

Erfahrungen mit Pflanzenkohle (u.a. bei Rebkulturen) – mit Blick auf Wasser/Nährstoffe/Kosten/Herstellung im Feld

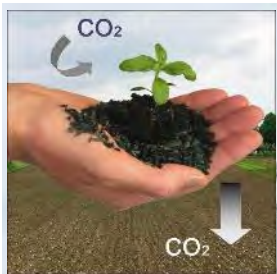
Vortrag von **Dr. Carola Holweg** auf Einladung von

AGRECOL e.V.

Verein zur Förderung standortgerechter Landnutzung

18. September 2021, Ortenberg

Dr. Carola Holweg (Dipl.Forstw., Dr. rer nat. Biol.)
Nachhaltigkeits-Projekte, www.carola-holweg.de
Alte Str. 13, 79249 Merzhausen
Tel. 0761-4309741, mail@carola-holweg.de

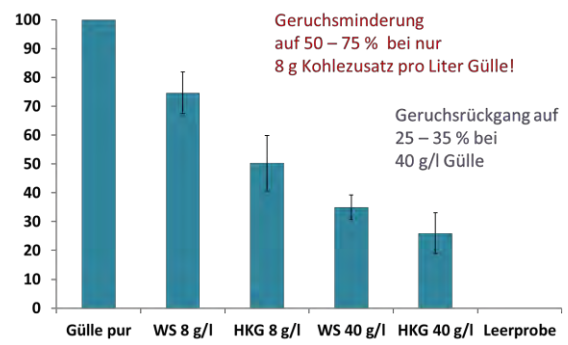


Gefördert durch den Innovationsfonds Klima- und Wasserschutz

badenova
Energie. Tag für Tag

Dr. Carola Holweg
Nachhaltigkeits-Projekte
seit 2009

Merzhausen (bei Freiburg i.Br.)



Das Amazonasgebiet ist eine der Regionen weltweit, an denen man Terra preta – ähnliche historische Bodenverbesserungsmaßnahmen fand...



Terra Preta: Bodenverbesserungsmaßnahmen ohne Kohlenstoff. Dieser ist viel das Indiz für gesunde Böden. Man kann Regenwasser schnell infiltrieren – ein Beweis dafür, dass die Böden im Regenwald richtig sind.



