



Universität für Bodenkultur, Wien

CCUS-Aktivitäten des Instituts für Verfahrens- und Energietechnik (BOKU)

Teil 2: Biomasse-Karbonisierung und Pflanzenkohle

Gerhard Soja

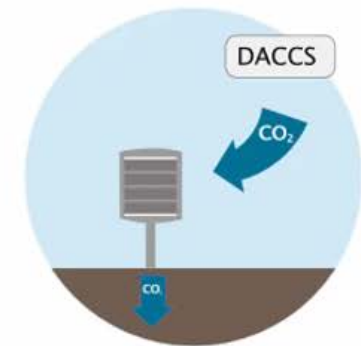
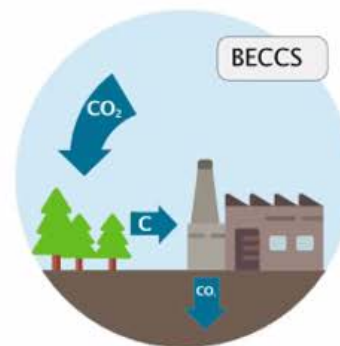
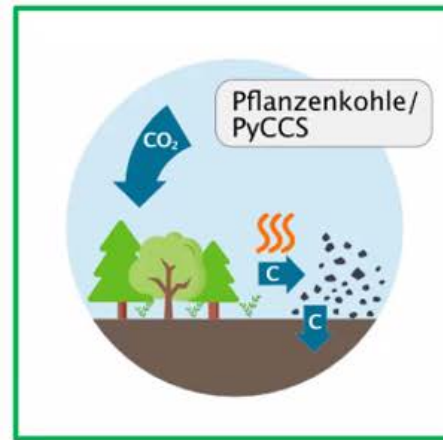
Institute of Chemical and Energy Engineering / IVET

gerhard.soja@boku.ac.at

<https://boku.ac.at/en/map/ivet>



Bekämpfung des Klimawandels: 6 Optionen für Negativ-Emissionen (Carbon Dioxide Removals, CDR), die aktuell als aussichtsreich für die Reduktion des atmosphärischen CO₂ gelten



