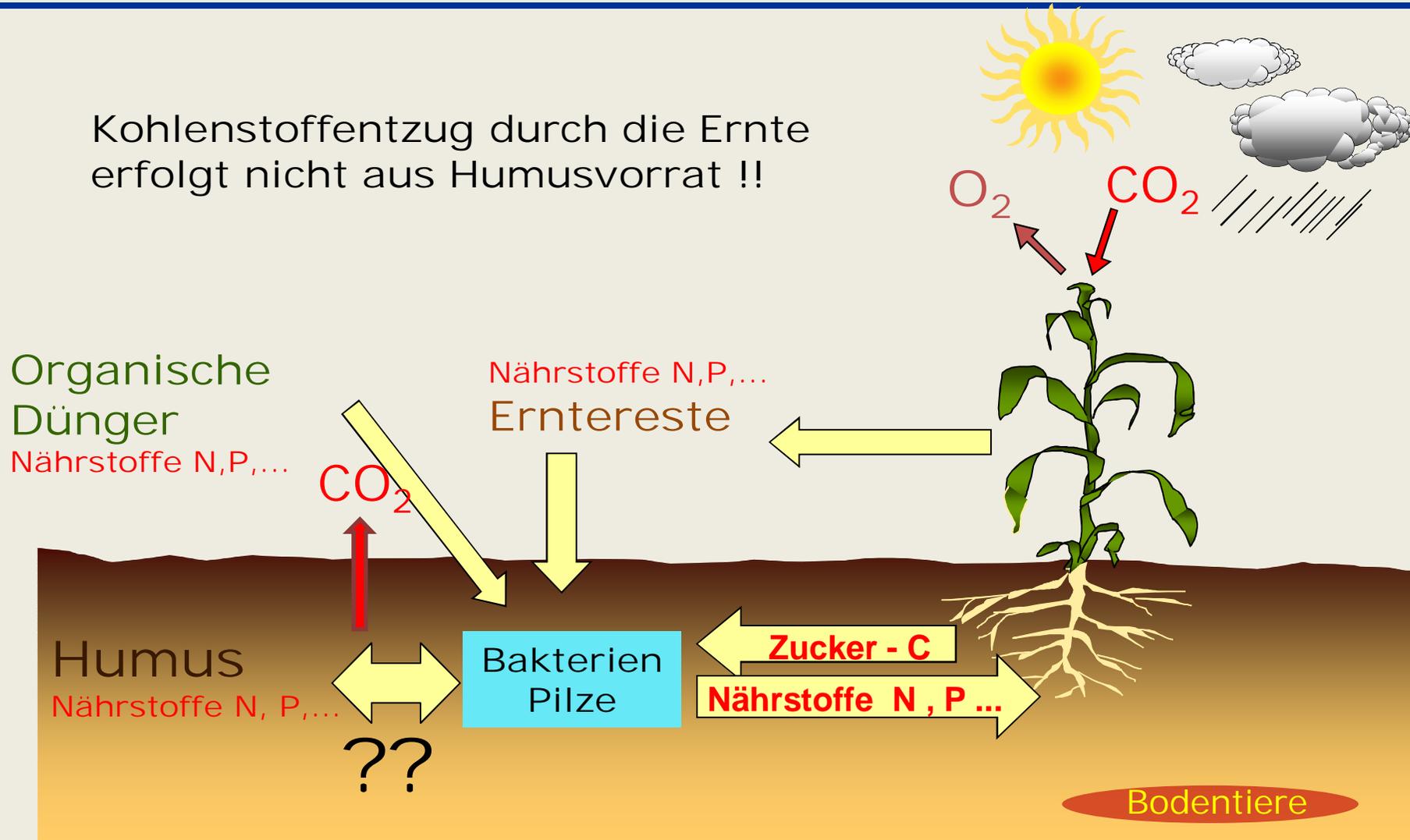
Mikroorganismen und die Bodenfruchtbarkeit

Rolle und Bedeutung der Mikroorganismen für die Bodenfruchtbarkeit

- 5.000.000.000 Mikroorganismen / g Boden = 18 GV/ha
10 000 verschiedene Mikroorganismenarten im Ackerboden!!!!
- Hohe Umsatzleistung – Wurzelbereich Rhizosphäreneffekt
- Abbau von Ernterückständen (Mineralisation),
pflanzenverfügbarer Stickstoff aus organischer Substanz,
Stickstofffixierung
- Hervorragende Anpassung an Umweltveränderungen,
grenzenlose Stoffwechselvielfalt durch breites Artenspektrum
(Pfungsthochwasser 1999, 2013).
- Verbesserung der Aggregatstabilität durch Lebendverbauung !