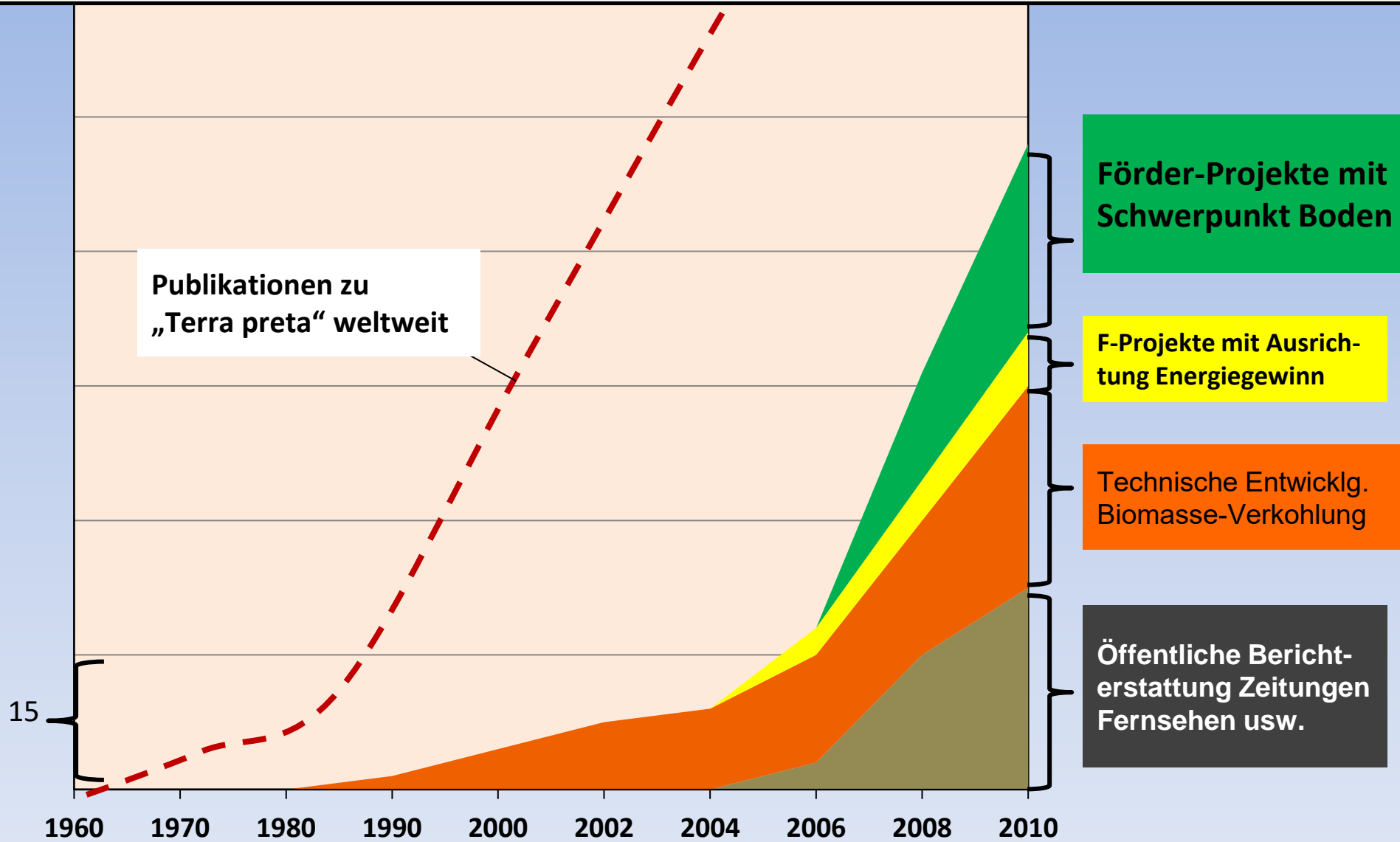
Terra Preta do Indio

s. Interview mit Mario Heckel und
Haiko Pieplow (BMU) auf Internet-Sendung
„Alpenparlament“

die Fruchtbarkeit der Böden führte in der modernen Zeit zu illegalem Abbau (jetzt gestoppt)



Historie Interesse an Verkohlungstechniken in Deutschland



A scenic landscape featuring a lush green mountain in the background, a dense forest of evergreen trees in the middle ground, and a valley with vibrant yellow-green fields and brown plowed earth. Several wooden buildings, including a small shed and a larger barn, are scattered across the valley. The text "Böden sind Lebensgrundlage" is overlaid in white, italicized font across the center of the image.

Böden sind Lebensgrundlage

Grundsätzliche Faktoren, die Bodendegradierung und Humus-Abbau verhindern helfen



Foto: E. Unterseher (LTZ)