© Grafik EBI, basierend auf MCC

BECCS = bioenergy carbon capture and storage

DACCS = direct air capture and carbon storage

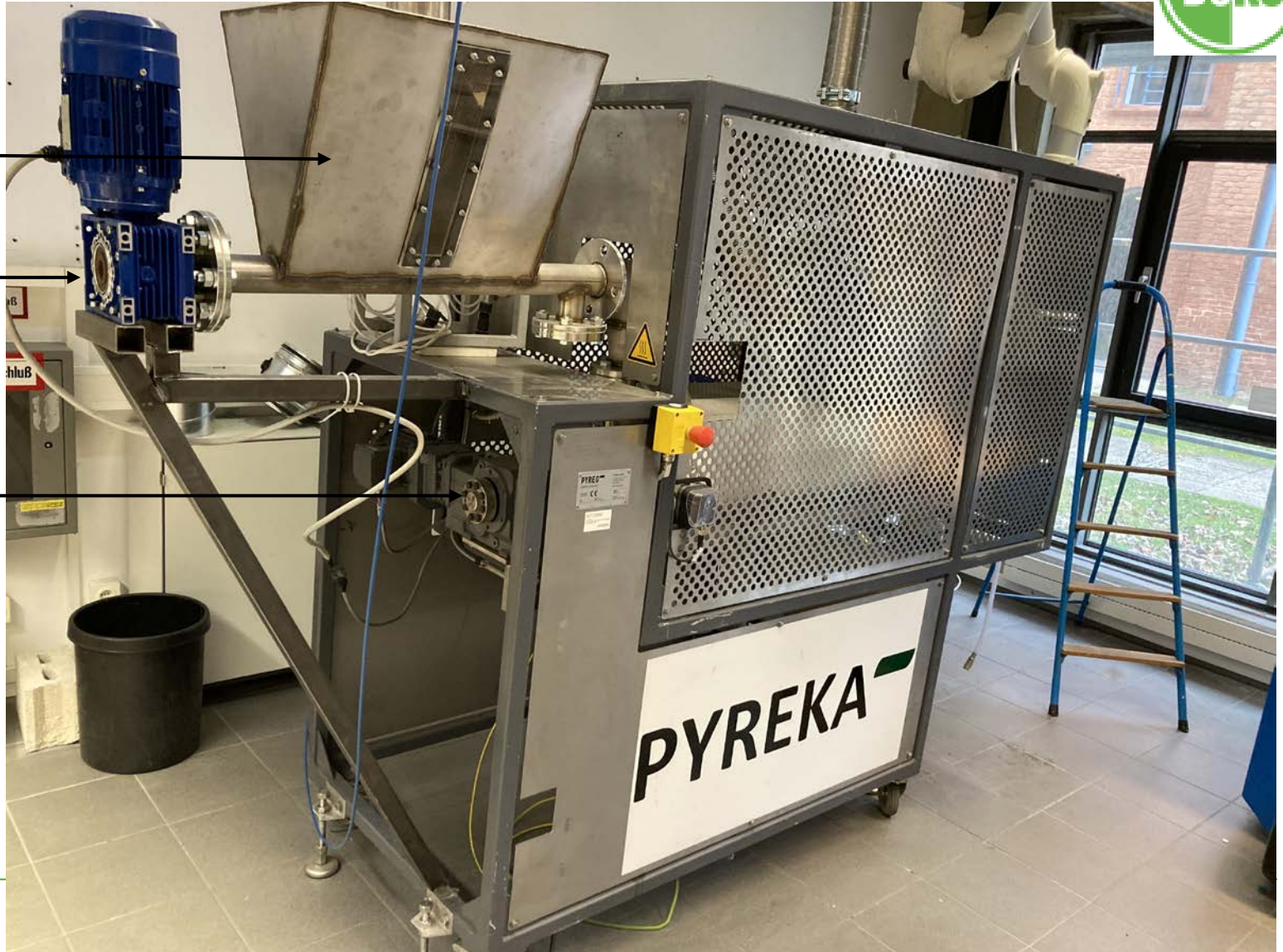
Pyrolyse-Ausrüstung an der BOKU



Biomasse-
Vorratsbehälter

Probeneintrags-
Antrieb

Schraubenreaktor-
Antrieb



Pyrolyse-Ausrüstung an der BOKU (contd.)



Abluftgebläse

Lanze für Propan als Brenngas

Brennkammer für flüchtige Produkte

Sammelbehälter für feste Produkte (Biokohle)

Reaktor Vorderansicht

Pflanzenkohle – das „eierlegende Wollmilchschwein“?



Wirkungen von Pflanzenkohle:

- Langfristige **Kohlenstoffspeicherung** im Boden (C-sequestration)
 - 1 kg Pflanzenkohle bindet ca. 2,5-3 kg CO₂ (ohne indirekte Effekte) + ersetzt ca. 1,5 kg CO₂ aus fossilen Brennstoffen bei Nutzung der flüchtigen Substanzen
- **Reduktion der N₂O-Emissionen** aus dem Boden
- **Reduktion der Nitrat-Auswaschung**
- Verbesserung physikalisch/chemischer Bodeneigenschaften (pH-Anhebung saurer Böden) und des Boden-Wasserhaushalts (**Erhöhung der Wasserhalte-Kapazität**)
- **Immobilisierung** von Schadstoffen
- Förderung des **Bodenlebens**
- Förderung des **Pflanzenwachstums** (wenn Biochar als Carrier für Nährstoffe verwendet wird; Kombination mit Kompost oder Gülle erforderlich, um das C/N-Verhältnis nicht zu sehr zu verschieben)
- IPCC erwähnt Biochar im 1.5 ° C-Bericht explizit als „**negative emission technology**“
- Zu beachten: **Zertifizierte Qualität** von Biokohle für landwirtschaftliche Anwendungen erforderlich (ÖNORM S 2211 bzw. EBC = European Biochar Certificate)

Kohlenstoff-Sequestrierung mit Pflanzenkohle



Massenflüsse C-Flüsse

1 t
Bio-
char

=

0,79 t C
in
Biochar

Pflanzenkohle =
langfristig gebundener
Kohlenstoff

Pyrolyse

Pyrolyse

Pyrolyse

3 t Holz
(ca. 1,5 t C)

1,1 t
Pyro-
oil

=

0,49 t C
in Pyro-
oil

Flüchtige Produkte –
können energetisch
(Wärme oder Strom)
oder stofflich (Pyrolyse-
Öl) genutzt werden

0,67 t
Pyro-
gas

=

0,22 t
C
in
Pyro-
gas

CO₂-Kompensation mit Pflanzenkohle?