Humusbildung und Rhizosphärenereffekt

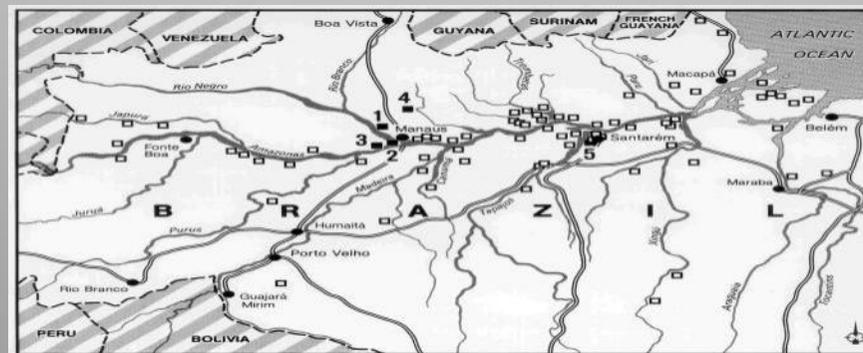
Kohlenstoffentzug durch die Ernte erfolgt nicht aus Humusvorrat !!



Terra Preta

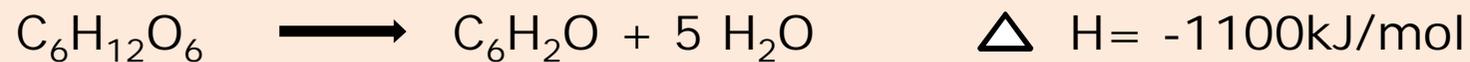
„Wunderboden“

- Südamerika-Amazonien
- 500-2000 Jahre alt
- 1-20 ha in der Nähe von Siedlungen
- 2 m Mächtigkeit, hoher Humusgehalt
- Anthropogener Ursprung, Tonscherben, Fischgräten, Exkrememente
- heute noch sehr hohe Bodenfruchtbarkeit
- Bis zu 50t Kohle/ha „Biokohle“



Was ist Biokohle?

- **Biokohle ist ein Sammelbegriff :**
 - Kohle nach der klassischen Pyrolyse 400-900°C
 - HTC-Kohle hydrothermale Carbonisierung in wässriger Lösung bei hohem Druck und <200°C
 - Terra Preta, Biochar (Biokohle), Black Carbon



Wozu Biokohle in der Landwirtschaft ?

Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit durch
Beimischung von Biokohle (Terra Preta)



Instrument zum Klimaschutz durch
langfristige Festlegung von CO₂

Bodenfruchtbarkeit und Biokohle

Keine Feldversuche,
Erfahrungen aus Gartenbau,
Topfversuche

Beimischung von Biokohle in
den Boden (1t-100 t Kohle /ha)

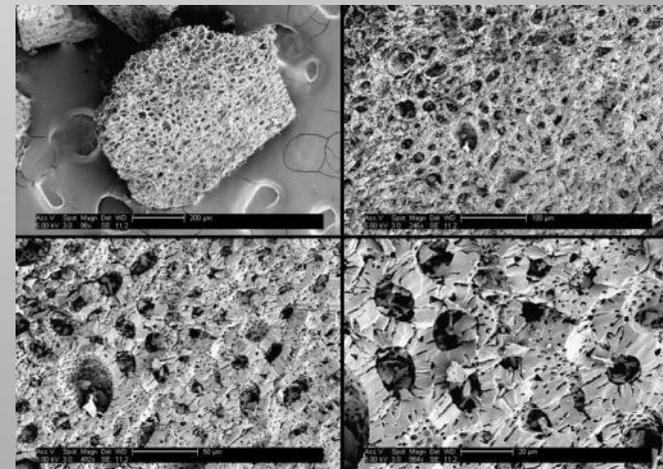


Pflanzenwurzel an Biokohle

Keine direkte Humus oder Düngerwirkung !!

Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit durch:

- erhöhte Wasserspeicherkapazität
(sandige Böden)
- verbesserte Nährstoffspeicherung
(Gülleausbringung)
- verbesserte Durchlüftung
(tonige Böden)



1 Gramm Kohle hat eine
Oberfläche von 150 m²

langfristige Humusmehrung

Biokohle in der Tierfütterung

Aktivkohle in der Medizin, Gartenbau

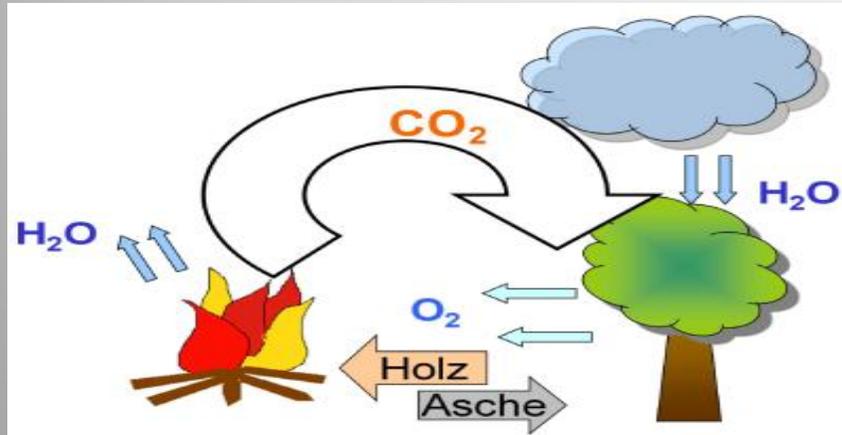
Kohle im Tierfutter (1-2% im Futter):

- Gesunde Tiere (Stallhygiene, Mykotoxinbindung)
- Ausgeschieden wird aktivierte Kohle
- langsame Anreicherung bei Ausbringung über viele Jahre

