



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,
Bildung und Forschung WBF

Agroscope

ithaka institute for carbon intelligence

Pflanzenkohle und Agroforstsysteme

Nikolas Hagemann, et al.

hagemann@ithaka-institut.org
nikolas.hagemann@agroscope.admin.ch

www.agroscope.ch | gutes Essen, gesunde Umwelt



Was ist Pflanzenkohle?





Pyrolyse

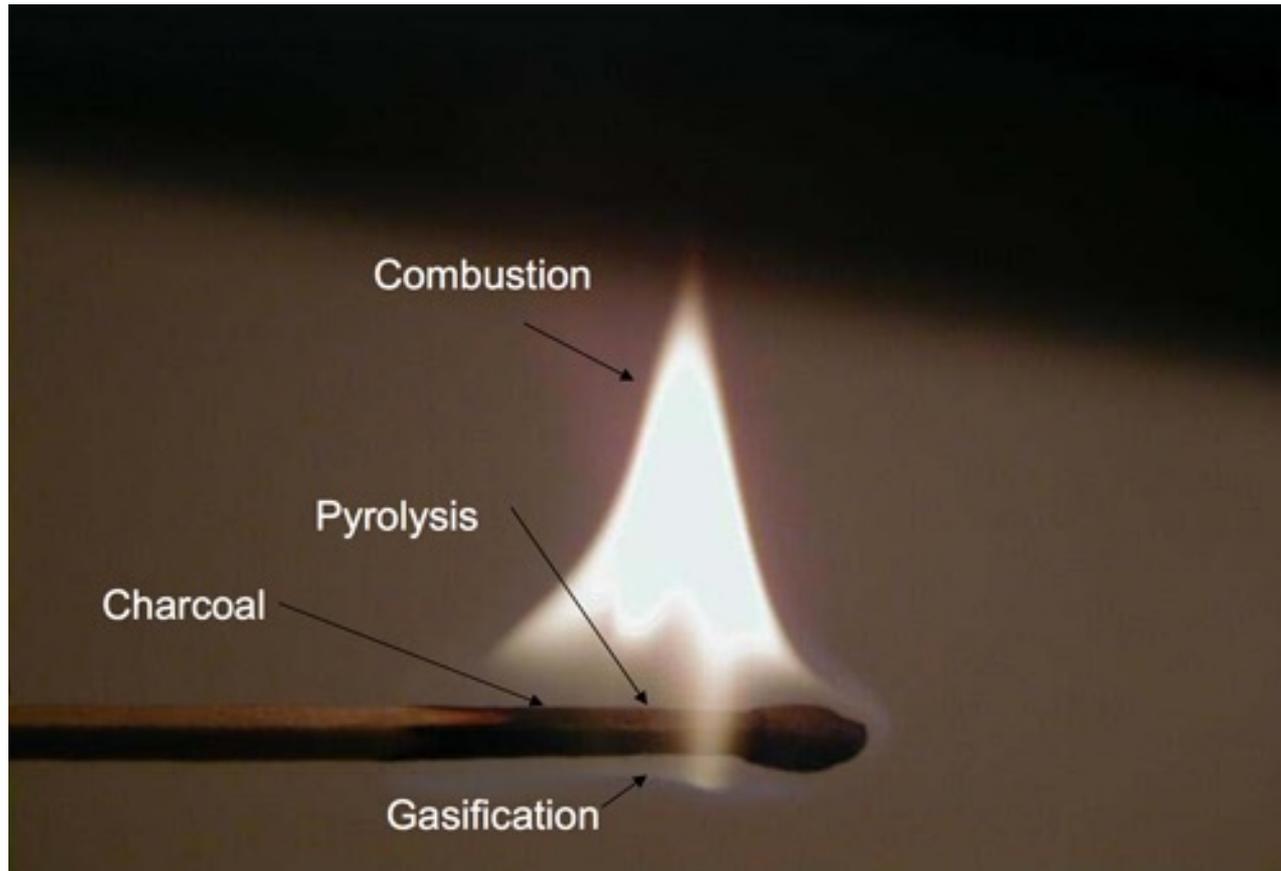


Bild: Thomas Reed

Pflanzenkohle

30 μm

Historische, vom Menschen geschaffene Schwarzerden



Nordic Terra Preta

Terra Preta do Indio

Terra Preta Australis

A
1847
BRIEF COMPEND
OF
AMERICAN
AGRICULTURE,

BY R. L. ALLEN.

THIRD EDITION.

NEW-YORK:
PUBLISHED FOR THE AUTHOR,
BY C. M. SAXTON,
205 Broadway.

1847.

Richard L. Allen, 1847:

Beschreibt die Verwendung
von *Holzkohle* als:

