



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,
Bildung und Forschung WBF

Agroscope

Zukünftige Herausforderungen für Böden und Beitrag der Pflanzenkohle zu deren Bewältigung

Nikolas Hagemann, et al.

Pflanzenkohle-Fachtagung 2023, 16. Juni 2023



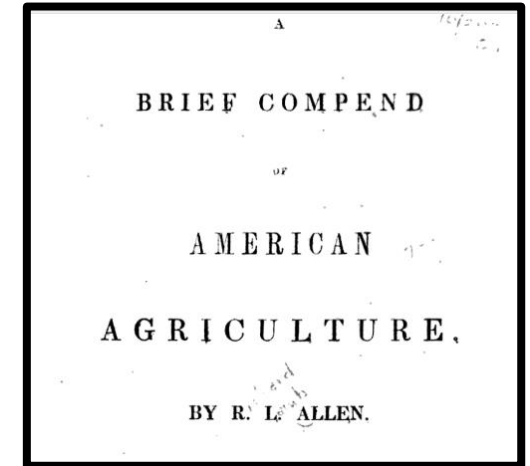
Warum Pflanzenkohle in Erwägung ziehen?

- Pflanzen-/Holzkohle ist die älteste Chemikalie der Menschheit



Ötzi's Tattoos

- Pflanzen-/Holzkohle wird traditionell in praktisch allen Teilen der Welt landwirtschaftlich eingesetzt