Es sind Fütterungsversuche mit Biokohle geplant und sollen im Biokohle-Projekt aufgenommen werden

Klimaschutz durch Biokohle

Fakten:



1kg Biokohle entzieht 3,6 kg CO₂

Biokohle ist über Jahrhunderte stabil

Biokohle reduziert N₂O-Emissionen
(Leibnitz-Institut Potsdam)

Bei mikrobiellem Abbau gehen nahezu 100 % des Kohlenstoffs als CO₂ in die Atmosphäre

Bei der Kompostierung gehen ca. 90 % des Kohlenstoffs als CO₂ verloren

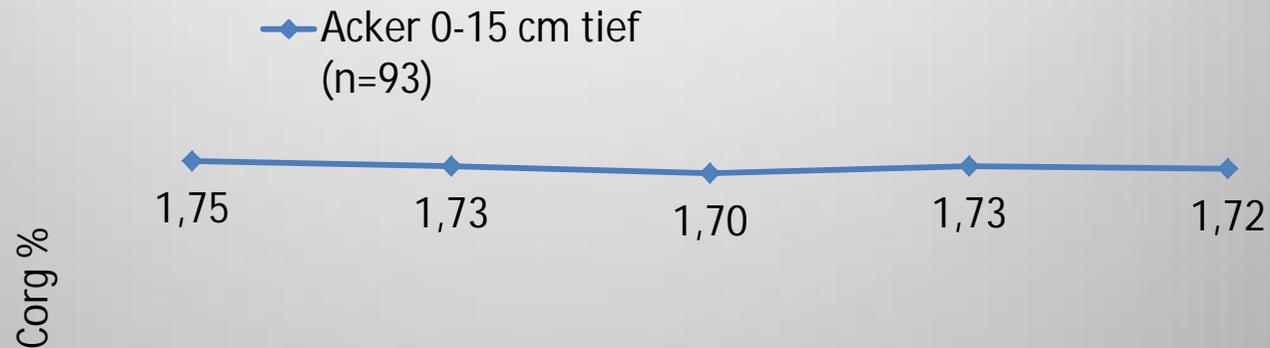
Durch Landnutzungsänderung Wald-Grasland zu Ackerland globale Humusverluste ca. 25% der Emission aus fossilen Brennstoffen → erhebliche Klimarelevanz

Bodendauerbeobachtung Bayern

Veränderungen im Humusgehalt von Ackerböden

In 25 Jahren:

Corg – 1,7%



Serie1	Serie2	Serie3	Serie4	Serie5
1986-1987	1989-1993	1996-1999	2005-2007	2012

CO₂-Rechenbeispiel

BDF-Projekt : C_{org}-Gehalt bayerischer Ackerböden:

1986-2012 nicht signifikante C_{org}-Abnahme von 1,75% auf 1,72%

➡ Bei 15cm Bodentiefe Bodengewicht 2100t/ha
Abnahme in 25 Jahren von 37t C_{org}/ha auf 36t C_{org}/ha

2 Mio. ha Ackerfläche in Bayern ➡ 2 Mio t C-Verlust/25 Jahren

80.000 t C-Verlust /Jahr im Ackerbau in Bayern

Kohle-Anlage 5000t Kohle/Jahr

Bei 70% C-Festlegung in der Anlage (50%-90%) 3500t C /Jahr

23 Anlagen kompensieren CO₂-Verluste im Ackerbau

Rohstoffe zur Biokohleerzeugung

Verwendbare Materialien: ca 10 Mio t aus Land und Forstwirtschaft stehen in Bayern theoretisch zur Verfügung

0,5 Mio. t Kartoffel und Rübenkraut

200.000 t Biotop und Landschaftspflege

500.000 t Bioabfall und (Klärschlamm)

5-10 Mio m³ Biogasgärreste !!

Biogasgärreste

Ist-Situation:

- Jährlich 13,5 Mio. m³ in Bayern; Menge steigend
- Hoher Nährstoffgehalt, Eignung als org. Dünger
- gesteigerter Ammoniumgehalt
- Separierung fest flüssig



Fragen – Probleme:

- Verschiedene Gärreste (Nährstoffe schwanken)
- Hygienisierung (mesophile Anlagen)
- Anreicherung potentieller Schadstoffe
- C –Armut (Energiearmut) – Humuswirkung-Bodenstruktur

Risiken des Anbausystems

- Humusverlust durch Nutzungsänderung (Grünland zu Acker)
- Humusverlust durch veränderte Fruchtfolge (höherer Maisanteil)
- Humusverlust bei fehlender Rückführung von Gärsubstrat (zu große Entfernung zur Biogasanlage)
- Boden- und Humusverlust durch verstärkte Erosion (Maisanbau ohne wirksamen Erosionsschutz)
- Bodenverdichtung durch Ernteverfahren mit hoher Überrollhäufigkeit, mit zu hohen Reifennendrücken (1 bar), auf zu feuchten Böden.



Aktivierung der Kohle

Grund: Gefahr eines Nährstoffentzuges im Boden

Möglichkeiten der Nährstoffanreicherung in der Praxis:

- Beimischung zum Kompost
- Zugabe zum Mineraldünger
- Zugabe zur Gülle (Ammoniakverluste werden reduziert)
- Zugabe zu Biogasgärresten

Vorbehandlung der Kohle – mikrobieller Abbau von Hemmstoffen

Vorsicht: Geschäftemacher und Scharlatane

Geheimformel der Aktivierung, Spezialkohle, Wunderkohle (teuer!!)