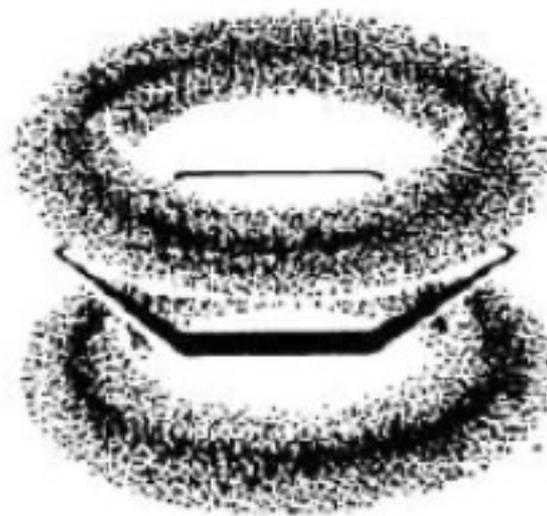
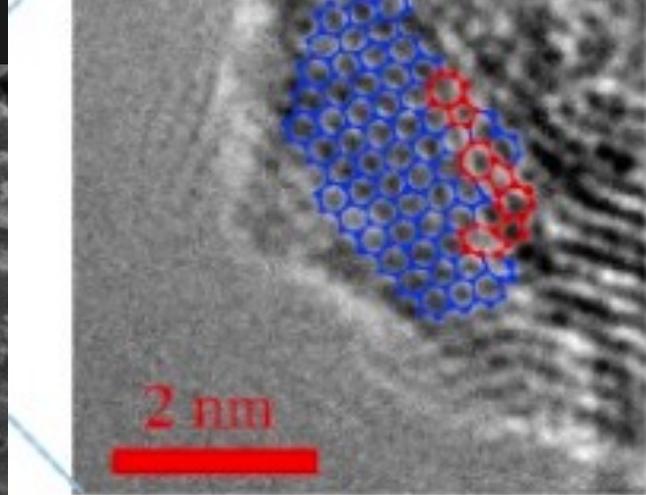
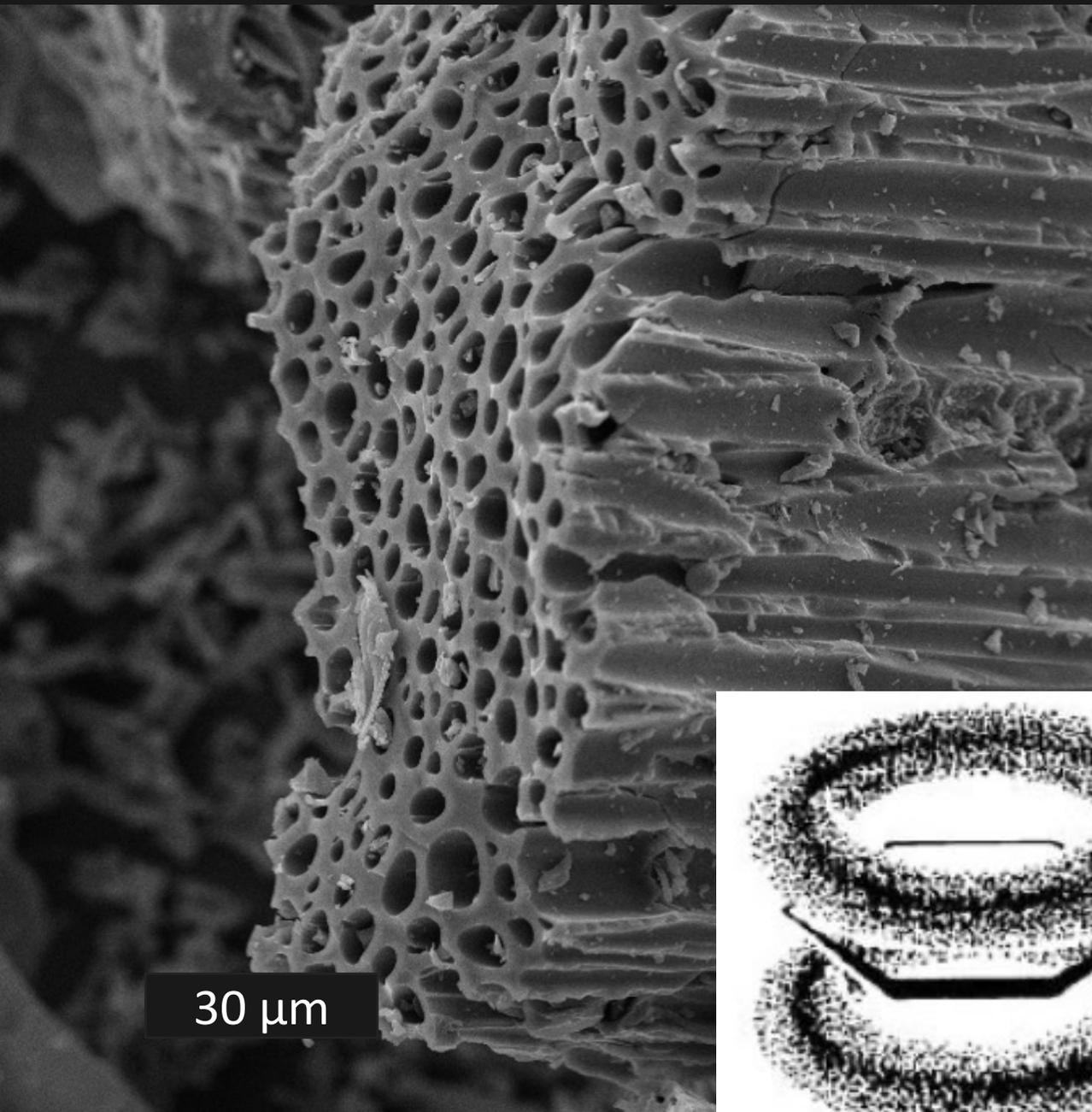
- Zusatz für Tierfutter,
- Kompostadditiv,
- Bindemittel für Urin als
Düngemittel

⇒ Beschreibt damit bereits die
„Kaskaden-Nutzung“

**Wie wirkt
Pflanzenkohle?**







π -Elektronen



Pflanzenkohle wirkt,
wo sie mit ihren spezifischen Eigenschaften hilft,
eine Limitierung im System überwinden.





- Leitfähigkeit
 - Leitfähige Kunststoffe aus nichtleichtenden Polymeren
 - Unterstützung mikrobieller Aktivität in Boden, Pansen, ...

Elektronen und Essen



Elektronen-Quelle



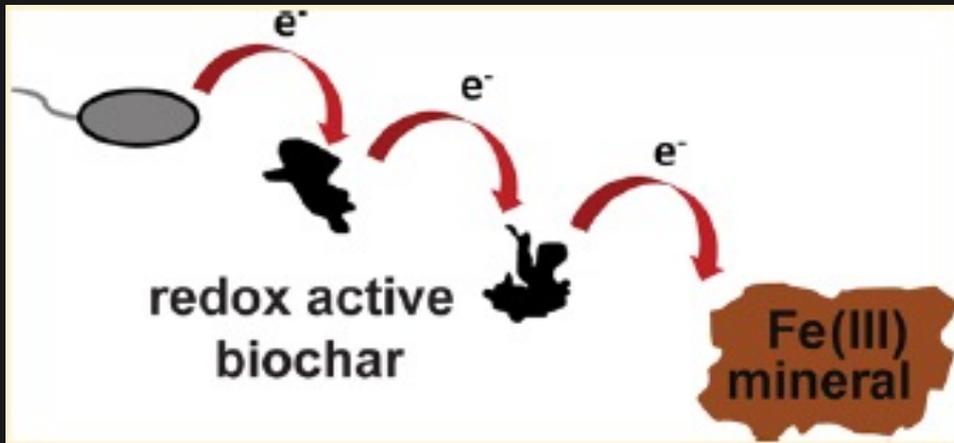
Elektronen-Transport = Energie
(über NAD^+/NADH)



Elektronen-Senke



Elektronen und Mikroben



- organische Substanz
- befreundete Mikrobe
- Minerale

...



