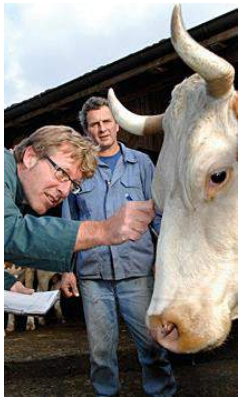
FiBL
EXCELLENCE FOR SUSTAINABILITY

Research Institute of Organic Agriculture
Forschungsinstitut für biologischen Landbau
Institut de recherche de l'agriculture biologique



Bodenverbesserung mit Pflanzenkohle – aktueller Wissensstand

Michael Scheifele & Andreas Gattinger

michael.scheifele@fibl.org

Inhalte

- Was ist Pflanzenkohle?
- Bodenverbessernde Wirkungen und Klimawirkungen?
- Nährstoff- und Wassernutzungseffizienz?
- Einfluss auf Pflanzenertrag?
- Zusammenfassung und Ausblick

Was ist Pflanzenkohle?

Definition (Verheijen et al. 2010):

Pflanzenkohle ist unter Sauerstoffausschluss karbonisierte Biomasse die als Bodenhilfstoff eingesetzt wird**.**

Pflanzenkohle

- Soll den Boden fruchtbarer machen.
- Erhöht den pH und die Sorbtionseigenschaft des Bodens.
- Erhöht den KAK, die Feldkapazität und das Nährstoffreservoir des Bodens.
- Dient Mikroben als Lebensraum

Bis zu 150 % mehr Ertrag auf sehr sauren und armen Böden in den Tropen nach Pflanzenkohle-Applikation .

Kann Pflanzenkohle auch die Fruchtbarkeit von Böden temperierten Klimas erhöhen?

Klimaschutz?

Pflanzenkohle ist stabilisierter Kohlenstoff aus Biomasse

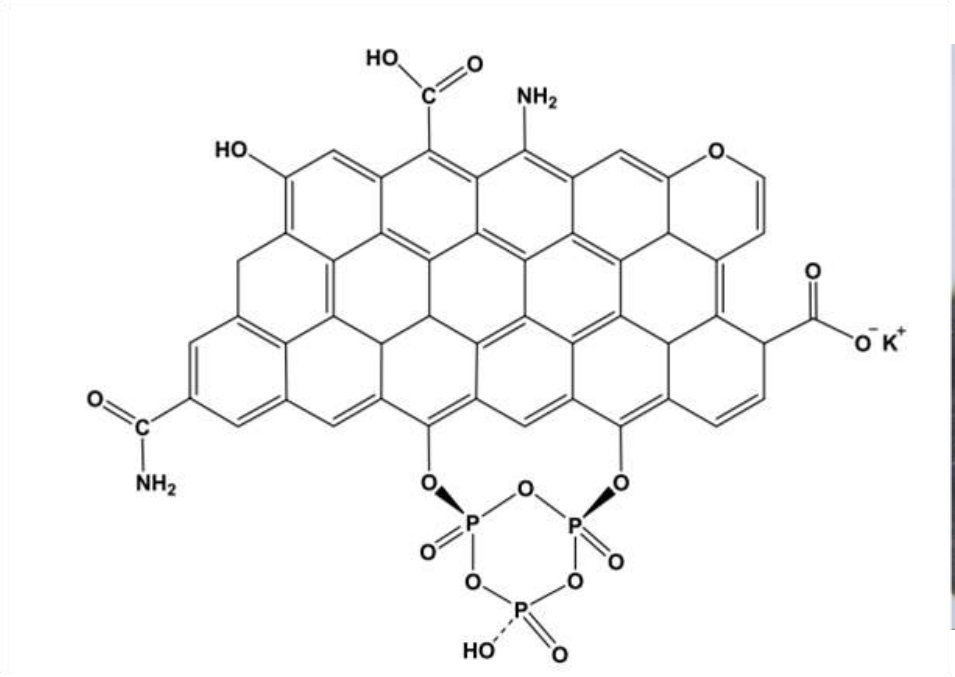
- Von Pflanzen aufgenommenes atmosphärisches CO2
- Es wird erwartet das Pflanzenkohle tausende von Jahren im Boden bleibt

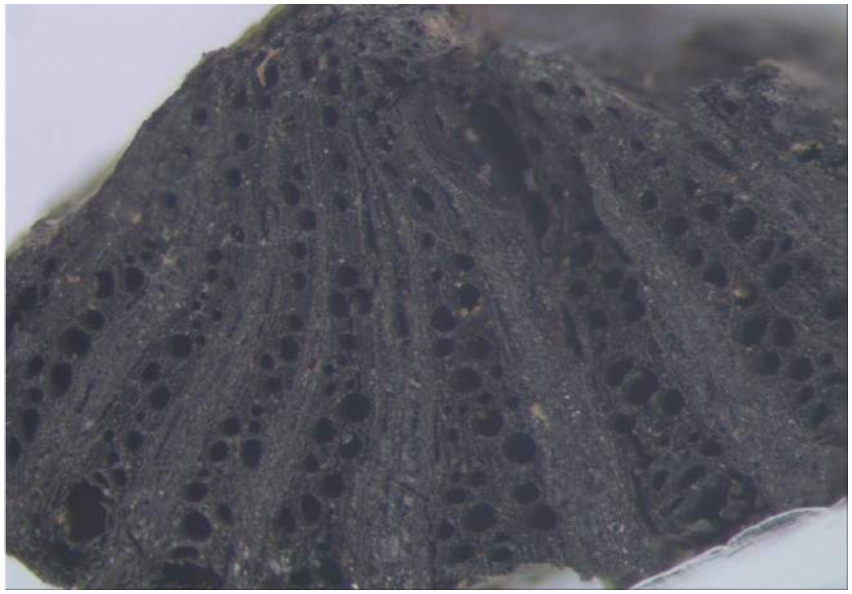
Die geschätzte Residenzzeit variiert aber stark, Studien berechneten Zeiten zwischen 245 uns 10000 Jahren

- Die Umsatzzeit scheint von der Pflanzenkohle selbst, dem Boden und dem Klima abzuhängen.

Wie wirkt Pflanzenkohle?

Materialeigenschaft	Wirkung
Kondensierte aromatische Verbindungen	⇒ C Speicherung
Funktionelle Gruppen	⇒ Nährstoffspeicherung
Porosität	⇒ Wasserspeicherung