Aufbereitung mit Mikroorganismen, Effektive Mikroorganismen EM

Effektive Mikroorganismen

1970 Japaner Prof. Terno Higa

ca. 80 verschiedene Mikroorganismen:
Milchsäurebakterien, Hefen, Aspergillus
Auswahl der weltweit besten !!??

Einsatzgebiete:

Wasser und Abfallbehandlung, Gülle, Silagen,
Pflanzenschutz, Bodenfruchtbarkeit, Medizin, Biokohle!!

Wissenschaftlich sind EM nicht anerkannt, Beweise fehlen (Melasseeffekt)
Kein Patent !!

Beispiel Bodenzusatz: bei angegebener Impfmenge:
1 EM auf 4 000 000 000 angepasste Bodenbakterien !!!!!
(Kompoststarterkulturen)

Dominanzprinzip: Verdrängung der bayerischen Bodenbakterien!!!

Mehrkosten trägt der Landwirt

Rechtliche Lage §§§

Unklare, schwierige Zuordnung der Biokohle:
Düngemittel-Bodenhilfsstoff
Düngemittelverordnung-Bodenschutzgesetz

Kultursubstrate, Pflanzenhilfsmittel ??

Schadstoffgehalte (PAK, Schwermetalle)
verschiedene Nachweisverfahren

Mögliche Probleme und Risiken einer großflächigen Biokohleausbringung

Biokohle ist nicht gleich Biokohle
(Verfahren und Ausgangsmaterial)

Forschung und Entwicklung in der Prozesstechnik
Keine langjährigen Feldversuche



Toxische Wirkung von PAK's in der Kohle

Schwermetalle (Rinde (Blei,Chrom,Nickel,Kupfer); Klärschlamm)

langfristige Festlegung pflanzenverfügbarer Nährstoffe

Stabilität der Kohlen unbekannt, mikrobiologischer Abbau

Staunässe bei feuchten Böden

Biokohle-Forschungsprojekt Bayern 2013-2016

„Wirkung karbonisierter, organischer Reststoffe
auf die Bodenfruchtbarkeit“

Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz

Biokohle-Forschungsprojekt Bayern

- **Laborversuche:**

Chemisch , physikalische Eigenschaften der Kohle

Verschiedenes Ausgangsmaterial, verschiedene Böden

Pyrolyse-HTC Verfahren, Temperaturvarianz

Aktivierung (Gülle, Gärrest, Kompost, Mineraldünger)

- **Feldversuch:**

7 Varianten (5 in 2013; 2 in 2014-Laborversuche, HTC)

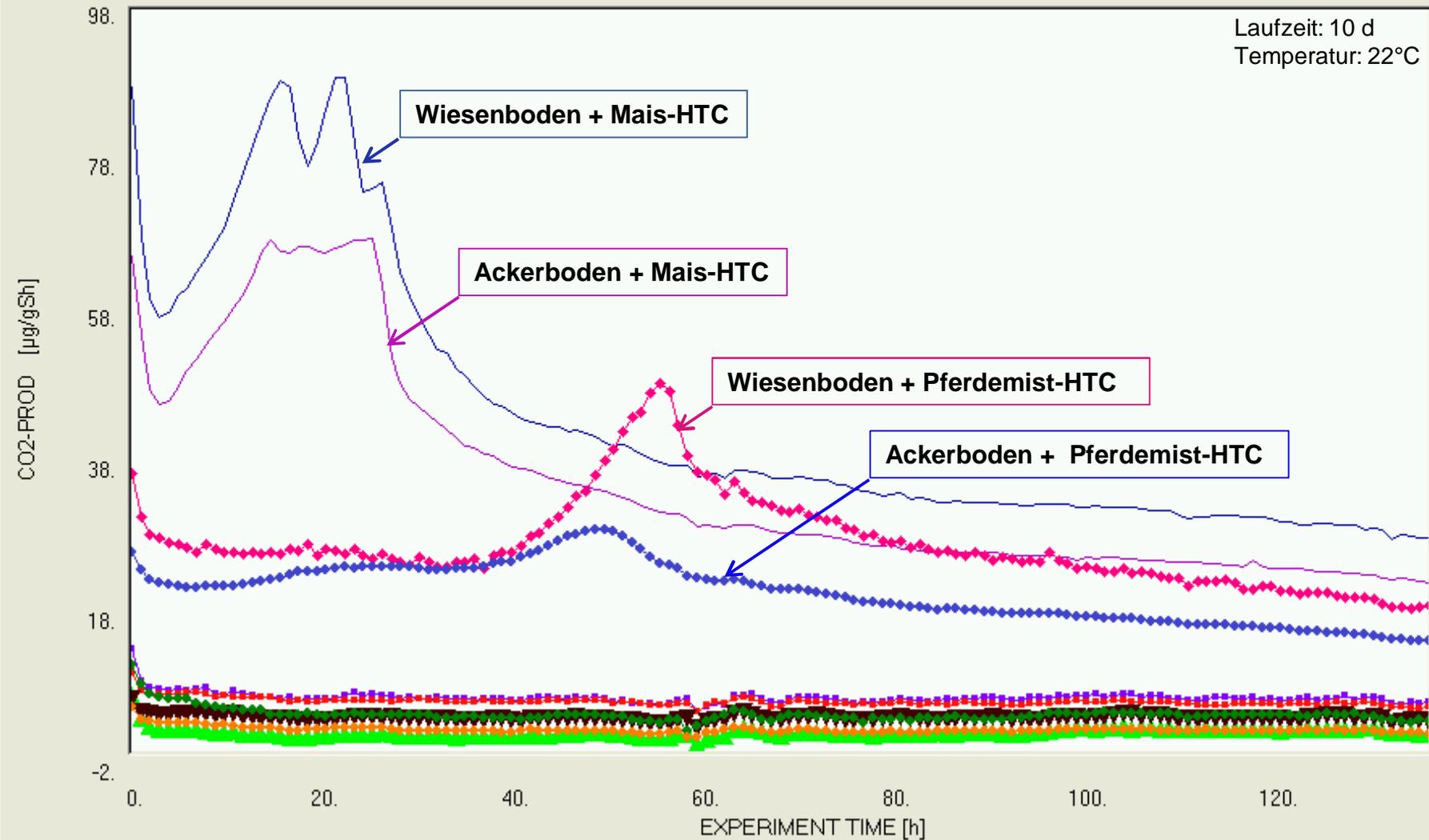
Lateinisches Rechteck, 4 Wiederholungen, 50 qm -Parzellen