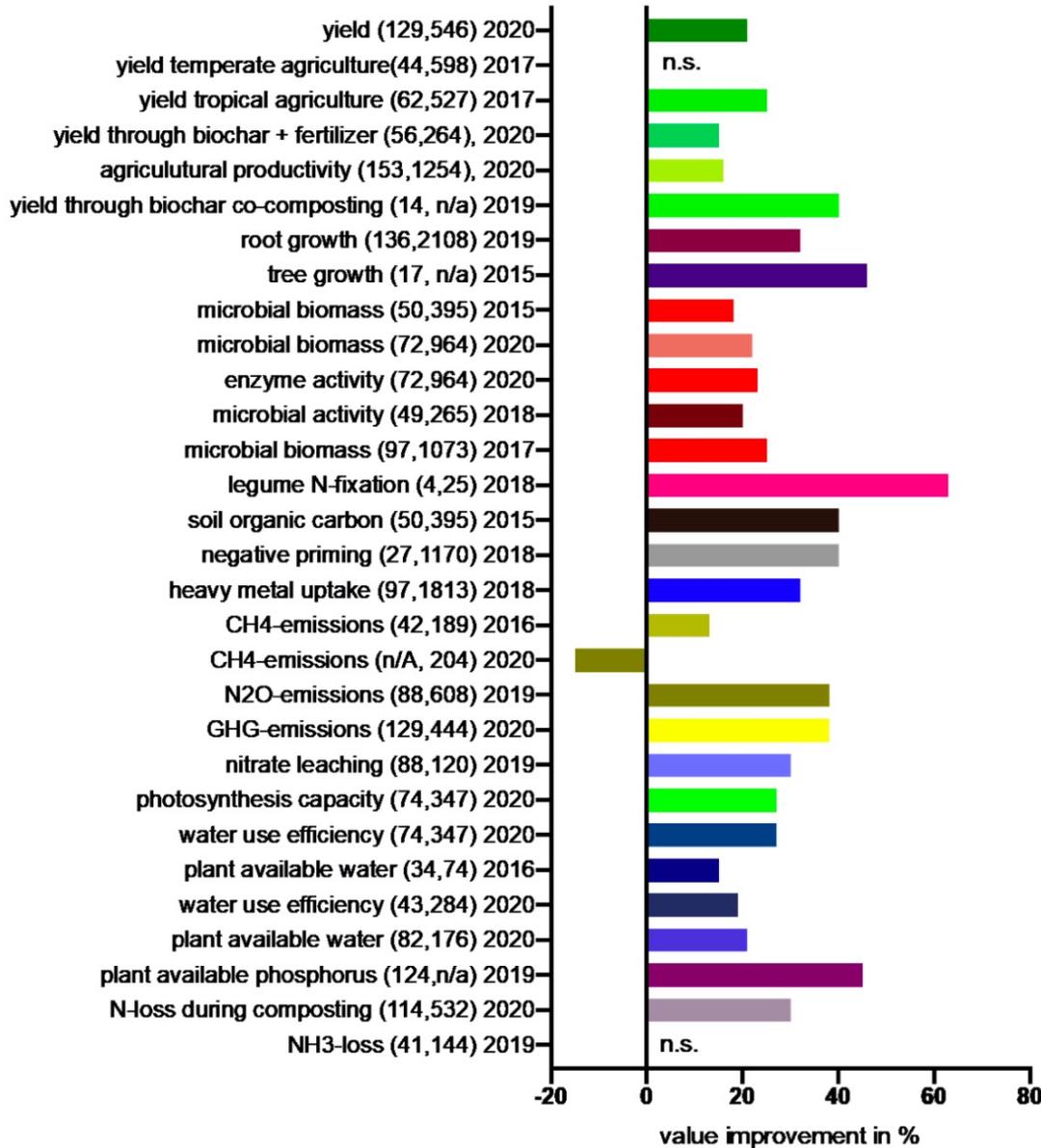
- Leitfähigkeit
 - Leitfähige Kunststoffe aus nichtleichtenden Polymeren
 - Unterstützung mikrobieller Aktivität in Boden, Pansen, ...

- Korngrößenverteilung, Schüttdichte, u.ä.,
 - bessere Gefüge in Baustoffen
 - Lockerung schwerer Böden

- Porösität
 - Wasserhaltekapazität in Substraten oder sandigen Böden
 - Dämmwirkung in Baustoffen

- Nährstoffretention
 - Langzeitwirkung für Düngemittel

- Bindung organischer Schadstoffe.....
- pH / Alkalinität...
- ...



- fast durchgehend positive Effekte von Pflanzenkohle auf Umweltwirkungen und agronomische Parameter,
- u.a. Reduktion Lachgas
- noch kein agronomischer Nutzen im gemäßigten Klima ($< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$)

umfassender Artikel zur Wirkung von Pflanzenkohle (auf Deutsch):
<https://www.agrarforschungschweiz.ch/2021/06/mit-pflanzenkohle-das-klima-schuetzen/>

Abb. 2: Übersicht der in 30 PK-Metastudien untersuchten Parameter und der jeweilige Effekt durch die Applikation der PK. Die Zahlen in Klammern geben die Anzahl der untersuchten wissenschaftlichen Studien, gefolgt von der Anzahl der untersuchten Datensätze an. Dies wird gefolgt von der Jahreszahl der Veröffentlichung der ausgewerteten Metastudien. Die Angabe n.s. anstatt eines Wertbalkens indiziert, dass die Resultate nicht statistisch signifikant waren.

**Wie wendet man
Pflanzenkohle sinnvoll
an?**



- Pflanzenkohle-Anwendung muss als Komponente der Düngung gedacht werden!

Kaskaden-Nutzung von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft

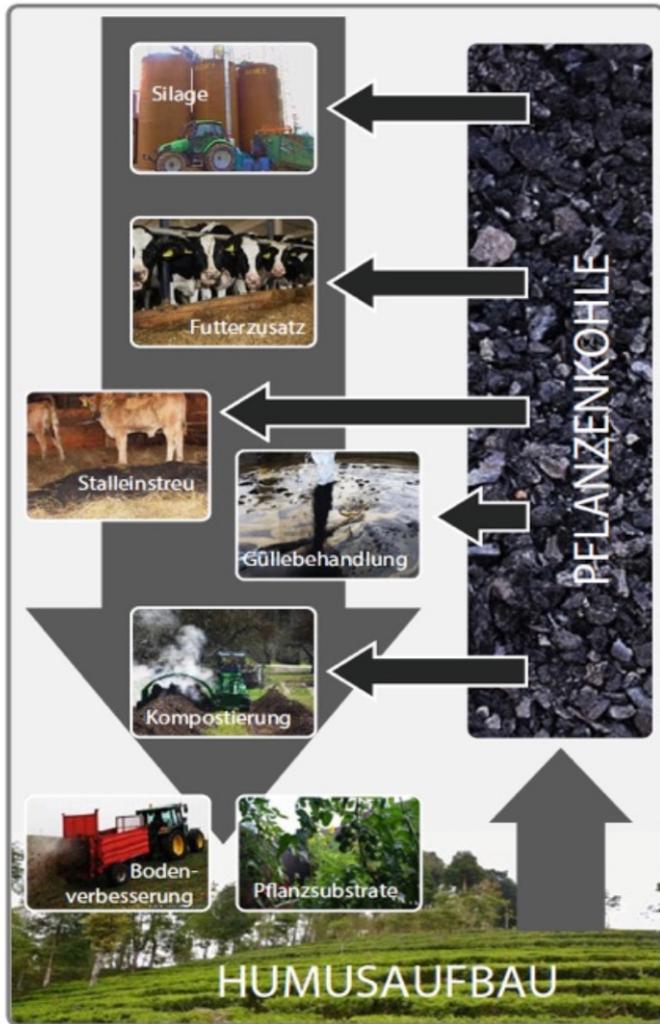


Abb. 12: Kaskadennutzung von Pflanzenkohle in der Tierhaltung und in der Hofdüngerzubereitung (nach Quicker und Weber, 2016).