Bewurzelung des Bodens

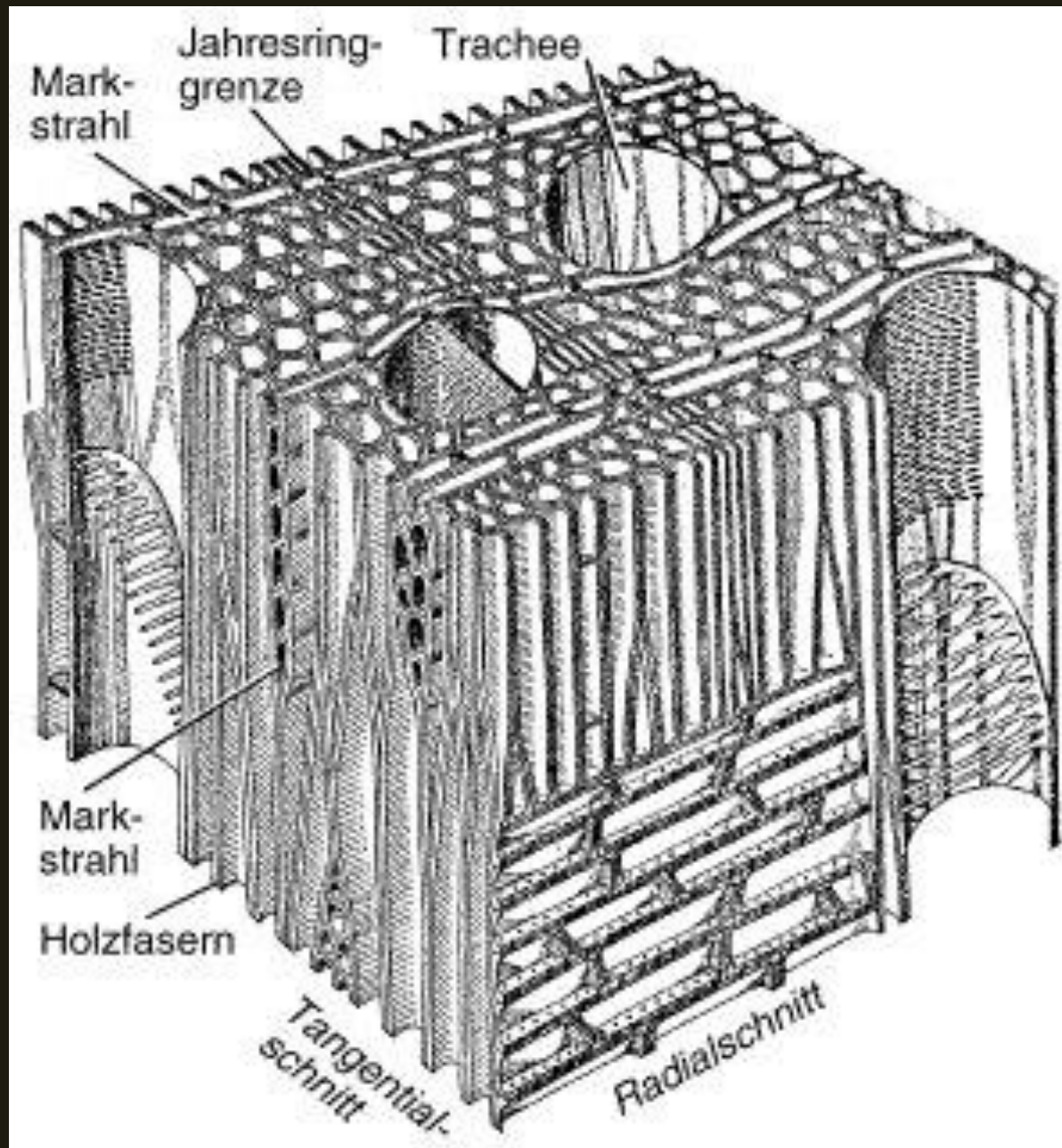
Bodenverdichtung vermeiden

Regenwürmer fördern

Trockenheit vermeiden

Inwiefern werden diese Faktoren durch die Anwendung von Pflanzenkohle beeinflusst?

HOLZ



Holziges Ausgangsmaterial ist nach wie vor das hauptsächlichste Verkohlungsgut für Pflanzenkohle weltweit (Stand 2021)

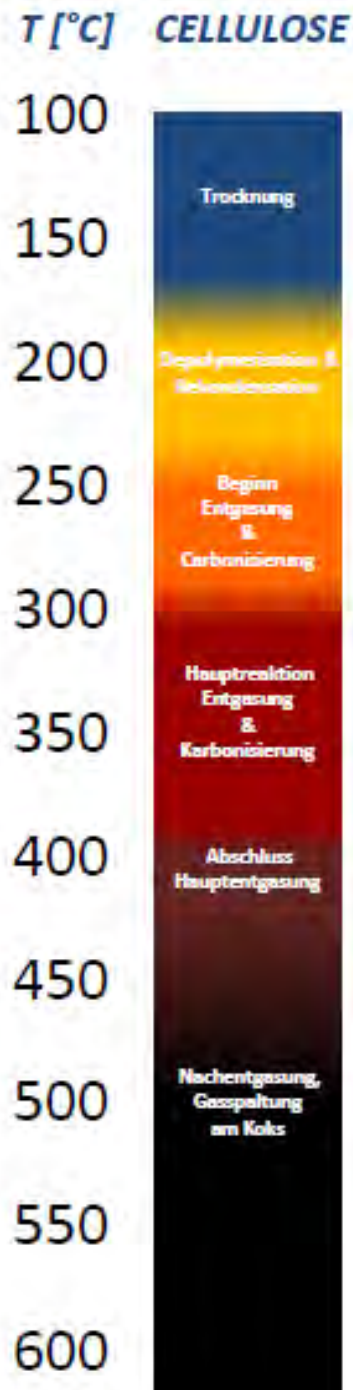
Was passiert mit HOLZ, wenn es verkohlt?