Durchschnittlicher jährlicher CO₂-Fußabdruck pro Person
in Österreich (2019):



9,0 t CO_{2-e}

Erforderliche Pflanzenkohle zur Kompensation:

$x = 9,0 / (\text{C-Konzentration} * \text{molares Verhältnis} * \text{Verluste bei Transport und Verarbeitung})$

$x = 9,0 / (0,79 * 3,67 * 0,92)$

$x = 3,37$

3,4 t Pflanzenkohle

→ Erfordert etwa 10 t TM Biomasse pro Person!

9 Mio. Einwohner in Österreich – würden etwa 30 mio. t Pflanzenkohle benötigen
(Europ. Produktion 2023: ca. 50.000 t Pflanzenkohle)

CO₂-Kompensation mit Pflanzenkohle?



Durchschnittlicher jährlicher CO₂-Fußabdruck pro Person
in Österreich (2019):



9,0 t CO_{2-e}

Und die Kosten?

€ 1000 bis € 4500,- wenn die Kompensation auf
einer CDR-Plattform gekauft wird, z.B.

<https://puro.earth/>

Erforderliche Pflanzenkohle zur Kompensation:

$x = 9,0 / (\text{C-Konzentration} * \text{molares Verhältnis} * \text{Verluste bei Transport und Verarbeitung})$