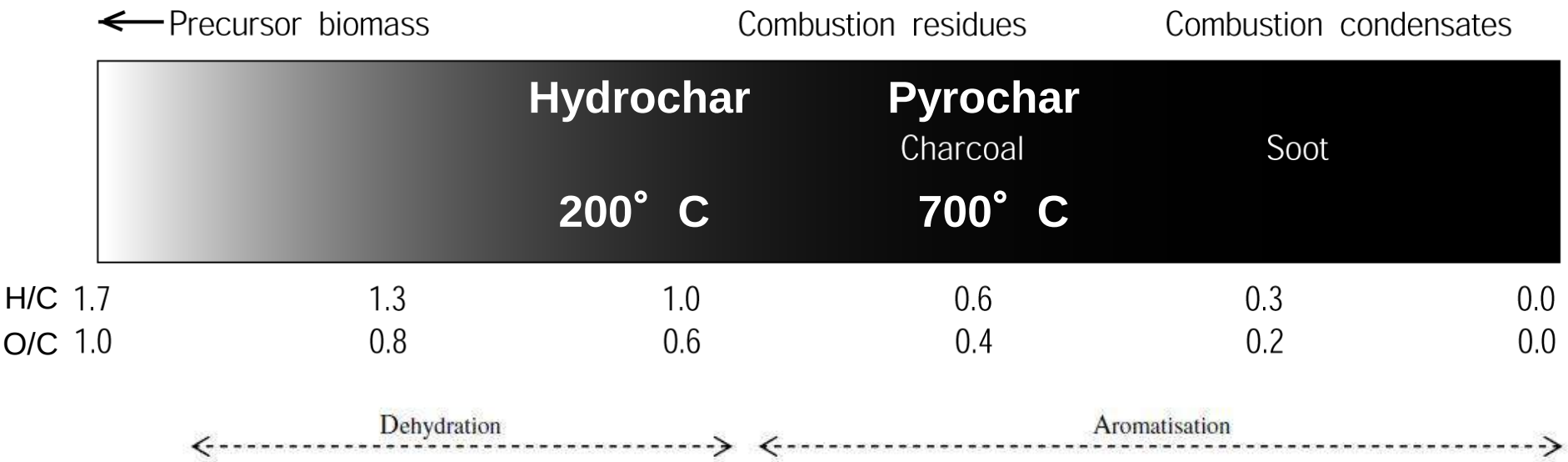




Glaser and Birk (2012) Geochimica et Cosmochimica Acta 82: 39-51

Pflanzenkohle

Technik: Hydrothermale Carbonisierung (HTC) und Pyrolyse:



Produktionsanlagen

PYREG GmbH

Carbon Solutions GmbH

Carbon Terra GmbH

3R Environmental Technologies Ltd.

⇒ ***produzieren alle Pflanzenkohle?***

Terra Preta – ein 2000 Jahre altes Langzeitexperiment

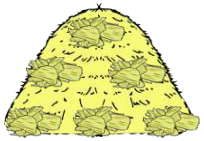
Ferralsol

Cambisol

Biochar

Organic wastes

Litter

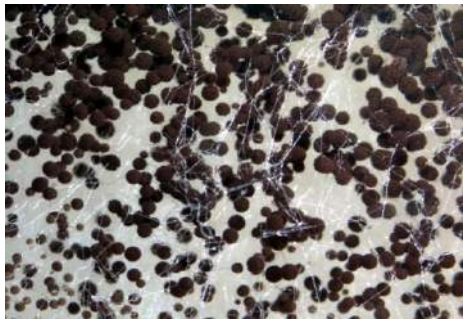


Excrements

Food leftovers

Bones

Microorganisms



ADE

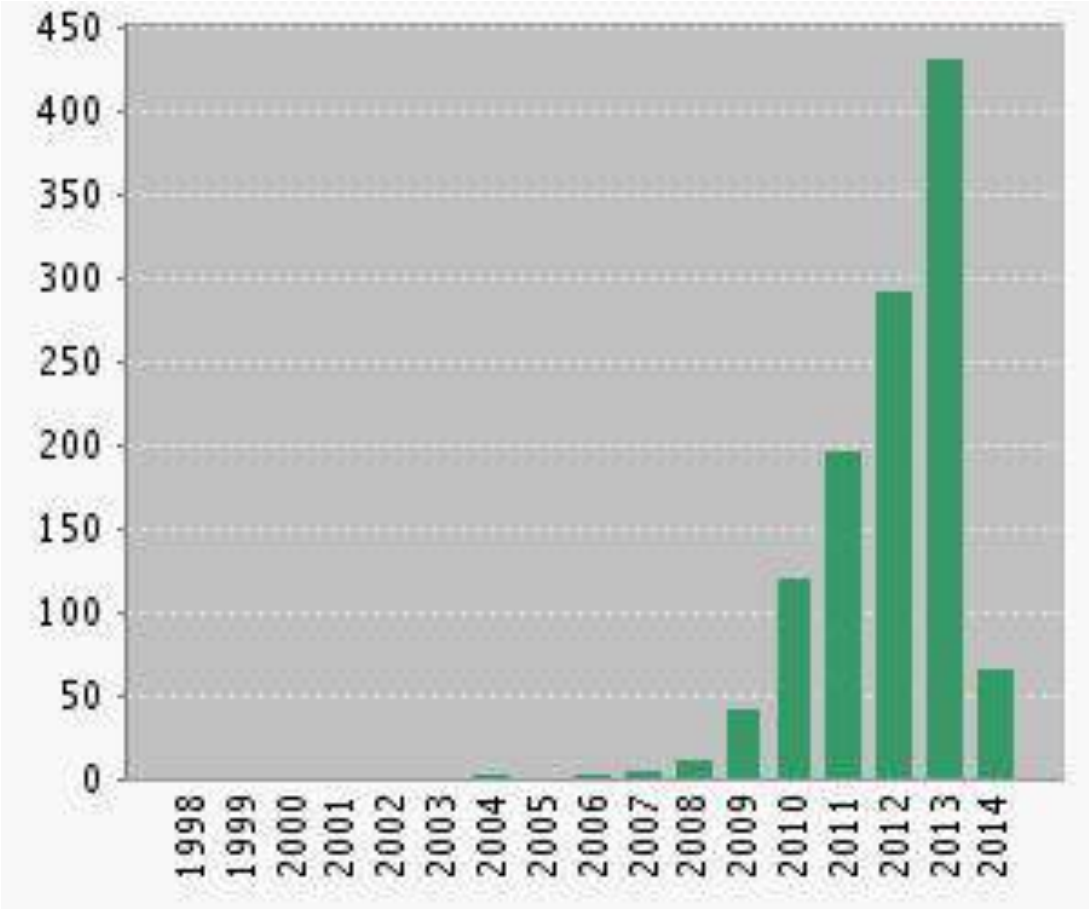
NDE

⇒ Proof of concept !!!

Glaser et al. 2001 Naturwissenschaften 88: 37-41

Wiedner et al. (2014) Catena submitted

Enormer Anstieg der Pflanzenkohlen-Forschung, jedoch hauptsächlich im Labor und Gewächshaus



Biochar-Paper: 1'173

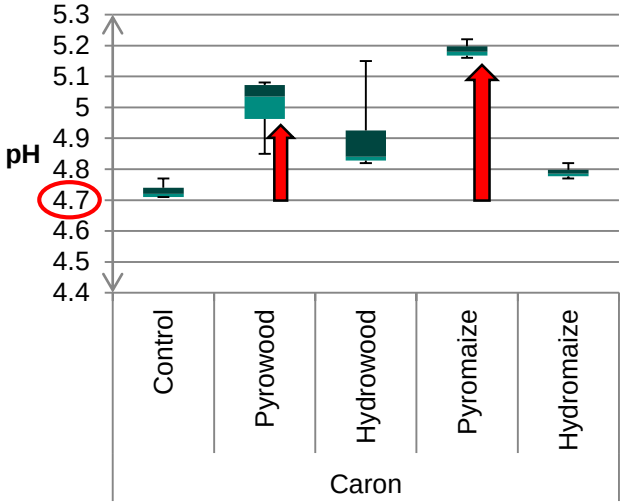
Glaser, 2014, Biofach: www.isiwebofknowledge.com (14.02.2014)