Pyrolyse ebenso bei Lagerfeuern
und Vegetationsbränden



Verkohlungsprozess von Holz durch Pyrolyse



Trocknung

Beginn der Entgasung und Carbonisierung

Abschluss Hauptentgasung

Nachentgasung

Skala s. Quicker et al.

Pyrolyse im Drehrohr



Rinde
100%
51,4 % C



Pyrolysegas



Biokoks
ca. 34%
81-86 % C

- Ofenwandtemperatur: 700 °C
- Eintrag ca. 0,8 kg/h
- Koksausbeute: 22 – 36 %

Wie kann Pflanzenkohle den
Aufbau von Humus unterstützen?



Wassersaugtest



Wasseraufnahme im Vergleich zum Eigengewicht

Grobe Kohle: **3-fach**

C. Holweg 2018



Gemahlene Kohle: **4 fach!**

Wasseraufnahmefähigkeit von Kohlen im Vergleich zum Eigengewicht

C. Holweg 2018

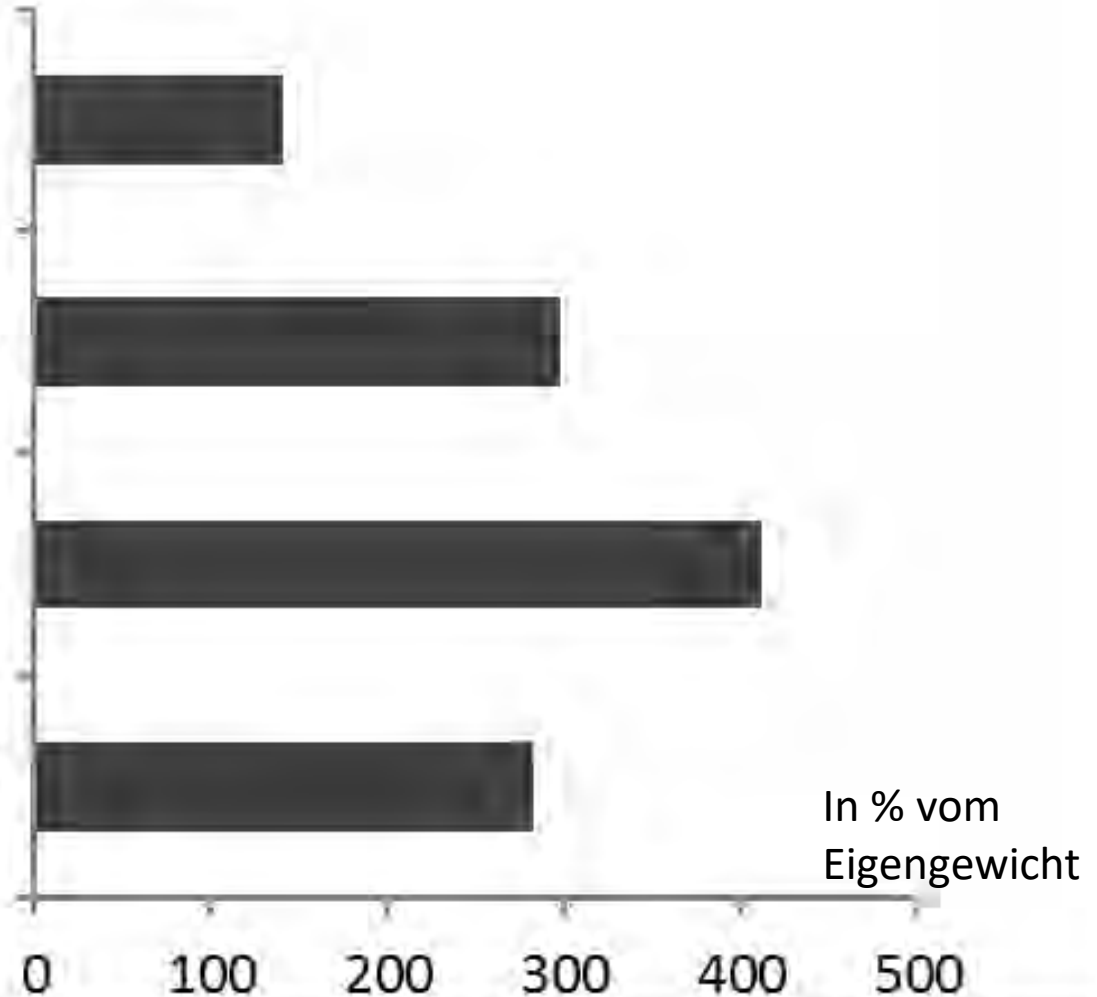
Steinkohle (Aktivkohle)