3 Standorte (Ochsenfurt, Arberg, Puch) sandig-trocken

Standorttypische Fruchtfolge und Bewirtschaftung

Untersuchungen: Ertrag, Humus, Bodenphysik, Mikrobiologie

Langzeitversuch Biokohle



◆ Wiesenboden + 3% Holzkohle
◆ Ackerboden + 3% Holzkohle

■ Wiesenboden + 3% Buchenholzkohle
■ Ackerboden + 3% Buchenholzkohle

▲ Wiesenboden
▼ Ackerboden

Feldversuch Biokohle

- 1 Kontrolle (mit Nährstoffausgleich)
- 2 Pflanzenkohle 20t/ha nicht aktiviert
- 3 Pflanzenkohle 20t/ha aktiviert
- 4 Pflanzenkohle 60t/ha (1/3 aktiviert)
- 5 Pflanzenkohle 5t/ha aktiviert
- 6 Minimal Buchenholzkohle 160kg/ha
- 7 HTC aktiviert 20t/ha

Anlage im Herbst 2013/2014

Einarbeitung ca. 10cm

Ermittlung der Nährstoffgehalte der Kohlen

Bodenprobenahme Mitte März 2014



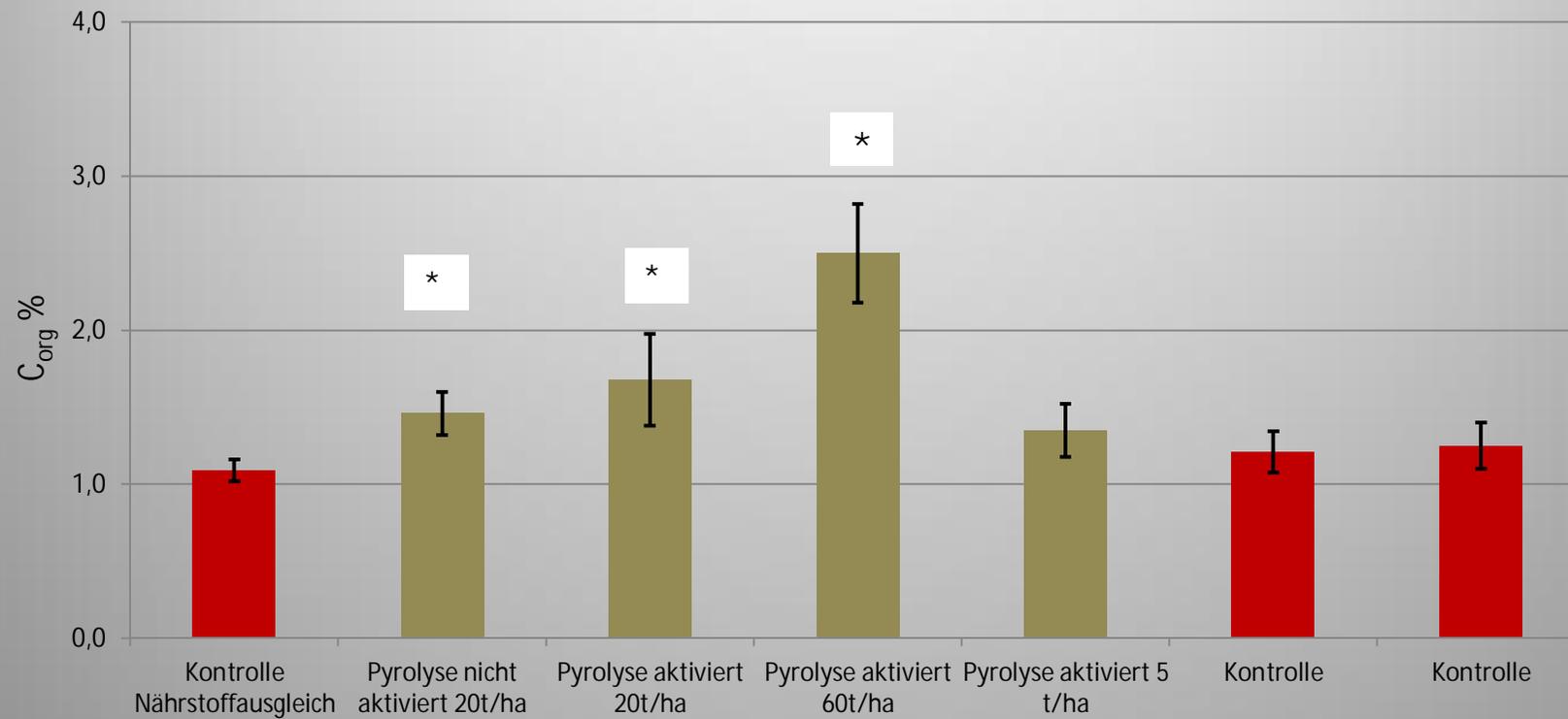




ptV 515 carbonisierte Reststoffe, Ochsenfurt, Luftbild aus Google

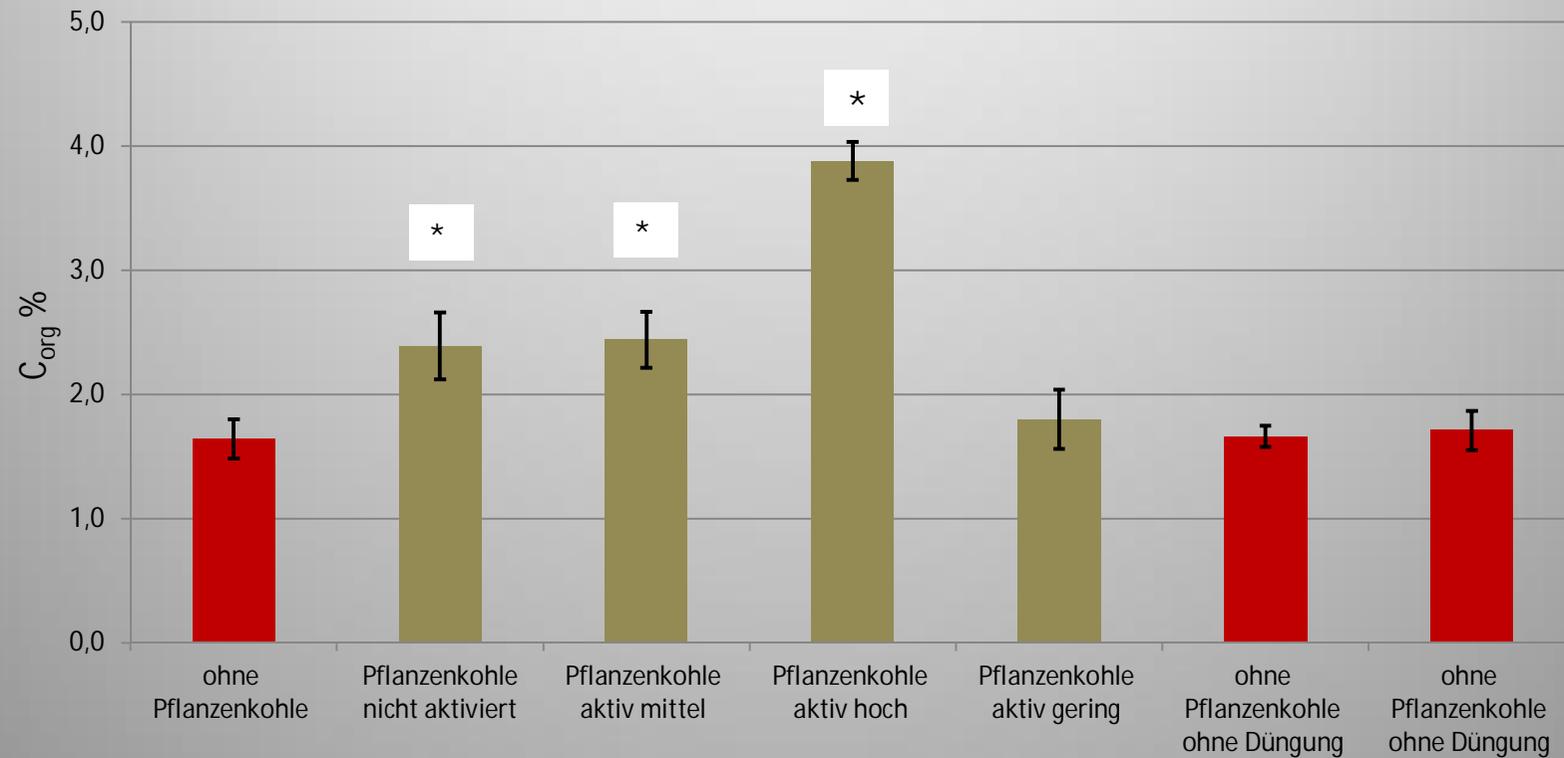