Inhalte

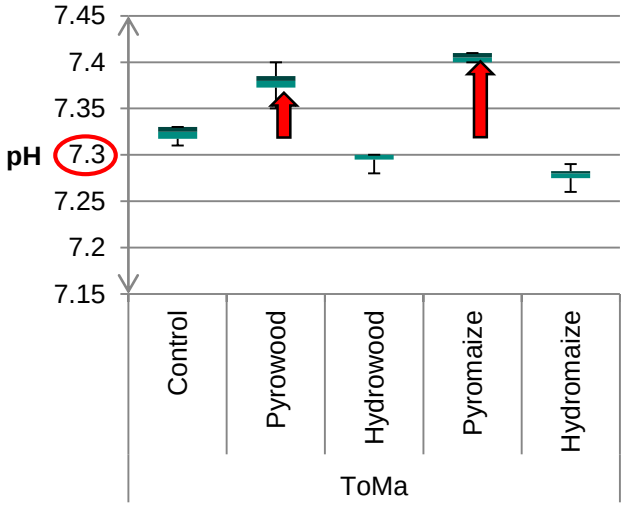
- Was ist Pflanzenkohle?
- Bodenverbessernde Wirkungen und Klimawirkungen?
- Nährstoff- und Wassernutzungseffizienz?
- Einfluss auf Pflanzenertrag?
- Zusammenfassung und Ausblick

Pflanzenkohle beeinflusst pH-Wert im Boden

Boden: Caron



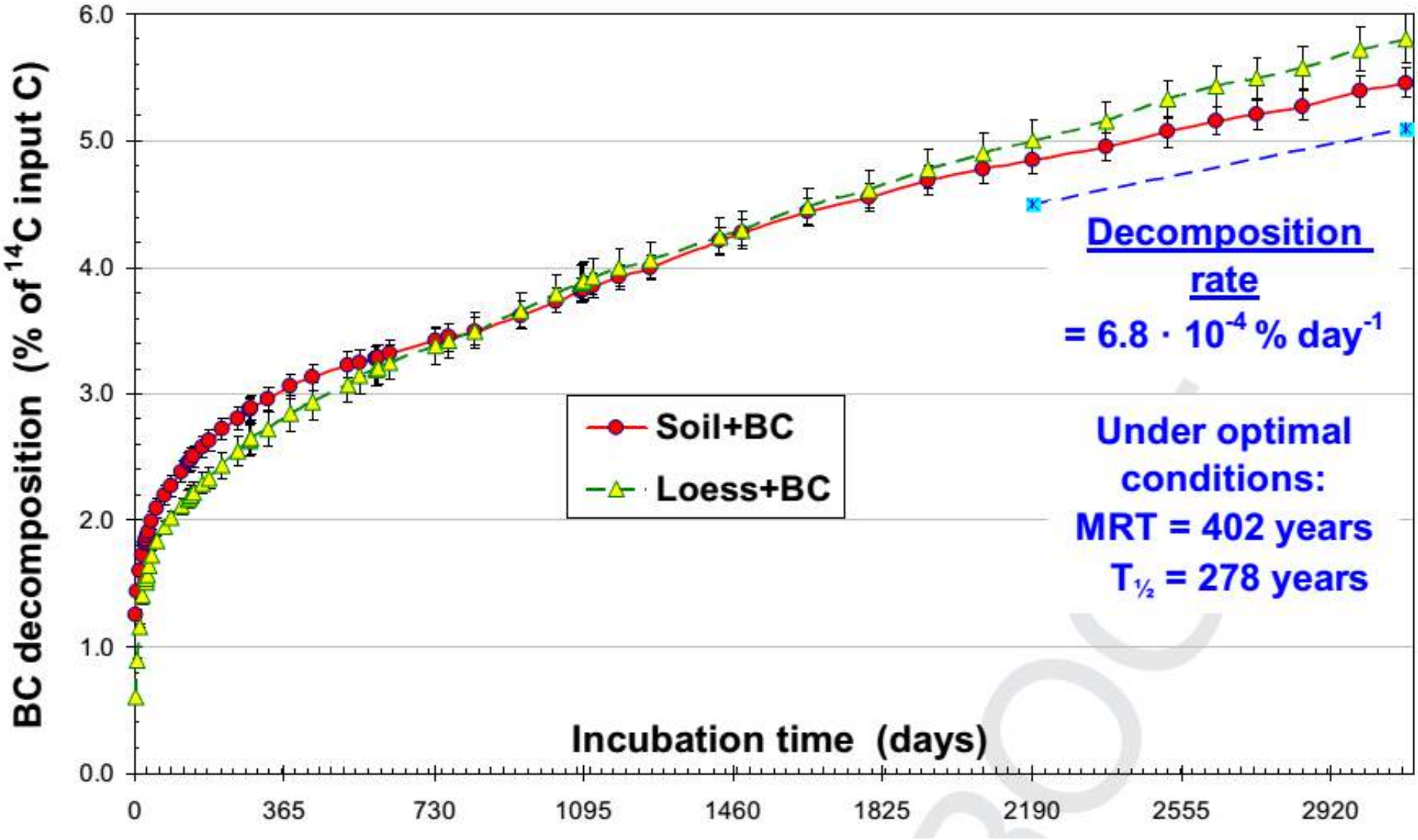
Boden: ToMa



Der Boden pH wurde in allen Böden bei Pyrokohlezugabe erhöht (basischer).

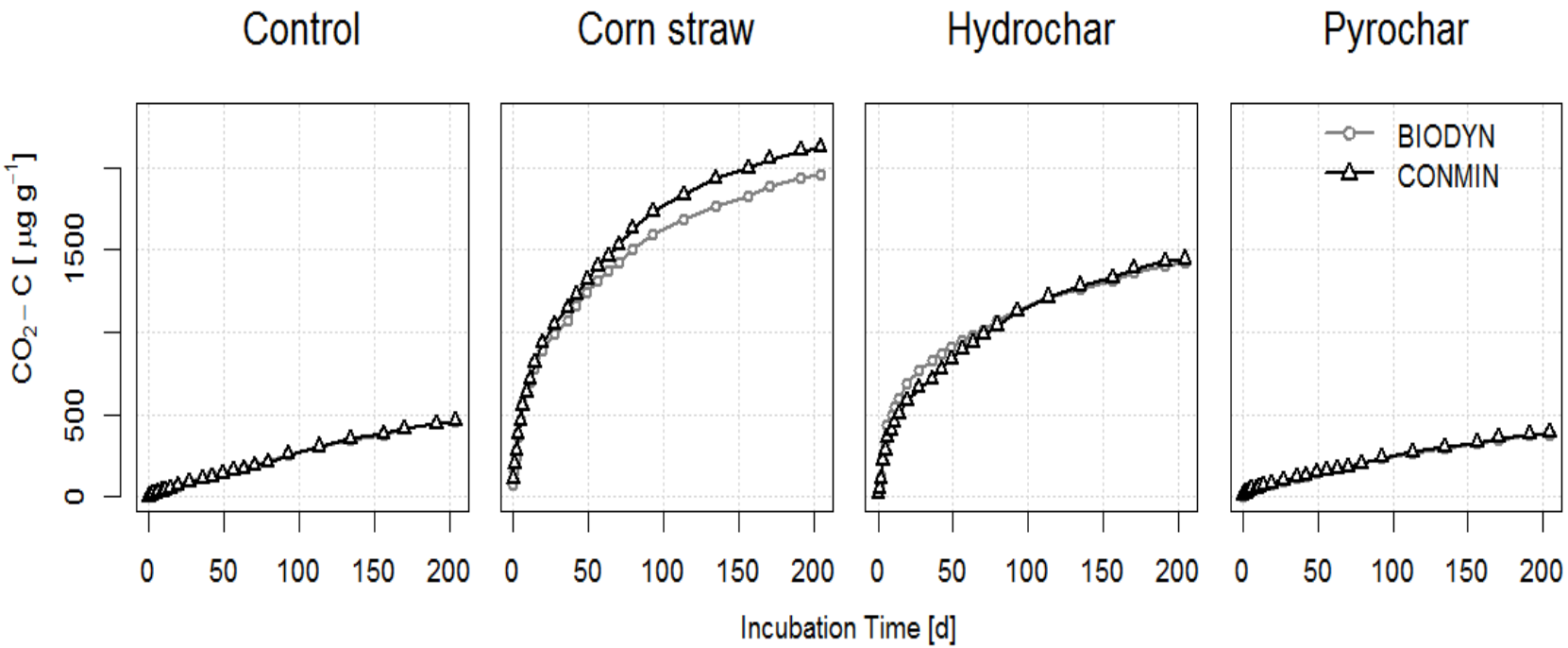
Hobi, Scheifele, et al., in prep.