Landwirtschaftliches Lehrbuch, USA, 1847

- Pyrogener Kohlenstoff ist natürlicher Bestandteil des Bodenkohlenstoffs

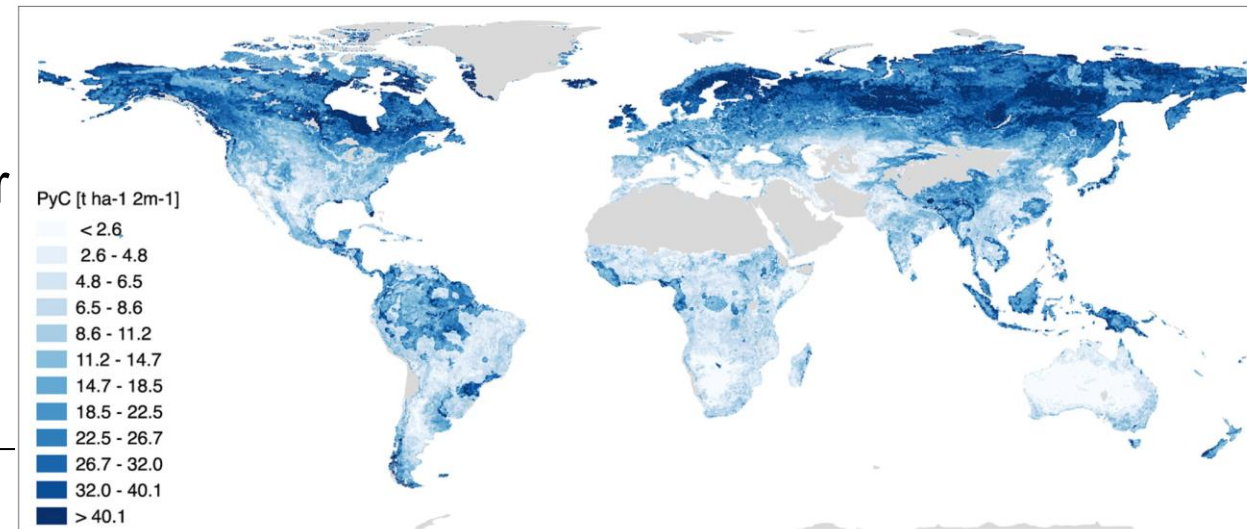


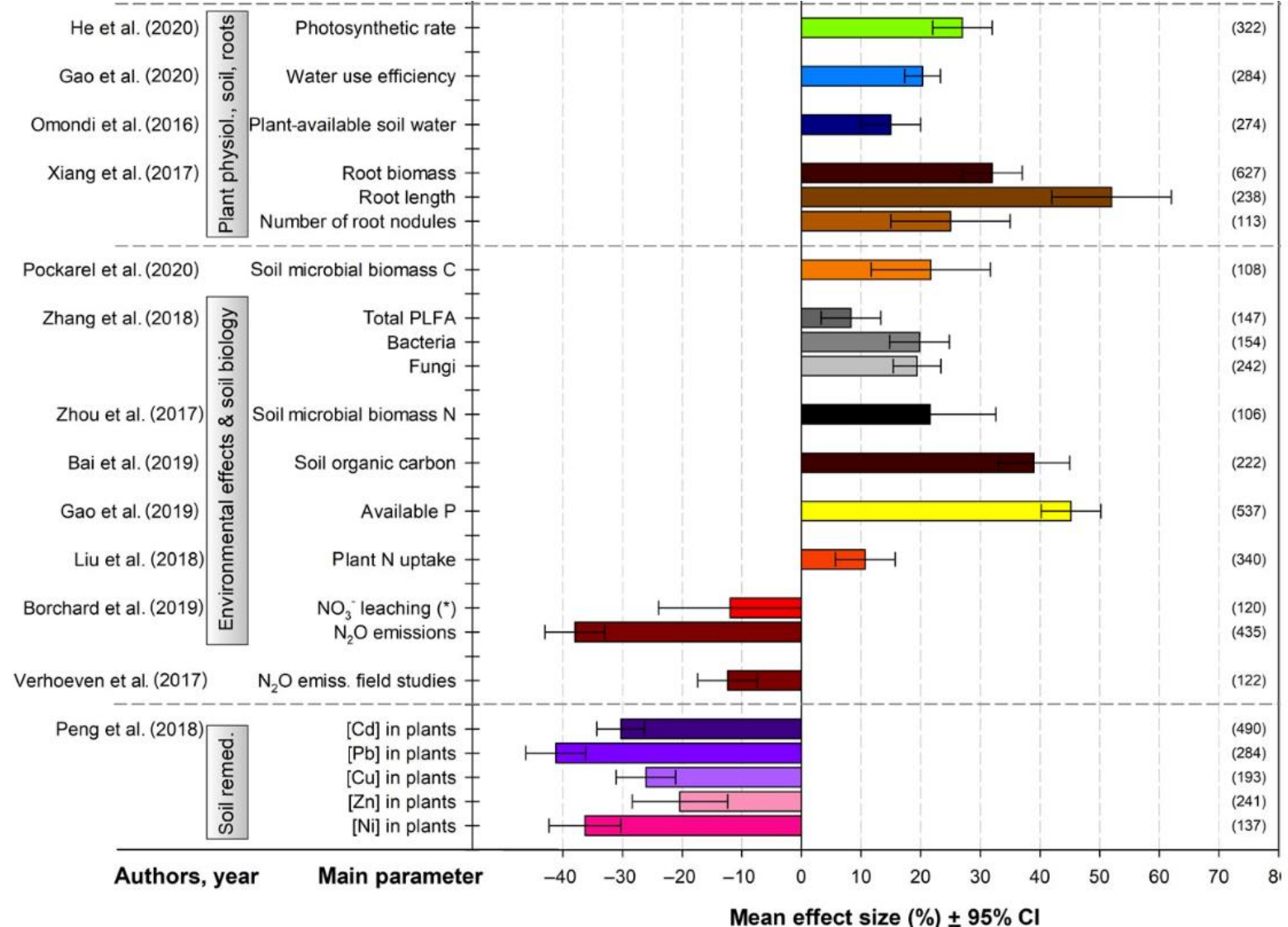
FIGURE 10 | Global predicted PyC stocks as $t\ ha^{-1}$ for the first 2 m soil depth. Explained variance by the used linear model is 33%. BDD and total SOC content from the global dataset were used to calculate the stocks from the PyC content in SOC data. Land mass is colored in gray.



Pflanzenkohle-Anwendung hat Potential

Pflanzenkohle in der Landwirtschaft kann:

- Pflanzenwachstum stimulieren
- Wasser- und Nährstoffversorgung verbessern
- Bodenbiologie stimulieren
- Umweltauswirkungen verringern