CM-Holzkohle grob

CM steht für Carbo-Mob (s. Folie 39)

CM-Holzkohle gemahlen

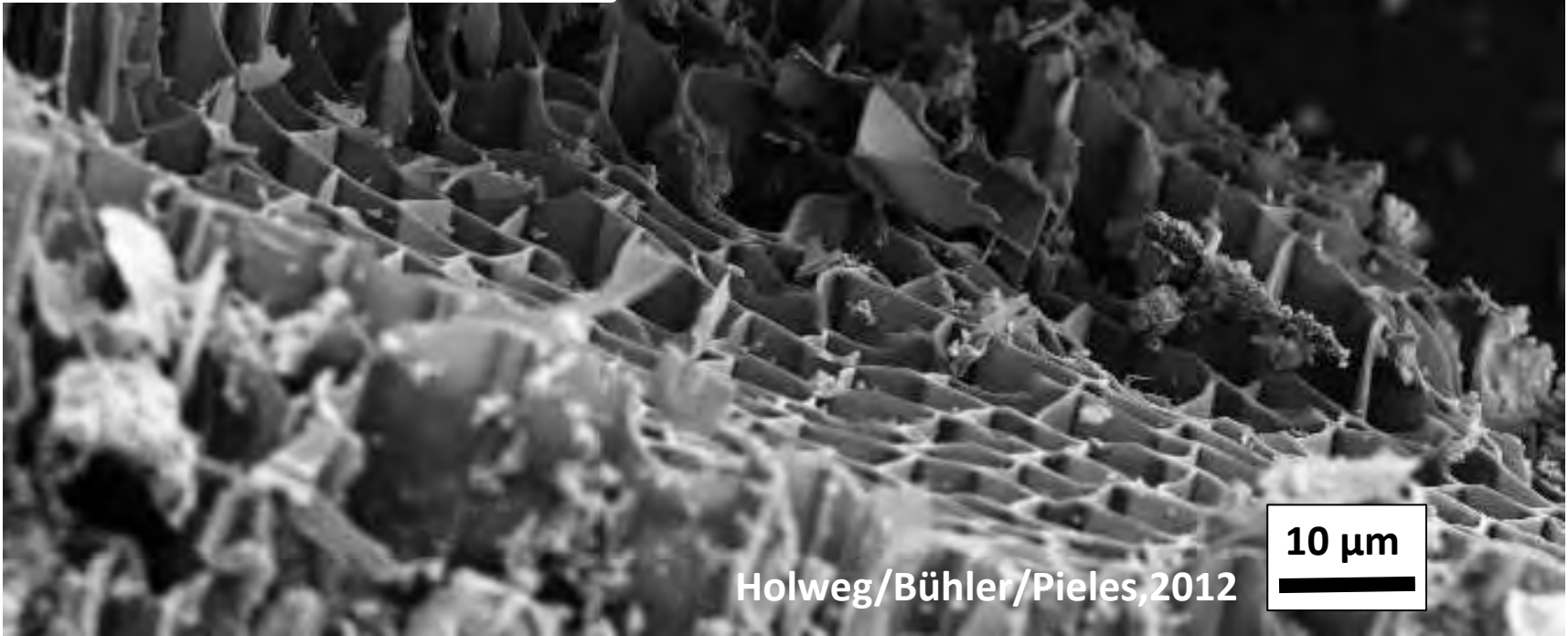
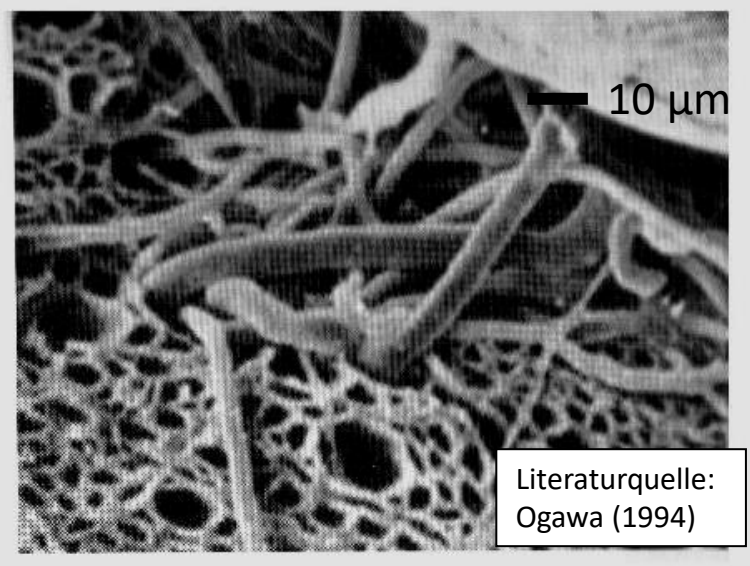
Pyreg-Kohle (gemischt grob/fein)