Langzeit-Stabilität, C-Speicherung (Labor)



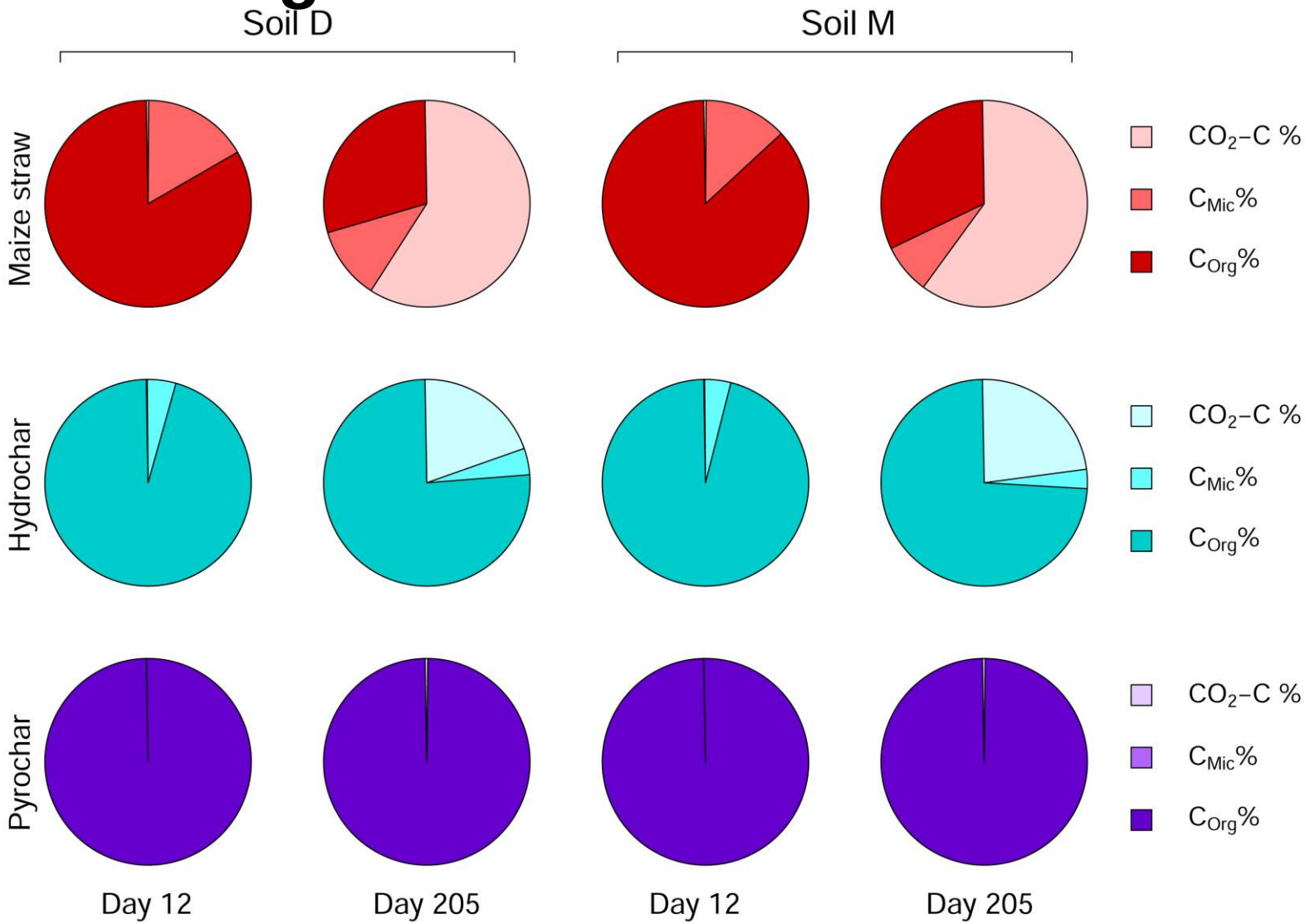
Kuzyakov, Bogomolova Glaser (2014) Soil Biology and Biochemistry http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.12.021

Langzeit-Stabilität (eigene Untersuchungen)



Scheifele, et al., in prep.

Langzeitstabilität: Pflanzenkohle-C Verteilung



Scheifele, et al., in prep.

Signifikante Lachgasminderung auch bei gleichzeitiger N-Düngung

Table 4 Maize yield and total emissions (mean±S.D., n=3) of carbon dioxide (CO_2), methane(CH_4) and nitrous oxide (N_2O) over the WMGS from the field and global warming potential (GWP) and greenhouse gas intensity (GHGI) as affected by biochar amendment and N fertilization

	(Treatments)[a]	Yield (t ha^{-1})	CO_2-C (kg ha^{-1})	CH_4-C (kg ha^{-1})	N_2O-N (kg ha^{-1})	GWP(CH_4+N_2O) (kg ha^{-1}) [c]	GHGI (kgCO_2-equivalents t^{-1}grain yield)[d]
No N fertilization	C0N0	6.28±0.26(d) [b]	1661.5±110(b)	−0.12±0.05(b)	0.21±0.01(d)	94.0±6(d)	15.0±1.2(d)
	C1N0	7.27±0.30(b)	1709.2±9.9(b)	0.36±0.17(a)	0.24±0.02(d)	122.8±13(d)	16.9±1.9(d)
	C2N0	6.74±0.18(c)	1860.8±25(a)	−0.55±0.15(c)	0.23±0.03(d)	91.1±13(d)	13.6±2.2(d)
N fertilization	C0N1	6.65±0.006(c)	1501.6±123(c)	−0.39±0.06(c)	1.22±0.1(a)	559.2±48(a)	84.0±7.2(a)
	C1N1	7.86±0.05(a)	1520.3±56(c)	−0.13±0.05(b)	1.09±0.06(b)	504.8±28(b)	64.2±3.9(b)
	C2N1	7.42±0.07(b)	1465.1±32(c)	−0.11±0.05(b)	0.71±0.05(c)	327.0±26(c)	44.0±3.1(c)

[a] Biochar amendment at 0, 20 and 40 tha^{-1} (C0, C1 and C2, respectively) with and without N fertilization

[b] Letters within parenthesis in a single column represent statistical class among the treatments at $p<0.05$. Mean±S.D. with the same small letters are not significantly different at $p=0.05$. It represents biochar×N fertilization interaction effects.