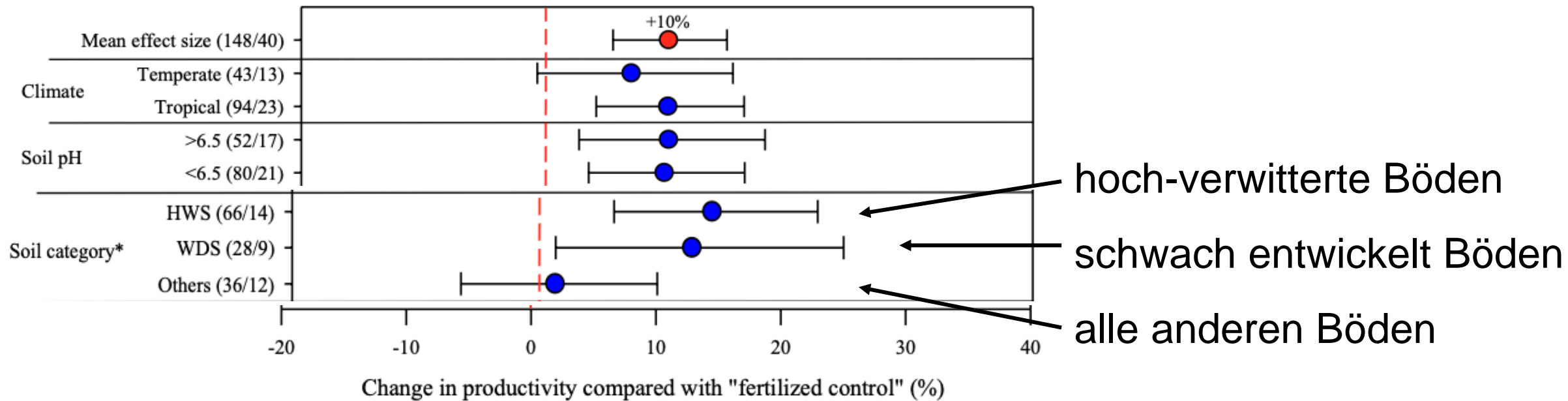


Übersicht von Meta-Analysen:
 (1 Balken = 106 – 627 paarweise Vergleiche)



Wirtschaftlich sinnvoller Pflanzenkohle-Einsatz: kein "No-Brainer"

Pflanzenkohle-basierte Düngung
vs. gedüngter Kontrolle (Meta-Analyse):