Alterung von Pflanzenkohle: Beispiel Kompostierung

frische Pflanzenkohle



kompostierte Pflanzenkohle





Pflanzenkohle in der Kompostierung

- Idee: eine gute Kompostierung verleiht Pflanzenkohle die besten Eigenschaften => aerob-gelenkte Kompostierung!
 - schlechter Kompost bleibt +/- schlechter Kompost
- 30-70 Vol% Pflanzenkohle im Endprodukt
 - Bodenbelebung
 - Substrat für Stadtbäume u.v.m.



Übersicht Pflanzenkohle Produkte als Pellets Granulat und unbestückter Pflanzenkohle



Ackerbohne-Pellets



PK- Ackerbohne Pellets



Schafwoll-Pellets



PK-Schafwoll-Pellets



rohe PK "Carbex"



Haarmehl-Pellets



PK-Haarmehl Pellets



PK-Gärreste-Pellets



PK-Rindenmulch- Pellets



rohe PK "AHC"



Hornspäne-Pellets



PK-Hornspäne Pellets



Gärreste-Harnstoff-
Pellets



PK-Granulat



CTA-AHC PK



Applikationsformen



Wurzelzone

punkförmig

streifenförmig

Flächige
Ausbringung
mit
Flächenrotte

suspendierte
Pflanzkohle
für die
Bewässerung

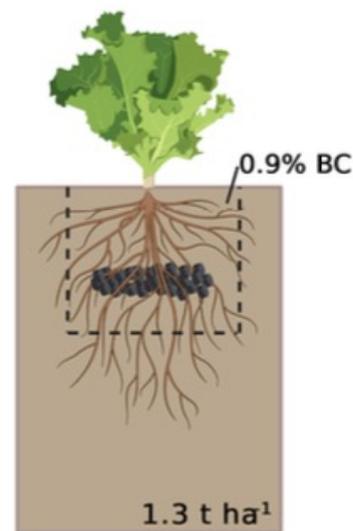
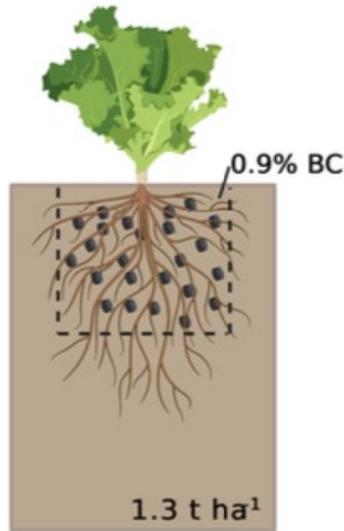
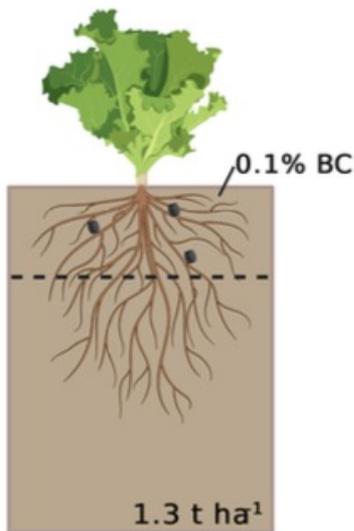


Field-spreading of biochar

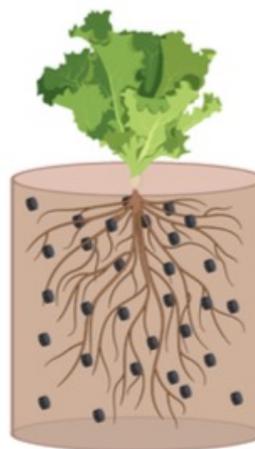
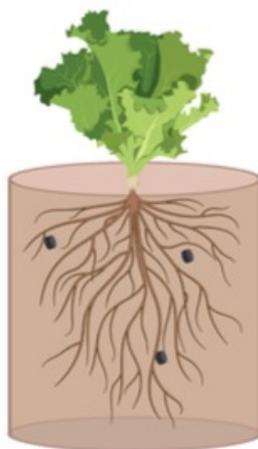
Soil-mix root-zone amendment of biochar