Mittelwerte des organischen Kohlenstoffs in Ochsenfurt mit Standardabweichung



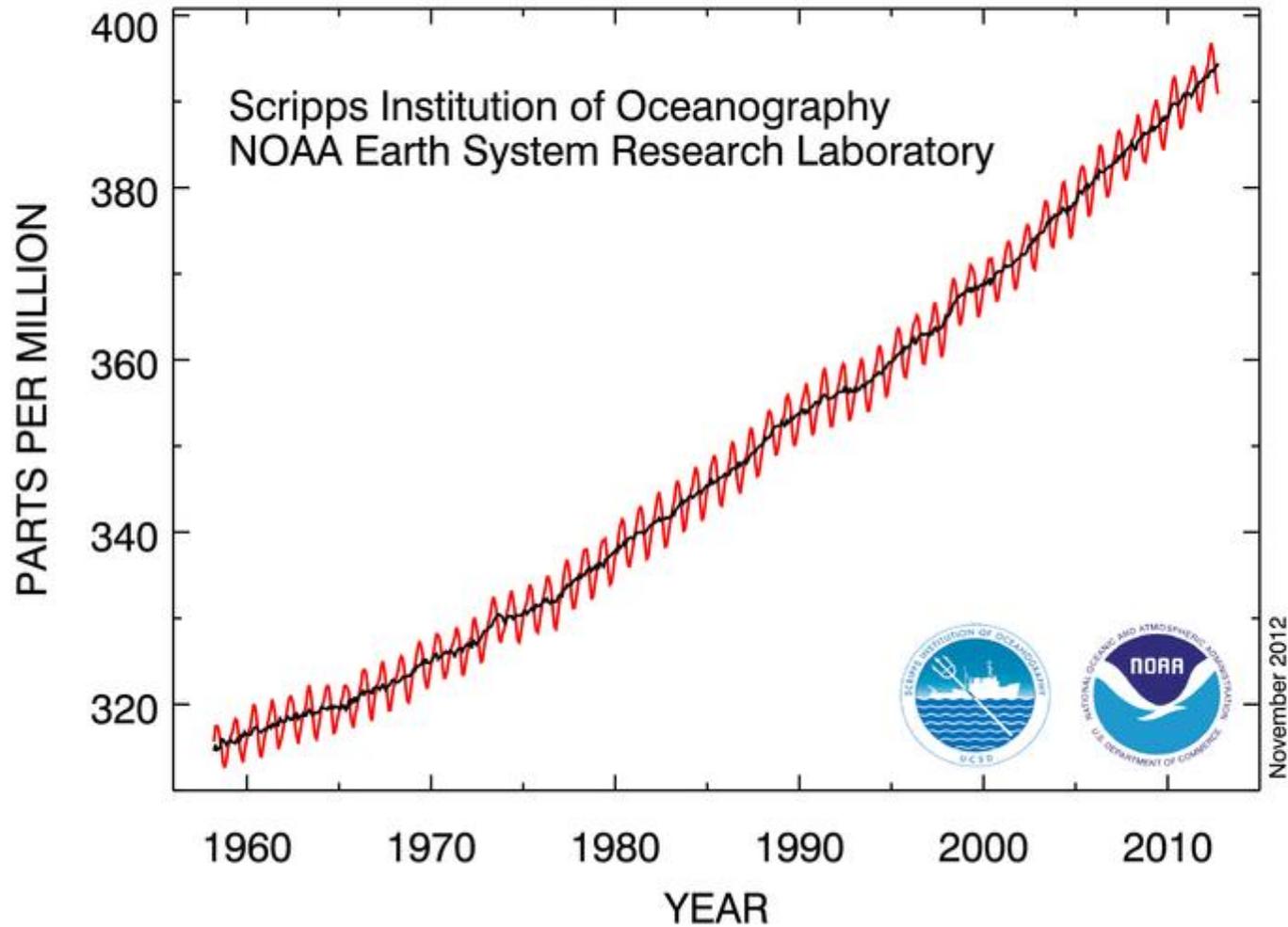
* = signifikanter Unterschied zur Kontrolle (ohne Pflanzenkohle)

Mittelwerte des organischen Kohlenstoffs in Großlellenfeld mit Standardabweichung



* = signifikanter Unterschied zur Kontrolle (ohne Pflanzenkohle)

Atmospheric CO₂ at Mauna Loa Observatory



CO₂ Zertifikatehandel

Idee zum Schutz der Umwelt (grüne Punkt)