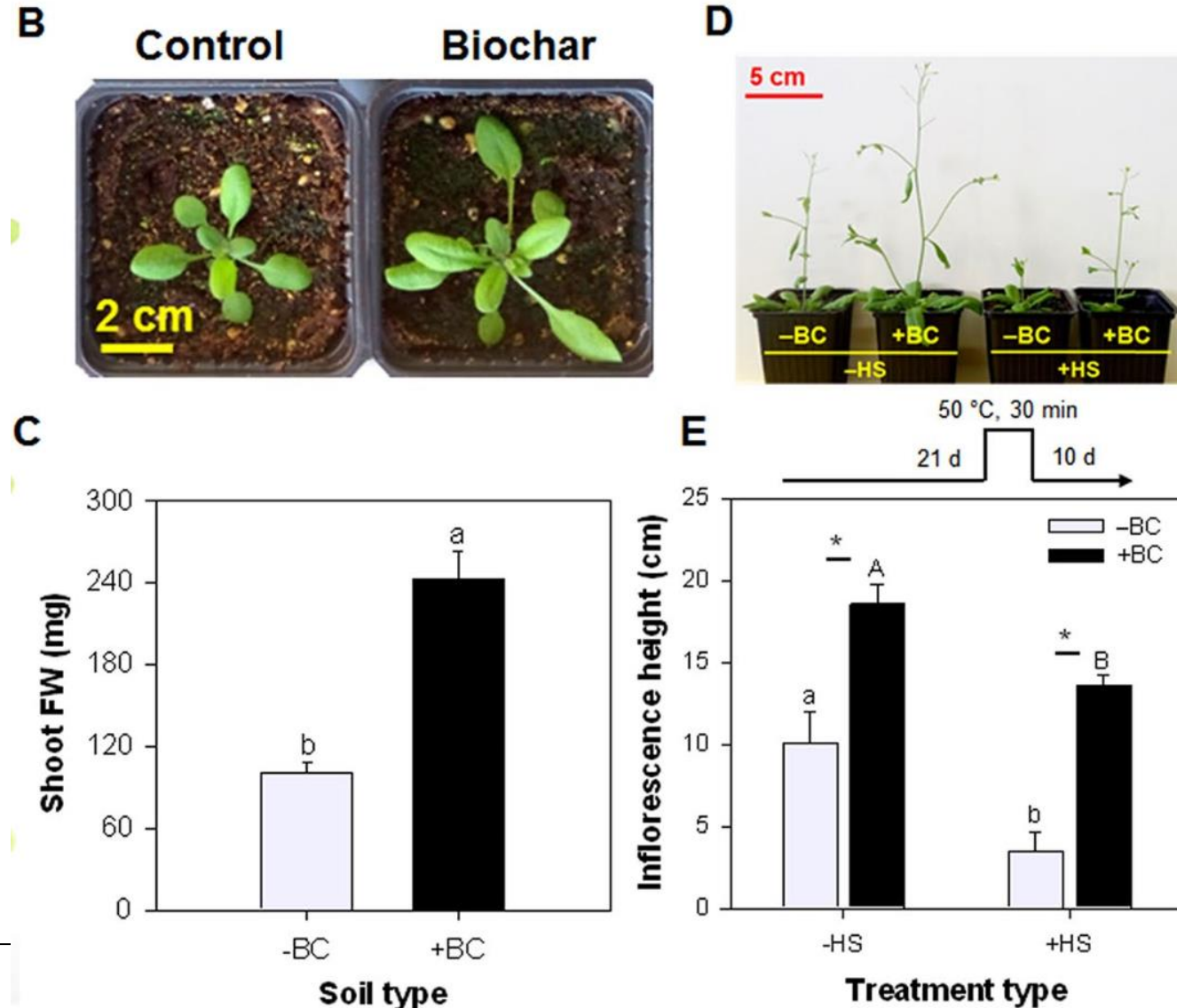


- **Hitze**
- **Trockenheit und Starkniederschläge**
- **Nährstoffrecycling und Minimierung von Schadstoffen und Risiken**



Pflanzenkohle kann Auswirkungen von Hitzestress reduzieren

- Pflanzenkohle beeinflusst die Biochemie der Pflanzen (hier: pyrolysiertes Hofdünger in *Arabidopsis thaliana*)
- gezielte Versuche mit hitzeempfindlichen Kulturen notwendig





Pflanzkohle und Wasserspeicherung

Wasserhaltekapazität Pflanzkohle: 200-500%

- $1 \text{ t ha}^{-1} \approx 4'000 \text{ L ha}^{-1}$
- $10 \text{ t ha}^{-1} \approx 40'000 \text{ L ha}^{-1}$
- Wurzelzonenapplikation
- langfristige Effekte durch Bodenaufbau

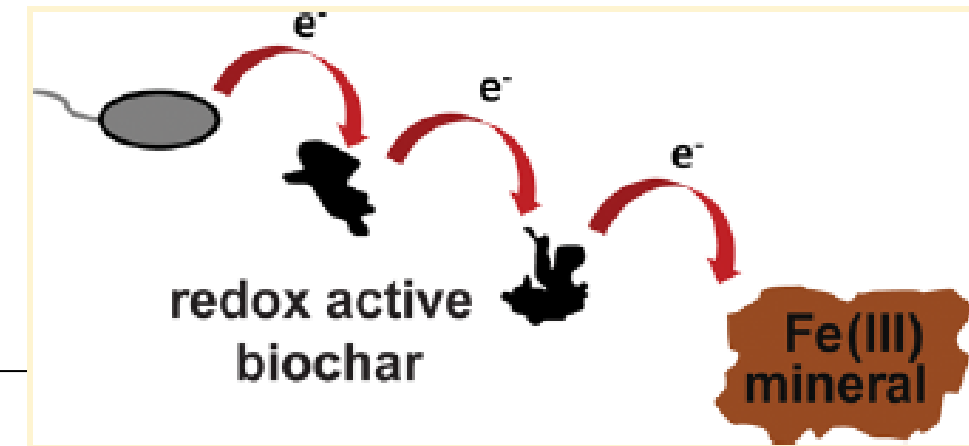
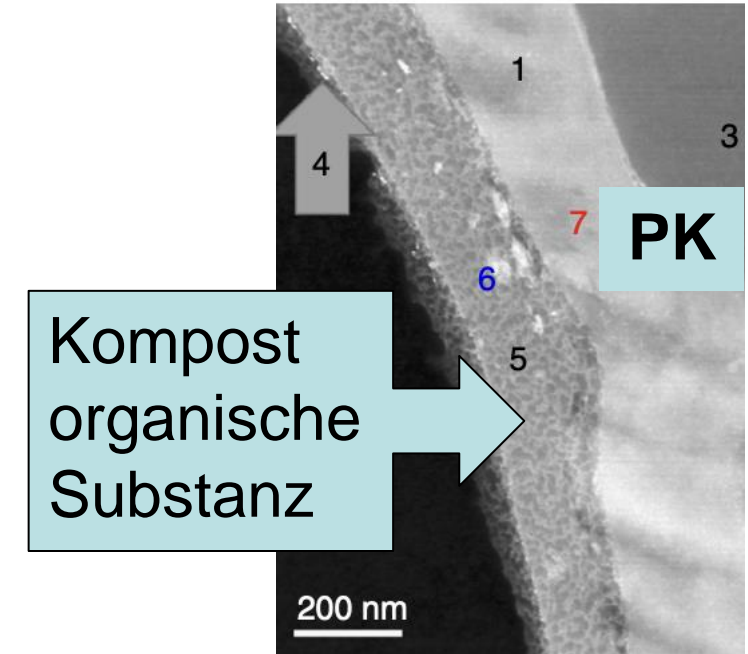