Hotspot root-zone amendment of biochar

Root-zone in the field



Experimental pot



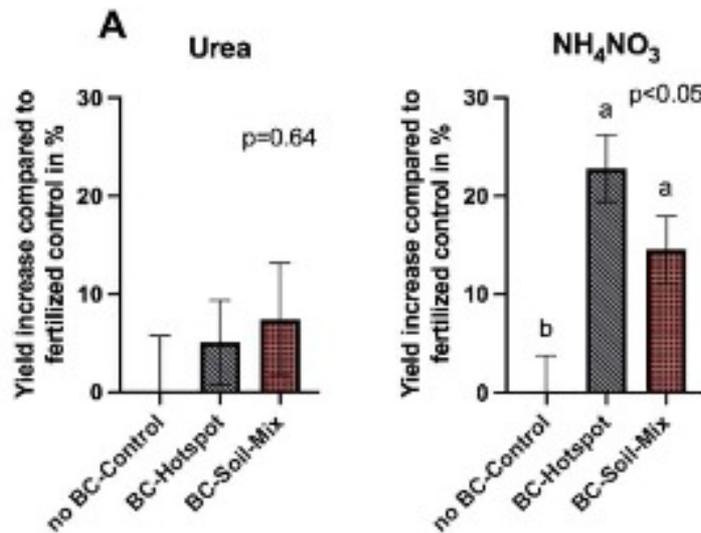


Weißkohle / Kabis

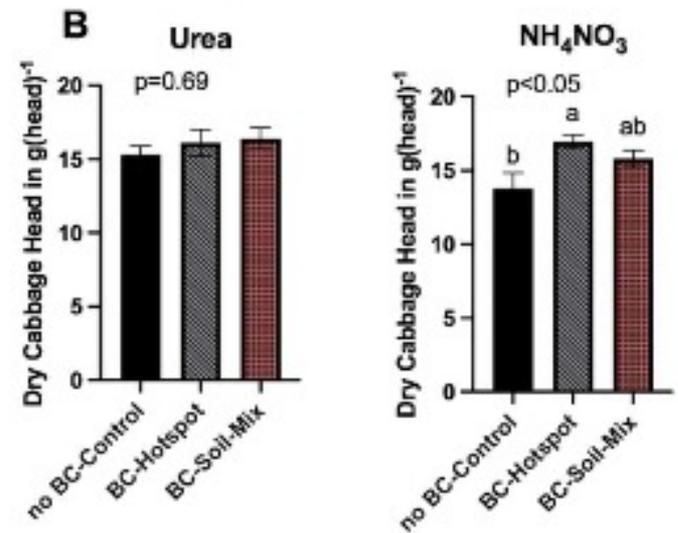
Kopfgewicht – relativ

Kopfgewicht absolut

Dry Head Yield Increase



Dry Cabbage Heads

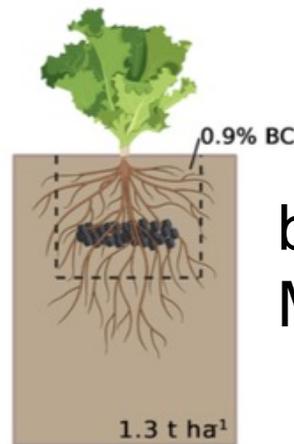




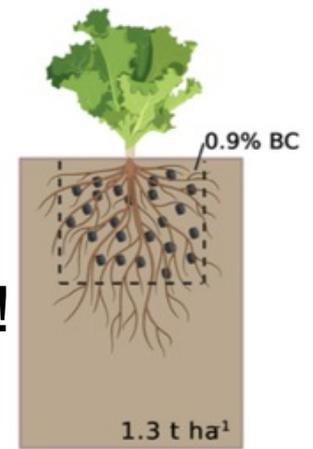
Weißkohle / Kabis



ohne PK



beide mit
Mehrertrag!





Praktische Umsetzung Wurzelzonenapplikation?



Die vier Reihen werden pneumatisch mit Dünger versorgt.



In einem Parallelogramm hängen Sech, Schar und Andruckrolle.

“DeePot”, Fa. Rauch



Der Bitenschild in einem kompakten Band in 30 cm Tiefe abgelesen

Praktische Umsetzung für Agroforst: Tieflockerung



Praktische Umsetzung für Agroforst: Tieflockerung – Wasser-”Leitung”

- Wasserhaltekapazität von Pflanzenkohle ca. 2-5 kg/kg
 - 1 to pro Ha => 2-5 m³ pro Hektar?
 - Lokal höher durch Wurzelzonenapplikation
 - Pflanzenkohle kann Wurzeln lenken
 - ”Kanäle” mit hoher PK-Konzentration oder reiner PK können Wasser lenken / Infiltration verbessern

Bilder: Lucas Pohl



Applikationsformen



Wurzelzone
punktförmig
in den
Sonderkulturen



Wurzelzone
streifenförmig
im Mais



Flächige
Ausbringung
mit
Flächenrotte



suspendierte
Pflanzenkohle
für die
Bewässerung



PK in der Flächenrotte

ithaka institute





PK in der Flächenrotte

PK wurde am 03.05. flächig auf die Begrünung gestreut mit Rauch AXEO 18.1 (Winterdienst-Scheibenstreuer)



PK auf Boden mit Resten der Gülle



PK in der Flächenrotte vs. Wurzelzonenapplikation

ithaka institute



Agroscope



Pflanzenkohle in der Flächenrotte

- Derzeit Grünbrache seit Sommer 2019, 2020 Grasnutzung
- Ausbringung Gülle ca. 22. Feb in Grünbestand
- Ende April: Mahd, Kohle auf Grasnarbe, Fräsen mit Sprühen von EM , Grubbern
- Düngung mit Kalkammonsalpeter
- **Mehrertrag durch 2 t/ha Pflanzenkohle in Flächenrotte: +20%**
(Wurzelzonenapplikation nach Flächenrotte: kein Effekt!)
- EM: Grünschnitt in 3% Zuckerlösung für 7-10 Tage fermentiert



Applikationsformen



Wurzelzone
punktförmig
in den
Sonderkulturen

Wurzelzone
streifenförmig
im Mais

Flächige
Ausbringung
mit
Flächenrotte

suspendierte
Pflanzkohle
für die
Bewässerung



Test Düngung von “roher” Pflanzenkohle

- Test von mit Sand + Kies + Kohle Gemisch (erdfrei, für Stadtbäume)