In % vom
Eigengewicht

Verwendet wurde hier Pyregkohle aus Siebresten, d.h. etwas feiner als grobe CM-Kohle

Holzkohle wird belebt („bio-aktiviert“)



Ergebnisse aus der Ko-Kompostierung von Grünschnitt mit Holzkohle

2013



Pilzmycelien, die Holzkohle-
stücke durchdringen



1 cm



Vorbehandlung ist gut

Organic coating-Effekt



„Holzkohle fördert Bodendurchlüftung und Pflanzengesundheit“
ist alt bekannt

Nr. 1.

Achter Jahrgang.

1840.



Allgemeine Gartenzeitung.

Eine Zeitschrift

für Gärtnerei und alle damit in Verbindung stehende Wissenschaften.

In Verbindung mit den tüchtigsten Gärtnern und Botanikern des In- und Auslandes,
herausgegeben

Friedrich Otto,

Albert Dietrich,

Sonnabend, den 4. Januar.

**Ueber
die Verwundung der Pflanzen durch Stroh,
reifer u. s. w. unter Anwendung der Kohle.**

Von
Geron. Virechow Dr. Medicinal,
in Berlin.

tragen bedürftigen. Derselbe betrifft die Art, die (er-
siegelt in diesem Aufsatz) eine sorgfältige Methode,
Pflanzen aus Stroh, Blüthen und Blüthen, Erde u.
je vermehren, indem man diese Erde in Reihengän-
gen setzt; ein Verfahren, welches sich bei solchen Ge-
wächsen, die nach der besten Methode gezeuget werden
können, eben die Methode machen, die ebenfalls die

Hinweis von:
Andreas Thomsen, Kenzingen, BW

Dichte von Pflanzenkohlen

z.B. Holzkohle aus Landschaftsgehölzpflege



grob



gemahlen



Dichte = 0,13 kg/Liter

0,16 kg/Liter

kg-Angaben in Trockenmasse

„Holzkohle fördert Bodendurchlüftung und Pflanzengesundheit“
ist alt bekannt

Nr 1.

Achter Jahrgang.

1840.



Allgemeine Gartenzeitung.

Eine Zeitschrift

für Gärtner und alle damit in Beziehung stehende Wissenschaften.

In Verbindung mit den tüchtigsten Gärtnern und Botanikern des In- und Auslandes,
herausgegeben

Friedrich Otto,

Albert Dietrich,

Sonnabend, den 4. Januar.

**Ueber
die Verwechslung der Pflanzen durch Stroh-
reifer u. s. w. unter Anwendung der Kohle.**

Von
Herrn Doctor Dr. Saccarini,
in Wien.

tegen bedürftigen. Dasselbe betrifft die Art, die (un-
sicher ist in diesem Umfang) eine angestrichene Weibst,
Pflanze und Heide, Blau- und Schwarzst. Erde u.
je vermehren, indem man diese Erde in Reihspal-
ten setzt; ein Verfahren, welches sich bei solchen We-
nichten, die nach der besten Bildung Schutzangeweise
haben über die Ursache machen die schädlichen Ma-

ten, waren, was wohl vermuthet werden konnte, die meisten
Wurzeln über und unter den Köpfen durchgegangen, sie
hatten sich aber alle in die Kohle gezogen, und dort so stark
gewuchert, daß es unerlässlich nöthig wurde, sämtliche Knol-
len noch einmal umzupflanzen, und zwar in bedeutend grö-
ßere Gefäße. Natürlicherweise mischte ich nun auch Kohle
unter die Erde, in welche ich sie setzen wollte, und zwar