Pflanzkohle und organische Bodensubstanz (1/2)

zahlreiche Mechanismen mit unterschiedlichen Auswirkungen, u.a.:

- Sorption / Stabilisierung organischer Substanz
- Stimulation Biomasse-/Wurzelwachstum und Wurzelexsudate
- Stimulation mikrobieller Aktivität / Abbau organischer Substanz



Was dominiert?

Pflanzkohle und Böden | Fachtagung Pflanzkohle, 16. Juni 2023

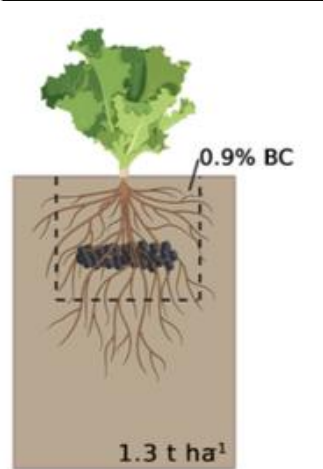
Hagemann et al. Hagemann et al. 2017: doi [10.1038/s41467-017-01123-0](https://doi.org/10.1038/s41467-017-01123-0)
Kappler et al. 2014: doi [10.1021/ez5002209](https://doi.org/10.1021/ez5002209)



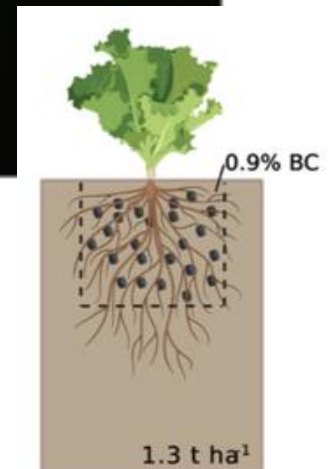
Wurzelzonenapplikation in Kabis



ohne PK



beide mit
Mehrertrag!

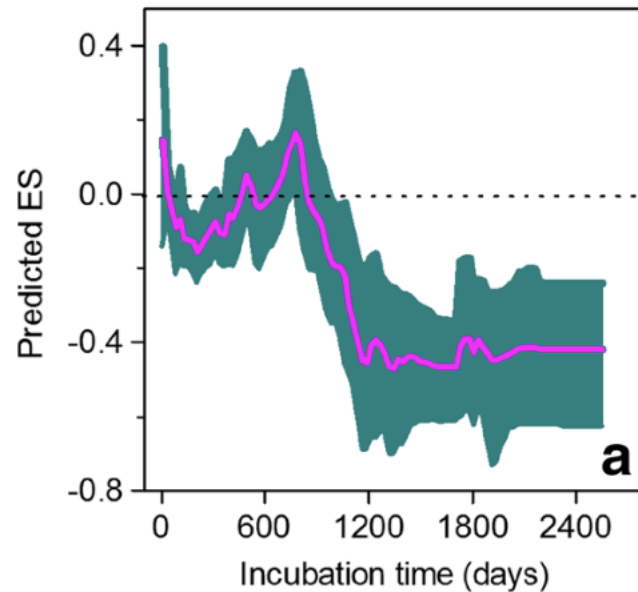




Pflanzkohle und organische Bodensubstanz (2/2)

im **Labor**:

Boden-Inkubation mit Pflanzkohle:



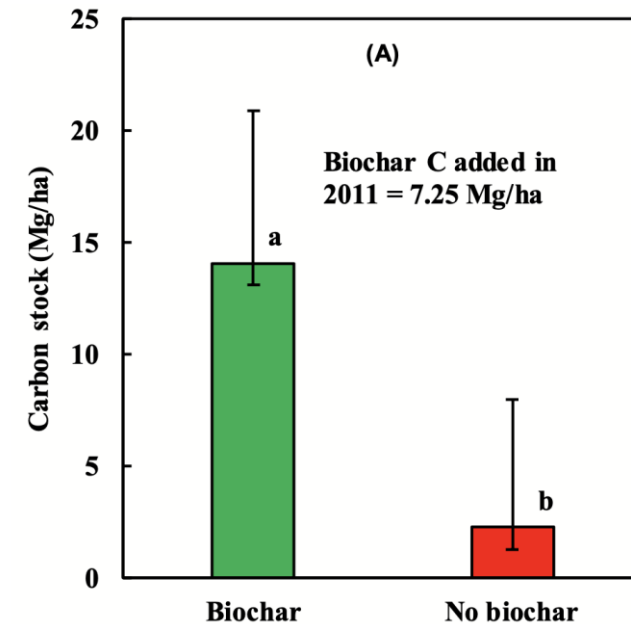
mehr Abbau

weniger Abbau

kurzfristige Studien: mehr Abbau

3+ Jahre: weniger Abbau

im **Feld**: Zuwachs in 6 Jahren:



- Pk verstärkt Humusaufbau
- aber: keine/kaum Verbesserung Infiltration und weiterer bodenphysikalischer Eigenschaften



Klimawandelanpassung mit Pflanzenkohle: Massnahmen kombinieren

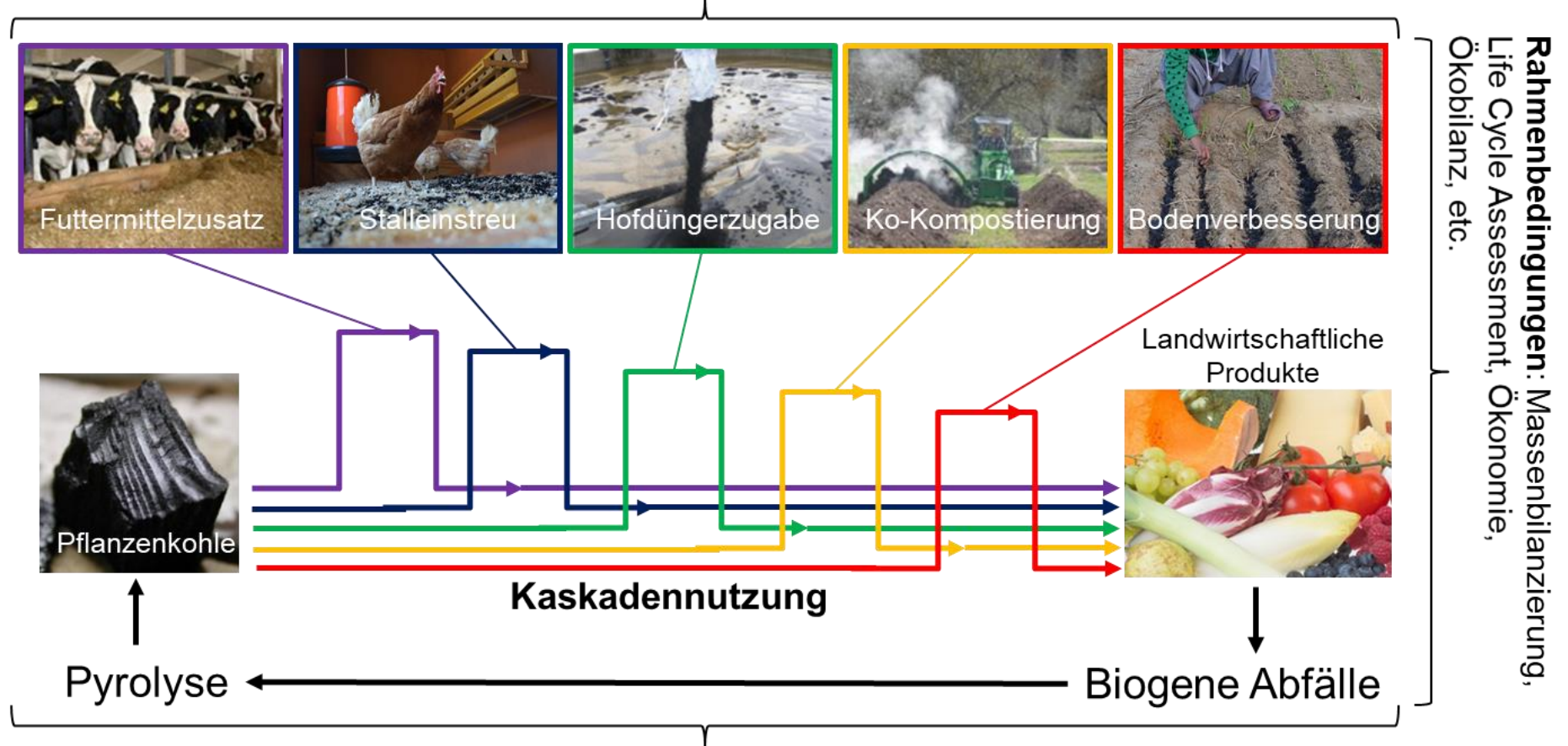
- Tiefenlockerung
- Flächenrotte nach Winterbegrünung oder Grünbrache
- Mulchsysteme
- Agroforst
- Bewässerung in Dauerkulturen