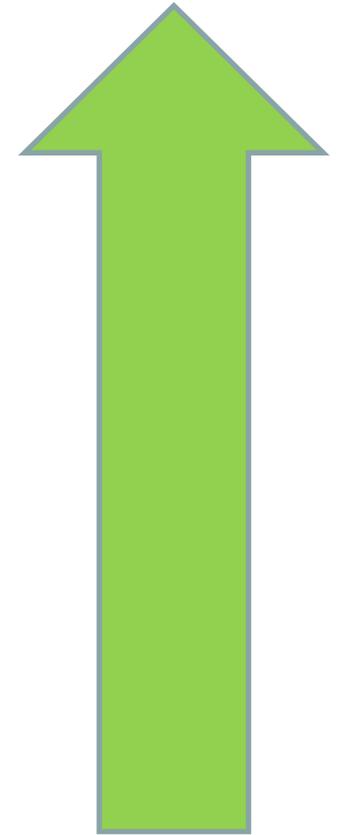
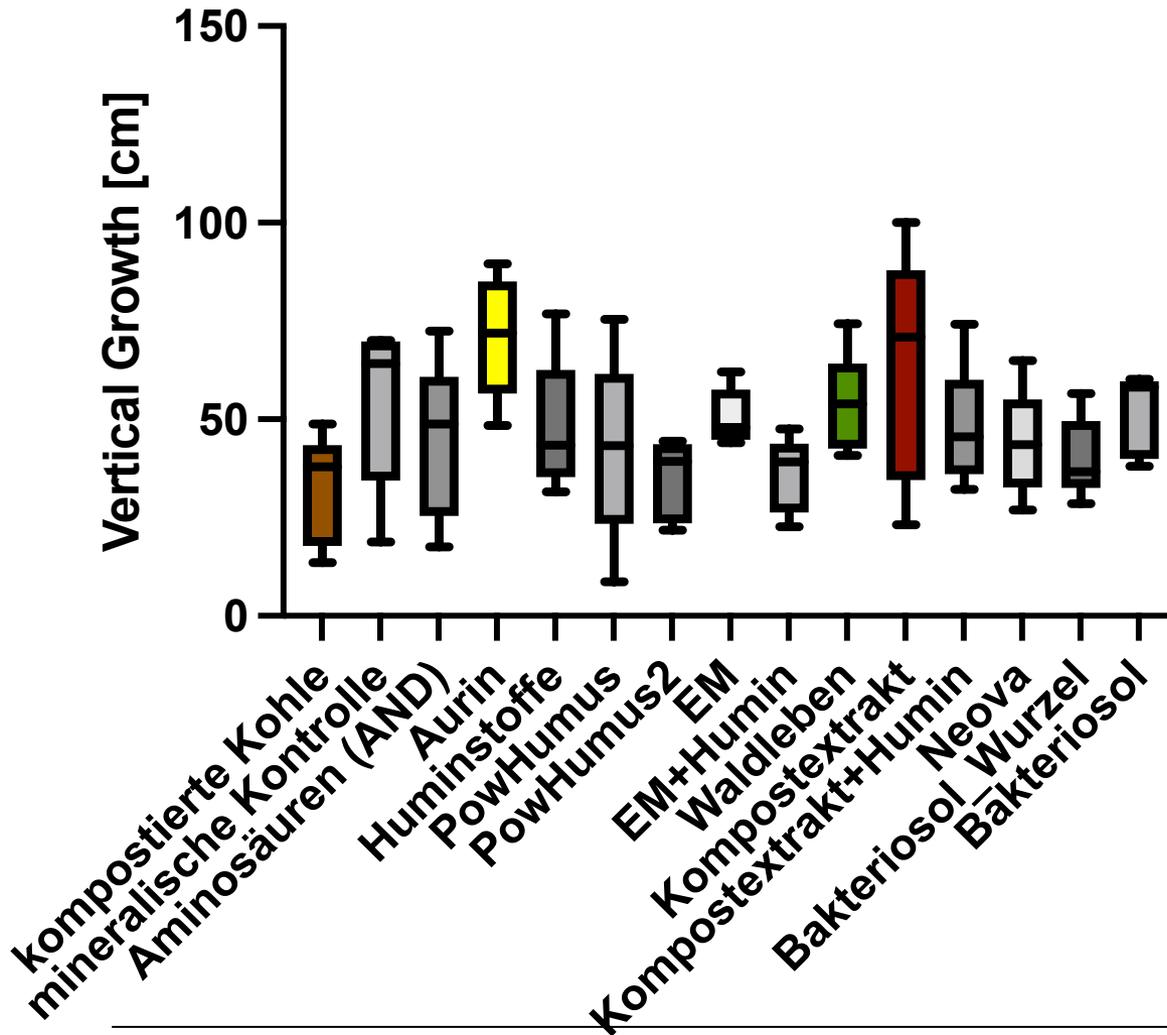


Bewässerung / Düngung



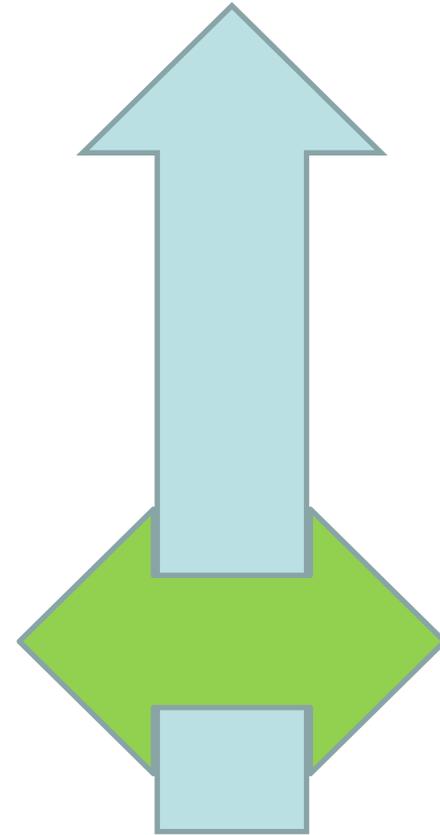
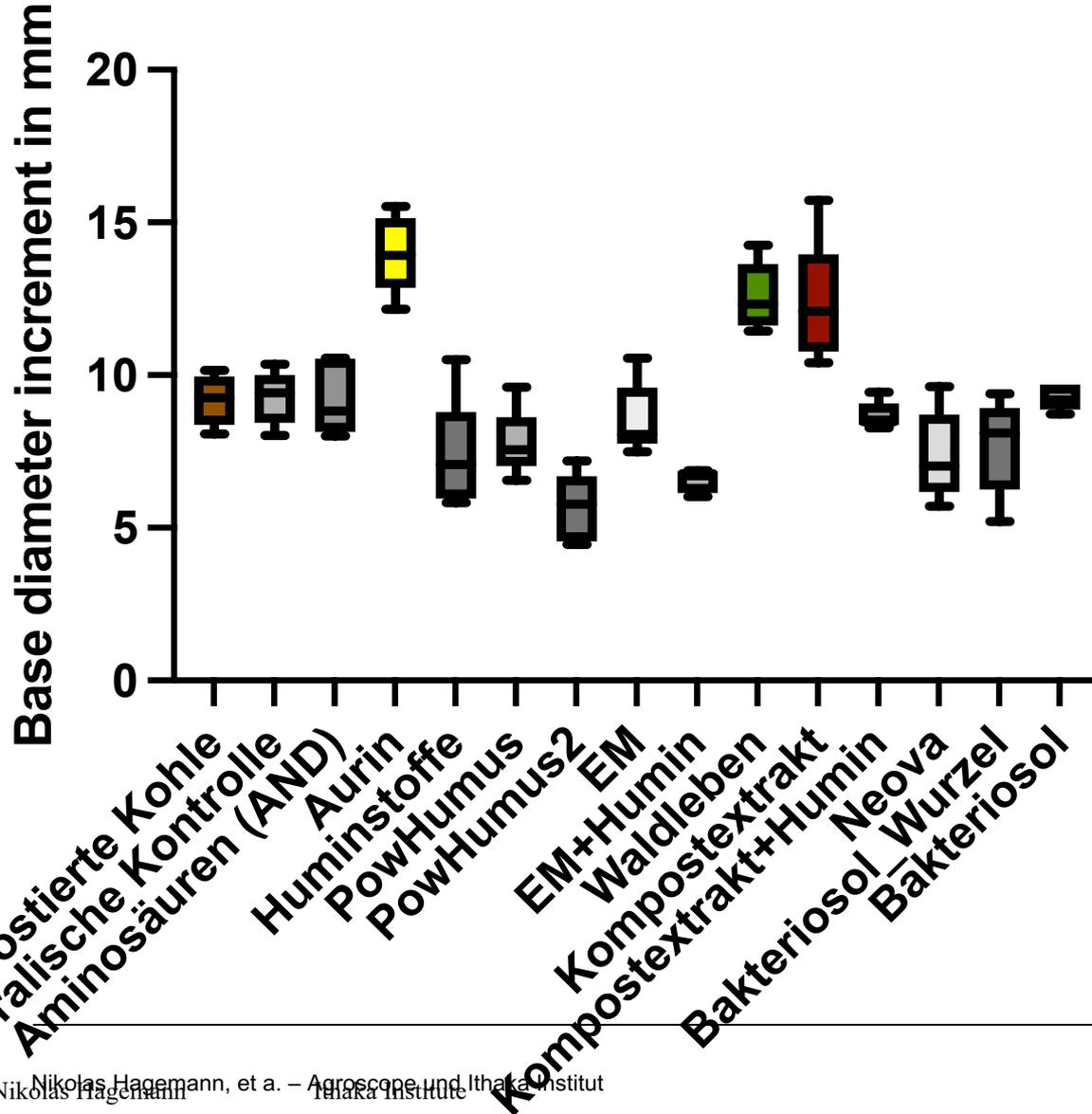