[c] GWP (kg CO_2-equivalent ha^{-1})=25×CH_4+298× N_2O (Forster et al. 2007)

[d] GHGI (kg CO_2-equivalent t^{-1} grain yield)=GWP/per ton grain yield of corn

Zhang et al., Plant & Soil, 2011

Lachgasminderung nicht bei jeder Kohle und nicht in jedem Boden gleich!

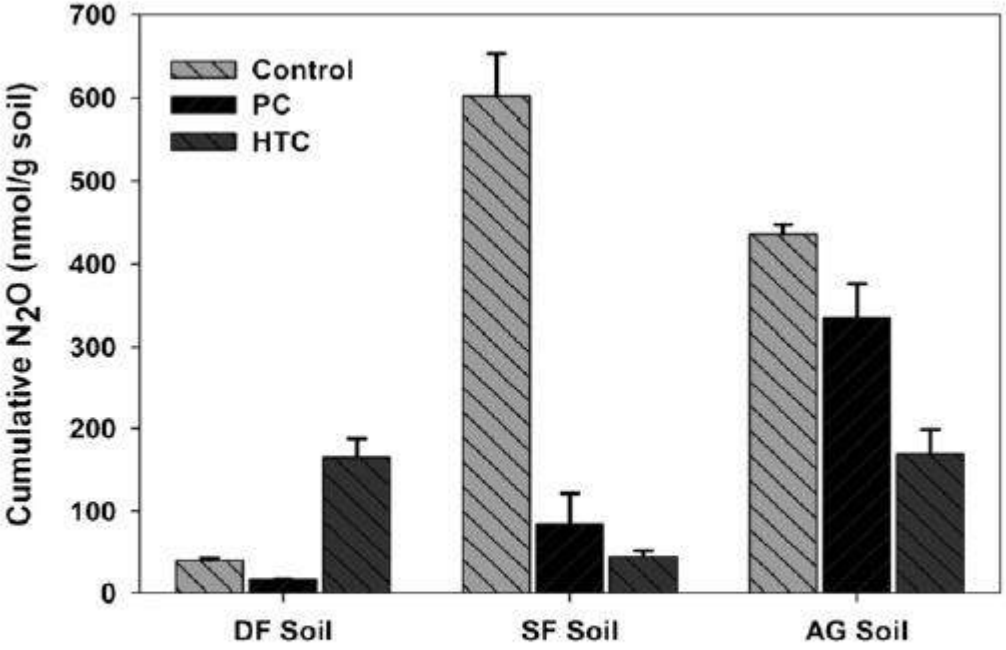
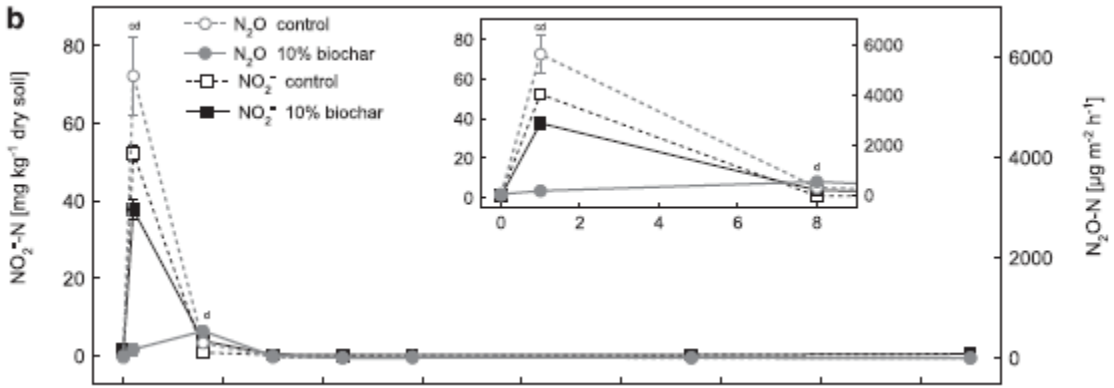
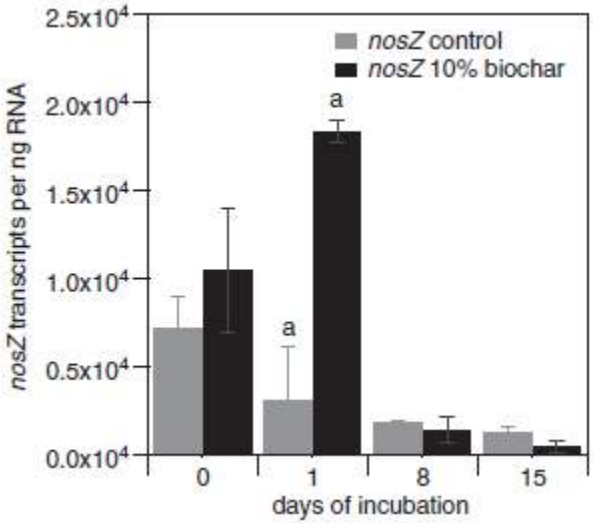


Fig. 5. Cumulative emissions of N_2O different treatments of two forest soils and one agricultural soil after 105 days of aerobic incubation. Error bars represents standard deviation ($n = 3$).