Integration und Kaskadennutzung der Pflanzenkohle

Chancen & Risiken: Tierernährung, Emissionsreduktion, Nährstoffeffizienz, Humusaufbau, Klimabilanz, Resilienz, etc.



Pflanzenkohle-Charakterisierung: Stabilität, Alterung, Funktionalität, Schadstoff-Sequestrierung, etc.



Sekundärstoffe und Hofdünger: Pflanzenkohle zugeben oder gleich pyrolysieren?

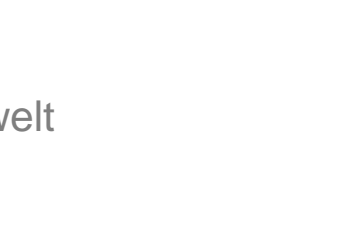
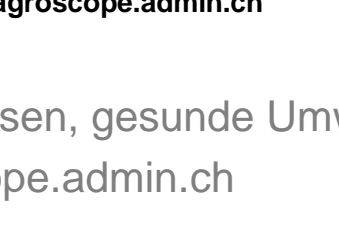
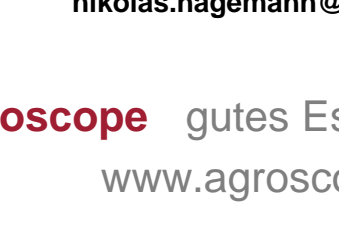
Herausforderungen in Sekundärstoffen:

- Plastik in Grünschnitt, Speiseresten, Erntresten (Mulchfolie!) u.v.m.
 - Organische und anorganische Schadstoffe
 - Krankheitserreger, Antibiotikaresistenzen (Hofdünger)
 - Lagerung / Transporte mit hohem Wassergehalt und resultierenden Emissionen
-
- Pflanzenkohle sorbiert organische Schadstoffe und stimuliert deren Abbau
 - Pflanzenkohle reduziert Aufnahme von Schwermetallen
-
- Pyrolyse eliminiert Plastik, Krankheitserreger, organische Schadstoffe, reduziert Schwermetall-Verfügbarkeit
 - Erleichtert Lagerung und Transport



Schlusswort: Pflanzenkohle...

- ... ist kein alleiniger Heilsbringer
- ... ein wichtiges, multifunktionales Werkzeug in unserer (noch überschaubaren) Toolbox zur Anpassung an den Klimawandel, das in Kombination angewendet werden sollte
- ... ist ein Rohstoff, wir brauchen aber Produkte und Lösungen
- ... ist nicht gleich Pflanzenkohle: Unterschiede verstehen und anerkennen
- Neue Ausgangsmaterialien zur Pflanzenkohle-Produktion wagen!



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Nikolas Hagemann
nikolas.hagemann@agroscope.admin.ch

Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt
www.agroscope.admin.ch