$x = 9,0 / (0,79 * 3,67 * 0,92)$

$x = 3,37$

3,4 t

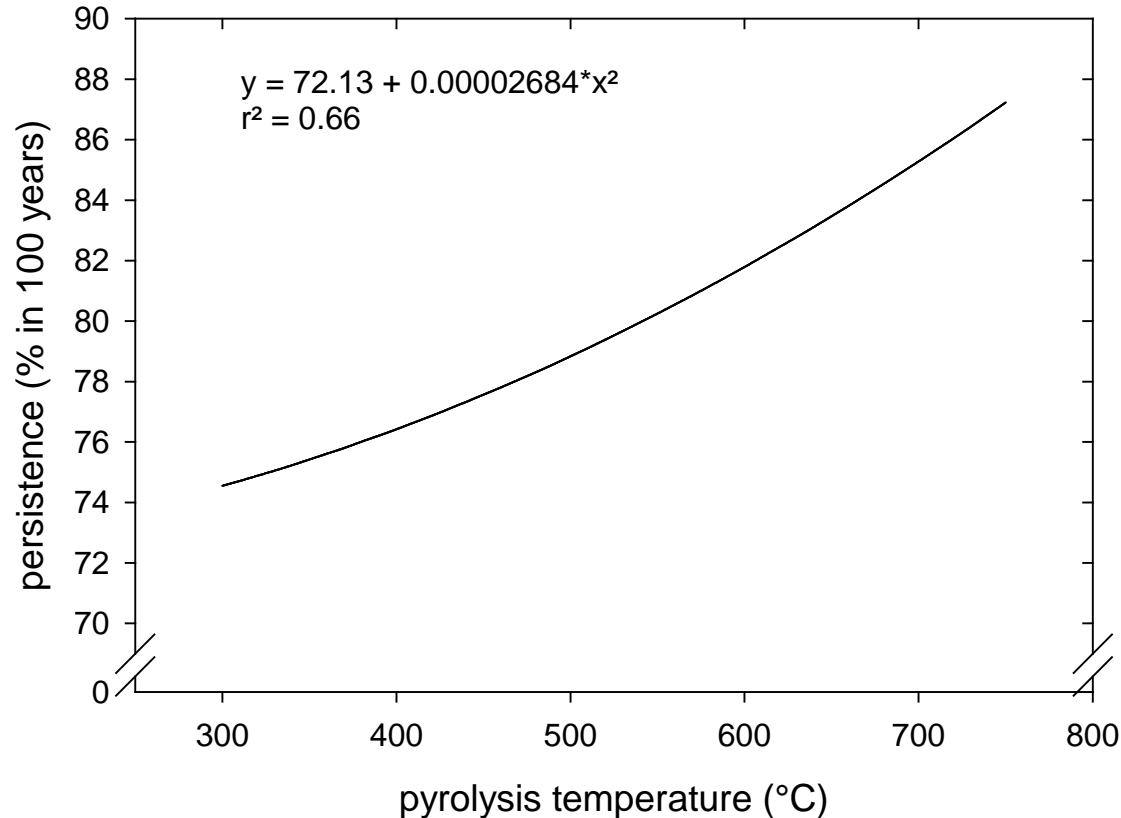
Pflanzenkohle

€ 1700,- bis € 3400,- für EBC-
zertifizierte Pflanzenkohle

Erfordert etwa 10 t TM Biomasse pro Person!

9 Mio. Einwohner in Österreich – würden etwa 30 mio. t Pflanzenkohle benötigen
(Europ. Produktion 2023: ca. 50.000 t Pflanzenkohle)

Wieviel C bleibt von der Pflanzenkohle nach 100 Jahren im Boden? Zuerst eine Angelegenheit der Pyrolyse-Temperatur

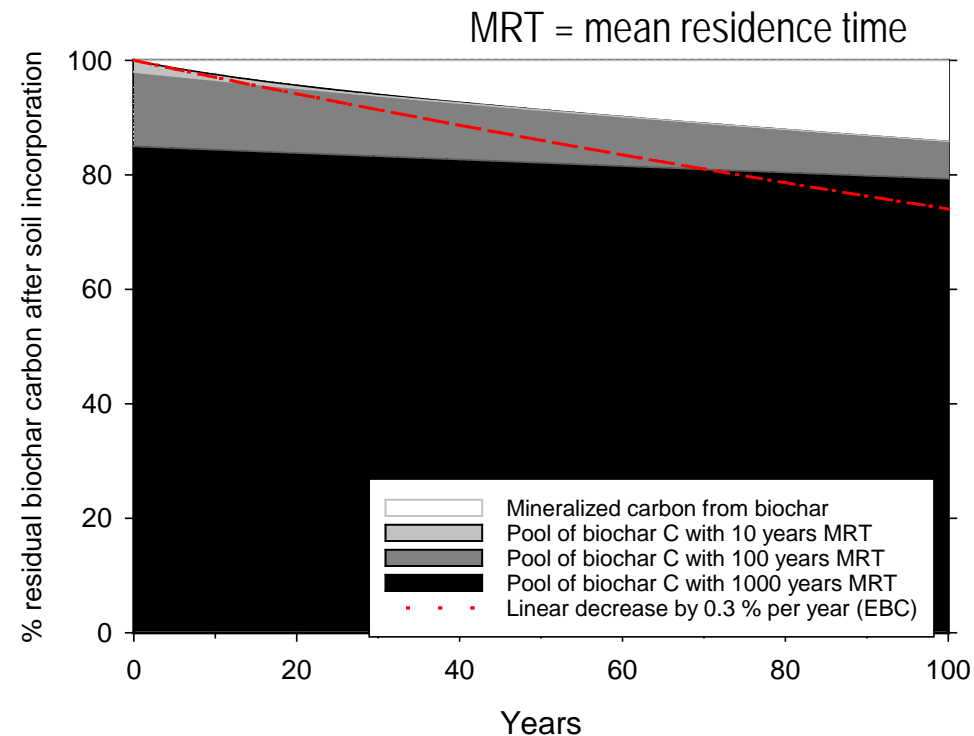
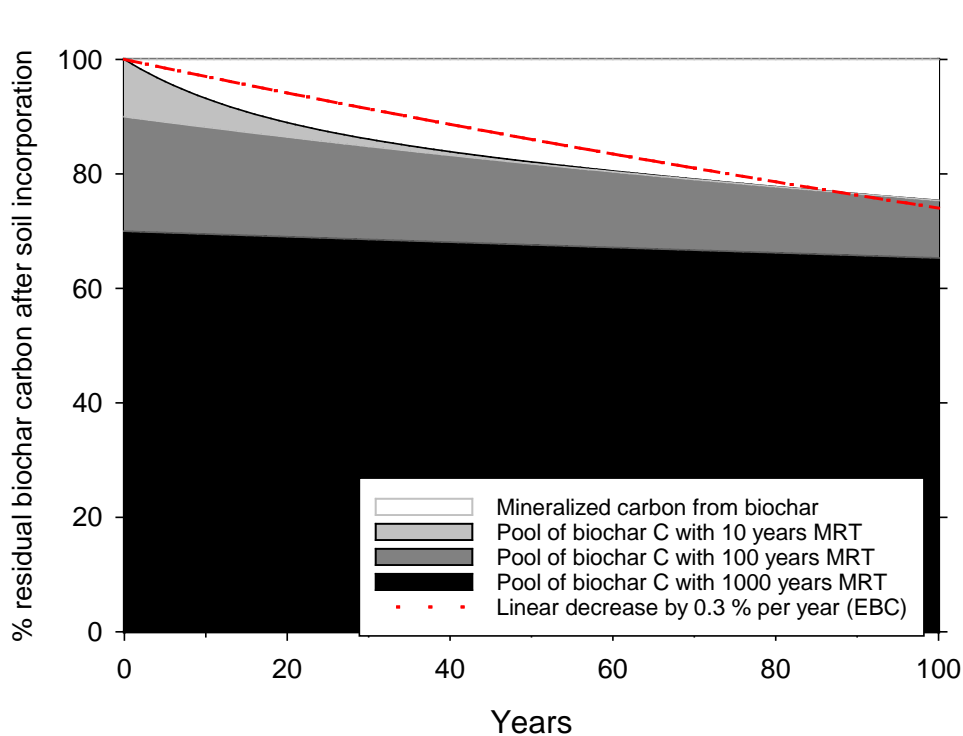