Malghani et al., SBB, 2013

Lachgasminderung beruht auf Erhöhung der N2O-Reduktase Aktivitäten





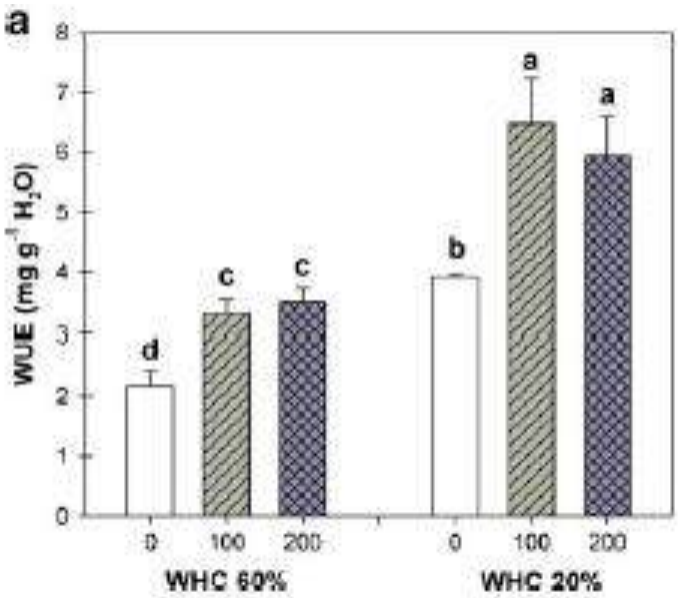
Harter, Krause et al., ISME J, 2014

Inhalte

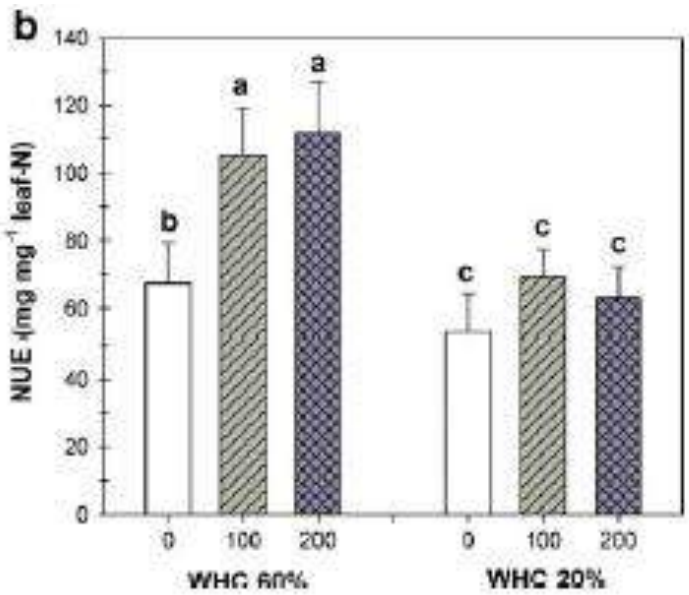
- Was ist Pflanzenkohle?
- Bodenverbessernde Wirkungen und Klimawirkungen?
- Nährstoff- und Wassernutzungseffizienz?
- Einfluss auf Pflanzenertrag?
- Zusammenfassung und Ausblick

Verbesserung der Wasser- und N-Effizienz

Beisp.: Buchweizen



Erhöhung der Wassernutzungseffizienz (=Biomasse pro eingesetzter Wassermenge)

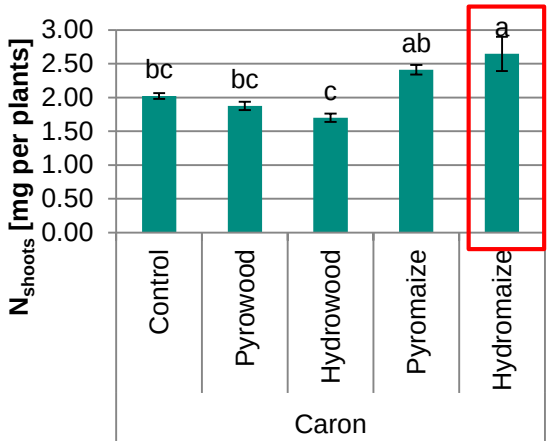


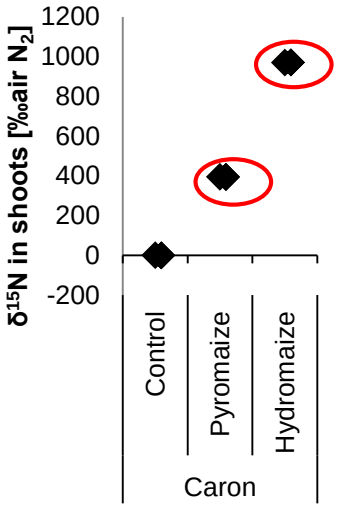
Erhöhung der Stickstoffausnutzungseffizienz (=Biomasse pro N im Blatt der Pflanze)

Kammann, et al., 2011

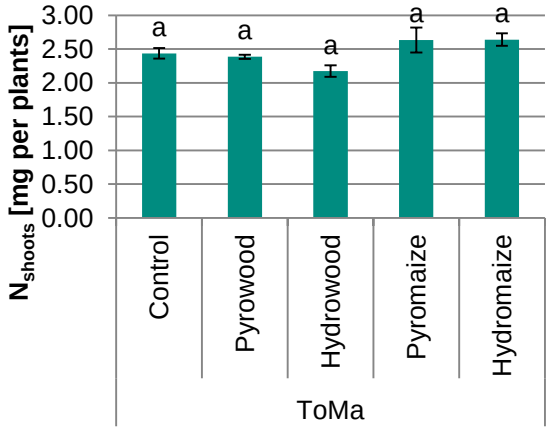
Pflanzen nehmen Pflanzenkohlen-N auf!

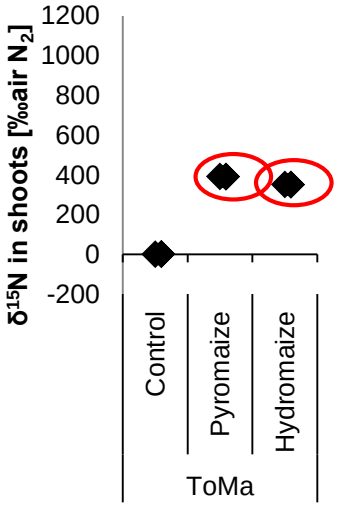
Boden: Caron





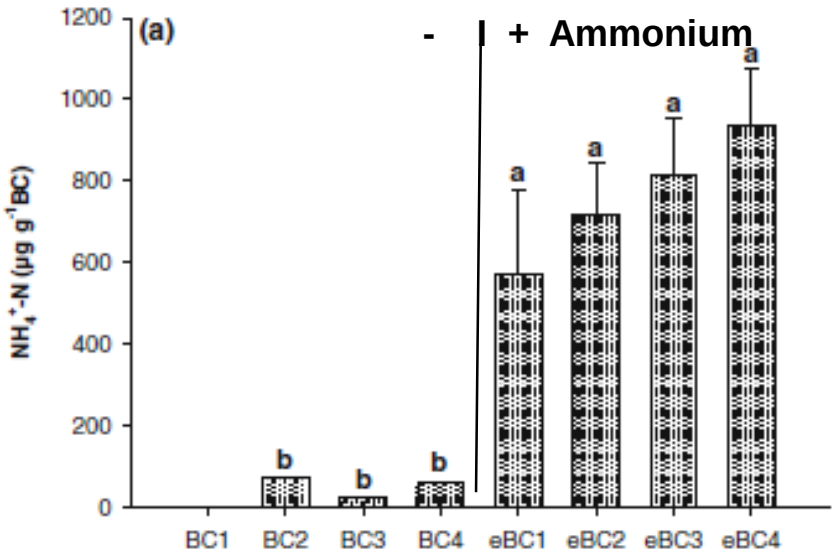
Boden: ToMa



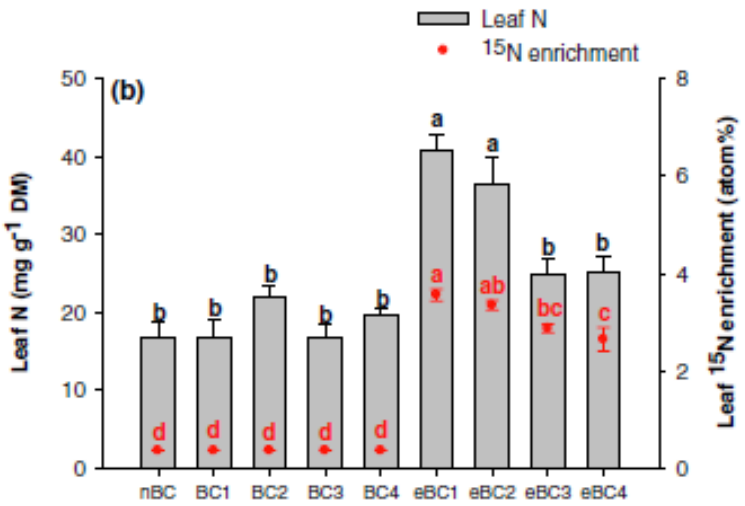


Hobi, Scheifele, et al., in prep.