CO₂ Einsparung durch Klimaspenden - CO₂-Rechner

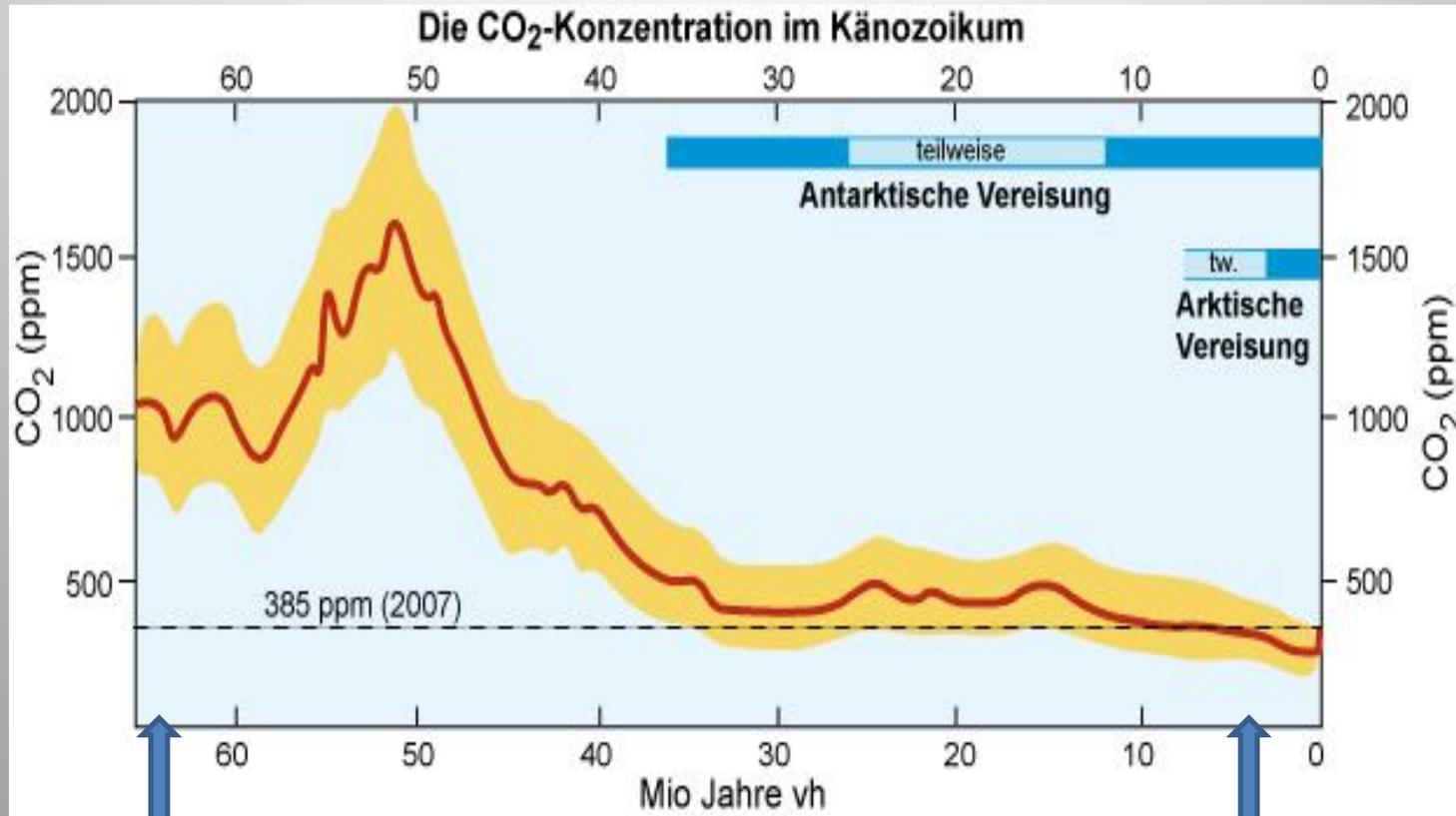
Weltweite Projekte zur CO₂ –Einsparung:

- Müllwiederverwertung
- Aufforstung
- Solarherde
- Biodiesel aus Altöl
- Biogas-Pflanzen

CO₂ neutrales reisen, wohnen, arbeiten

15-30€ / Tonne Kohlenstoff

Atmosphärische CO₂ – Konzentrationen in der Erdneuzeit



Aussterben der Saurier
Säugetiere kommen auf

Der erste Mensch

NASA Goddard Institute for Space Studies



Vielen Dank



Entwicklung der Humusgehalte in Bayern von 2001 bis 2012

Bezirk	Betriebe Anzahl	Teilflächen Anzahl	Proben Anzahl	Corg			Nt		
				Mittelwert %	Spannweite %	Differenzen der Mittelwerte 2001 zu 2012 %	Mittelwert %	Spannweite %	Differenzen der Mittelwerte 2001 zu 2012 %
Unterfranken	21	105	630	1,51	0,82-2,50	+1,6	0,165	0,088-0,287	+4,8
Mittelfranken	21	105	630	1,59	0,62-2,57	-0,5	0,159	0,051-0,261	+0,5
Oberfranken	22	110	660	2,03	1,07-3,68	-2,0	0,193	0,101-0,311	-0,1
Niederbayern	18	90	540	1,33	0,66-2,50	+3,9	0,144	0,068-0,241	+5,8
Oberbayern-Nord	20	100	600	1,41	0,74-2,96	+1,7	0,150	0,075-0,344	+1,6
Oberbayern-Süd	17	85	510	2,36	1,32-7,15	-1,8	0,241	0,137-0,701	-2,9
Oberpfalz	15	75	450	1,61	0,95-2,59	-2,8	0,158	0,105-0,230	-4,6
Schwaben	16	80	480	1,53	0,98-2,85	+6,4	0,161	0,112-0,300	+4,9
Mittelwert aller Bezirke	150	750	4500	1,67		+0,8	0,171		+1,3