Vertical growth after 5 months [May-Oct 2022]



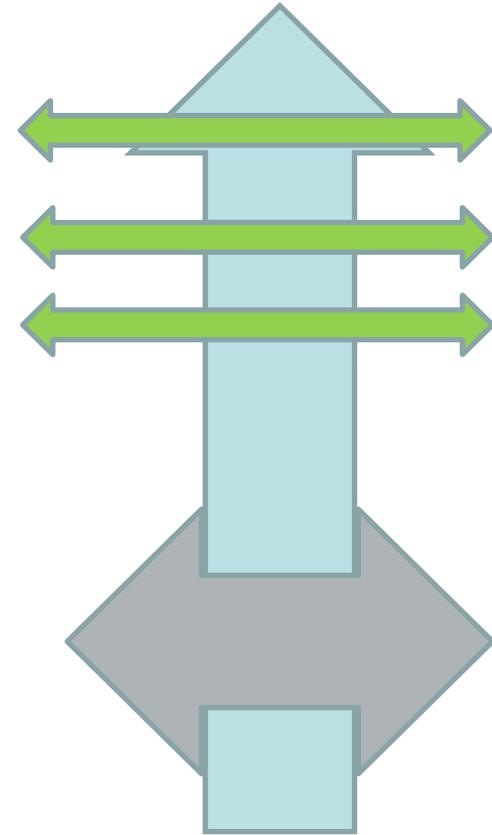
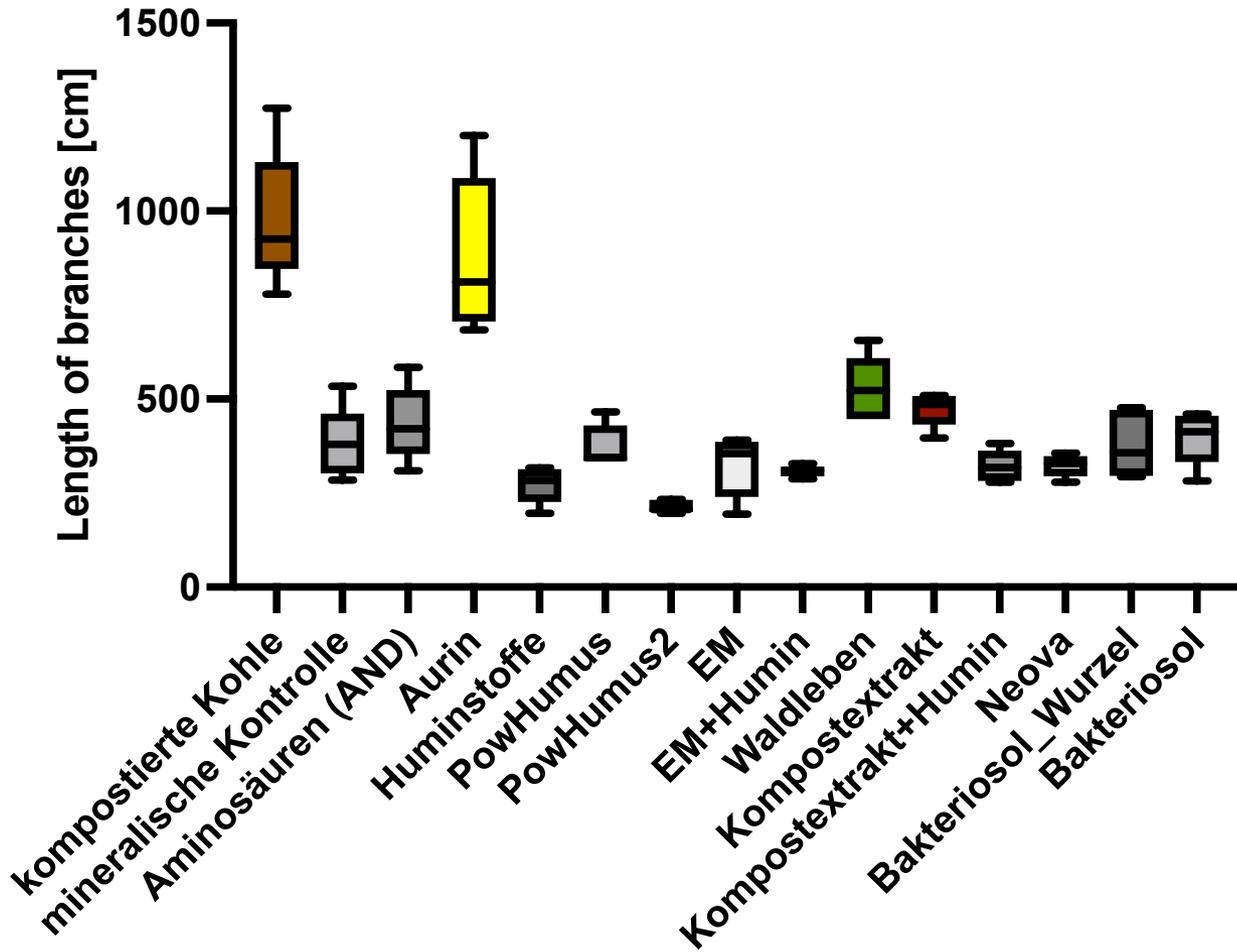


Diameter increment after 5 months





Boxplot Lateral growth after 5 months [May- Oct 2022]





Erfolgsversprechende Düngekombinationen

Computergesteuerte Produktion von flüssigem Kompost

Hochwirksam, hochangereichert, hochwertig, hohe Lagerfähigkeit

Das Mico-System versetzt sie in die Lage höchstwirksamen biozertifizierbares Komposteluat zu produzieren. Das System ist modular aufgebaut und kann somit jederzeit der Größe ihres landwirtschaftlichen Betriebes angepasst werden.