Biokohle bindet Ammonium-N und macht diesen pflanzenverfügbar



Beladung der Biokohle



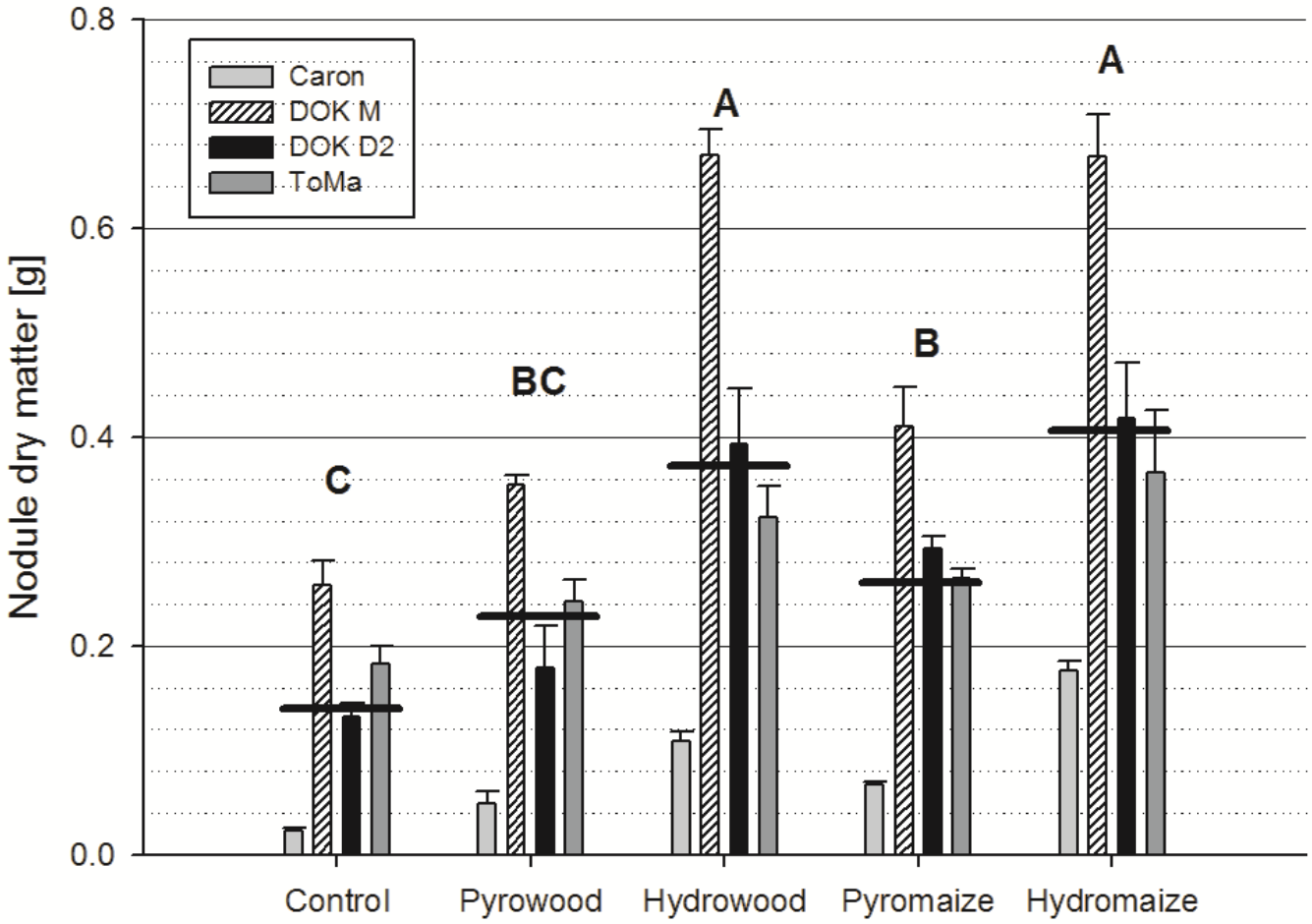
Freisetzung des Ammonium-N und Einbau in Blätter von Weidelgras

Taghizadeh-Toosi, et al., 2011

Inhalte

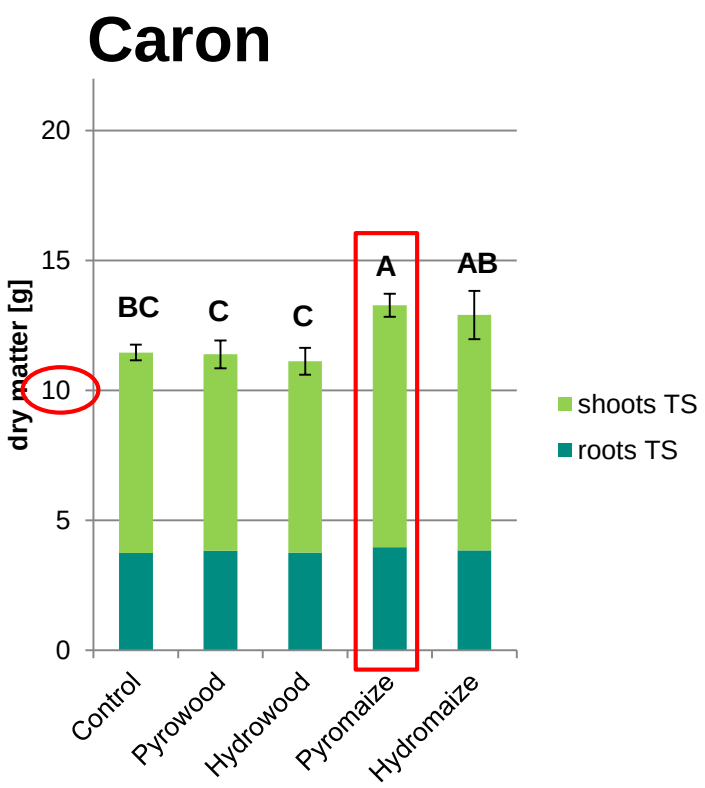
- Was ist Pflanzenkohle?
- Bodenverbessernde Wirkungen und Klimawirkungen?
- Nährstoff- und Wassernutzungseffizienz?
- Einfluss auf Pflanzenertrag?
- Zusammenfassung und Ausblick