(abgeleitet von IPCC-Daten des H/C_{org} -Verhältnisses gegen C-Persistenz)

Wieviel C bleibt von der Pflanzenkohle nach 100 Jahren im Boden? Auch eine Angelegenheit der Art von Biomasse



EBC nimmt an: 0.3 % C-Verlust pro Jahr (lineare Abnahme)



„Konservative“ Annahme:
Signifikante Poolgröße des labilen Pools, z.B. bei Pflanzenkohle aus Stroh
Ist Basis der EBC-Schätzung

„Optimistische“ Annahme:
Kleine Poolgröße des labilen Pools, z.B. bei Pflanzenkohle aus Holz
EBC unterschätzt den restlichen Kohlenstoff



Aktuelle Biokohle-Projekte am IVET der BOKU

- **NutriCoal** – Pyrolyse von Schlachthaus-Reststoffen zum Nährstoff-Recycling von Phosphor und Stickstoff
- **AbwasserKreislauf** – Nährstoff-Recycling durch Karbonisierung von Trenntoiletten-Reststoffen
- **EOM4SOIL** – externe organische Materialien wie z.B. Biokohle zur Kohlenstoff-Anreicherung im Boden
- **EKLAR** – Klärschlamm-Karbonisierung zum Recycling von Nährstoffen und Kohlenstoff



Forschungsbedarf zur effizienteren CCUS mit Karbonisierungs-Technologien

- „Restbiomassen-Börse“ - konsequente Erhebung, Quantifizierung und Sammlung anderwärtig nicht stofflich genutzter Restbiomassen aus Land-/Forstwirtschaft und Lebensmittelverarbeitung
- Informationsverbreitung über die **CDR-Potentiale** von **nachhaltig hergestellten Karbonisaten** und ihre Vermarktung über Handelsplattformen
- Anpassung des **gesetzlichen Rahmens** für den Einsatz von Karbonisaten in Land-/Forstwirtschaft und Bauwirtschaft an den Stand der Wissenschaft
- **Verwendungszweck-spezifische Entwicklung** von Karbonisaten (anstatt allin1-Kohlen)

**MIT DEM ALTEN KÖHLERGRUß FÜR EINE
NACHHALTIGE CDR UND GEGEN DEN
KLIMAWANDEL:
„GUT BRAND“**

gerhard.soja@boku.ac.at

www.oebika.com