Das System



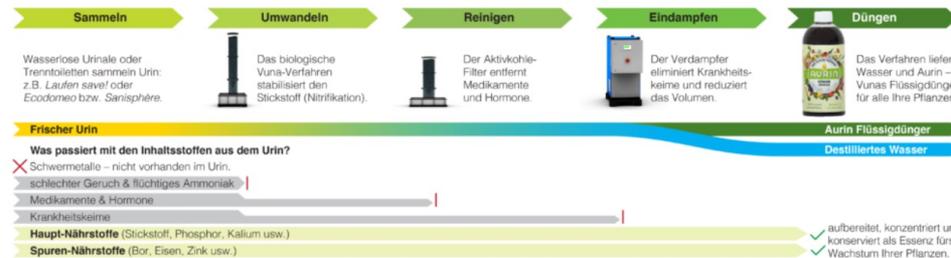
Kompostextrakt

Die Urin-Recycling-Technologie kurz erklärt

Mit dem Vuna-Verfahren zum effizienten und sicheren Nährstoff-Kreislauf.



Aurin - de



**Wie wird Pflanzenkohle
hergestellt?**



Pyrolyse – Pyrogenic Carbon Capture and Storage

SCHMIDT ET AL.



WILEY 9

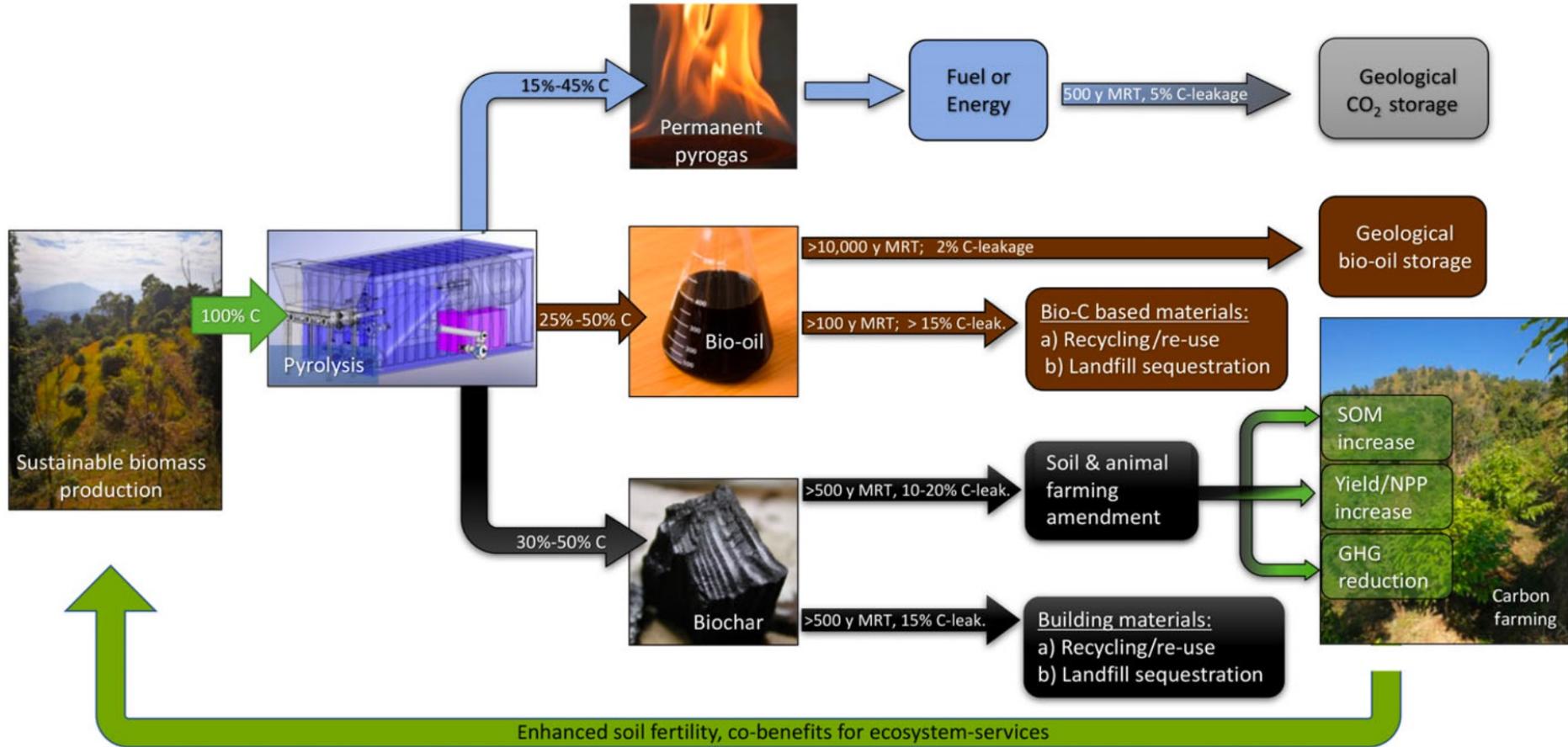


FIGURE 1 General pyrolytic carbon capture and storage scheme for pyrolytic treatment of biomass, the pathways of solid, liquid, and gaseous products, their use and sequestration scenarios, the respective C-leakage rates, and the circular effect on carbon farming systems and sustainable biomass production



Herstellung von Pflanzenkohle

- Es gibt immer zwei Voraussetzungen:
 - Es gibt eine Wärmenutzung
 - Es gibt Biomasse

- Es ist immer eine Mischkalkulation:
 - Verkauf Pflanzenkohle
 - Erlös aus der C-Senken Zertifizierung
 - Erlös für die Wärme
 - Nah/Fernwärme, Gebäudeheizung, Prozesswärme
 - Lohntrocknung, Trocknung Hackschnitzel
 - Strom
 - (Annahmegebühren für Biomasse)
 - Gülle?



Normen und Zertifizierung

für sichere Pflanzenkohle:
European Biochar Certificate
EBC-Agro / EBC-AgroBio

www.european-biochar.org



Zusammenfassung



Pflanzenkohle und Agroforst

- Pflanzenkohle hat durchweg wünschenswerte Effekte, aber nicht zwingend einen direkten Effekt auf den Ertrag
- langfristiges Investment in Bodenpflege/-aufbau
- Anpassung an den Klimawandel durch Stimulation von Bodenleben und Bildung organischer Bodensubstanz
- Optimierung des Nährstoffmanagements möglich
- Stabilisierung gegen bodenbürtige Krankheiten (?) und Pilzerkrankungen



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Nikolas Hagemann

nikolas.hagemann@agroscope.admin.ch

hagemann@ithaka-institut.org

Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt

www.agroscope.admin.ch