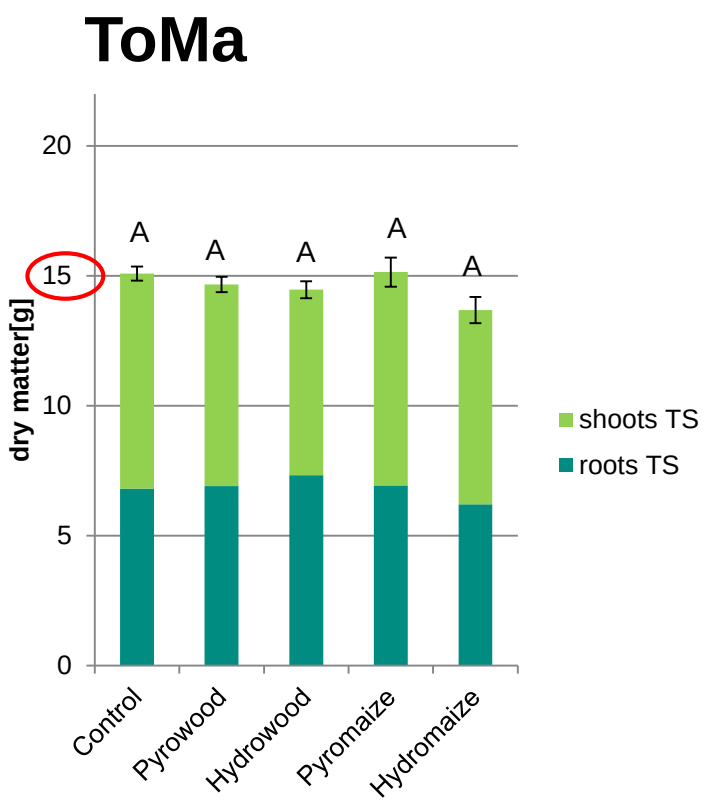
Pflanzenkohle erhöht Masse der Wurzelknöllchen (Rhizobien) bei Soja



Hobi, Scheifele, et al., in prep.

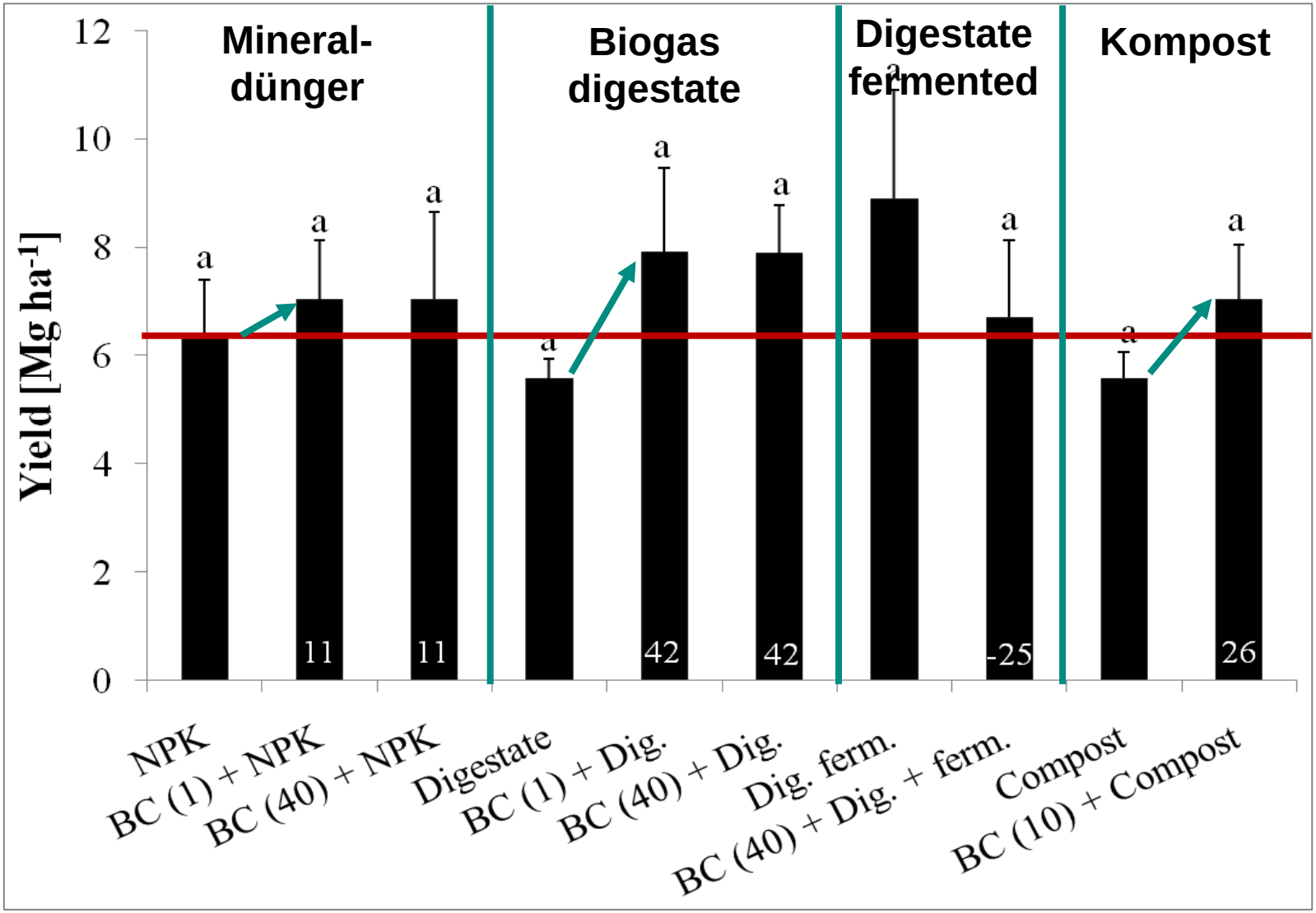
Steigerung auf Sojawachstum jedoch nur in saurem Boden





Hobi, Scheifele, et al., in prep.

„Best practice“ Vergleich (Wendland, D)



⇒ ***Positive biochar effect***

Wiedner et al. In preparation

Inhalte

- Was ist Pflanzenkohle?
- Bodenverbessernde Wirkungen und Klimawirkungen?
- Nährstoff- und Wassernutzungseffizienz?
- Einfluss auf Pflanzenertrag?
- Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung und Ausblick

- Je nach Ausgangsmaterial, Temperatur und Druck entsteht eine andere Kohle!
- Der Kenntnisstand zu den Effekten von Pflanzenkohle im Freiland ist bislang gering, Forschungsaktivitäten laufen!
- Viel versprechendes Potential von Pflanzenkohle für Anwendungen im Acker- und Gemüsebau. Höchstes Potential wird allgemein für schlecht versorgte, marginale Böden gesehen. Interaktion Kohle x Boden sehr wichtig, was eine Empfehlung für die Praxis bislang erschwert.
- Positive Klimawirkung (C-Sequestration und N2O-Minderung) in vielen Versuchen nachgewiesen und per Meta-Analyse bestätigt (Cayuela et al., AGEE, 2014; 30 Studien)
- Wirkung auf Pflanzenertrag sehr variabel (−28% to 39%, Jeffery et al., SBB, 2011).
- Zulassung im Biolandbau noch nicht abschliessend geklärt….

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Weitere Infos:
http://www.fibl.org/de/themen/klima.html

http://www.fibl.org/de/schweiz/forschung/bodenwissenschaften/bodenwissenschaften-forschungsschwerpunkte.html#c20174