*„...die Wurzeln hatten sich alle in
die Kohle gezogen...“*

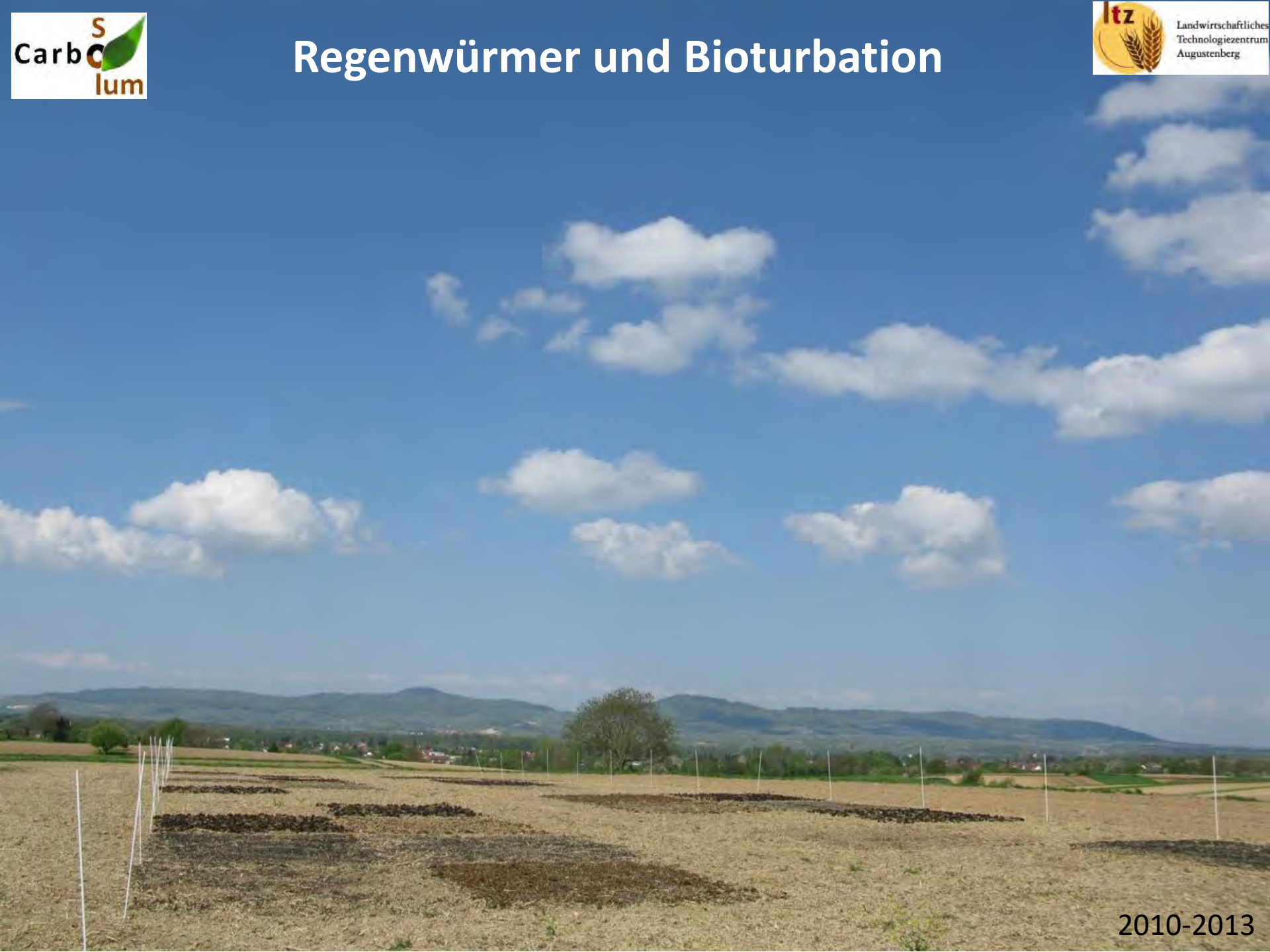
Hinweis von:
Andreas Thomsen, Kenzingen, BW

Zufallsbeobachtung
am Pflasterrand, wo
Stückchen von Holzkohle
für einige Zeit lagen.



C. Holweg 2013

Regenwürmer und Bioturbation



Gute Akzeptanz von Holzkohle bei Regenwürmern, die auf ihrem Fraßweg alles mögliche aufnehmen



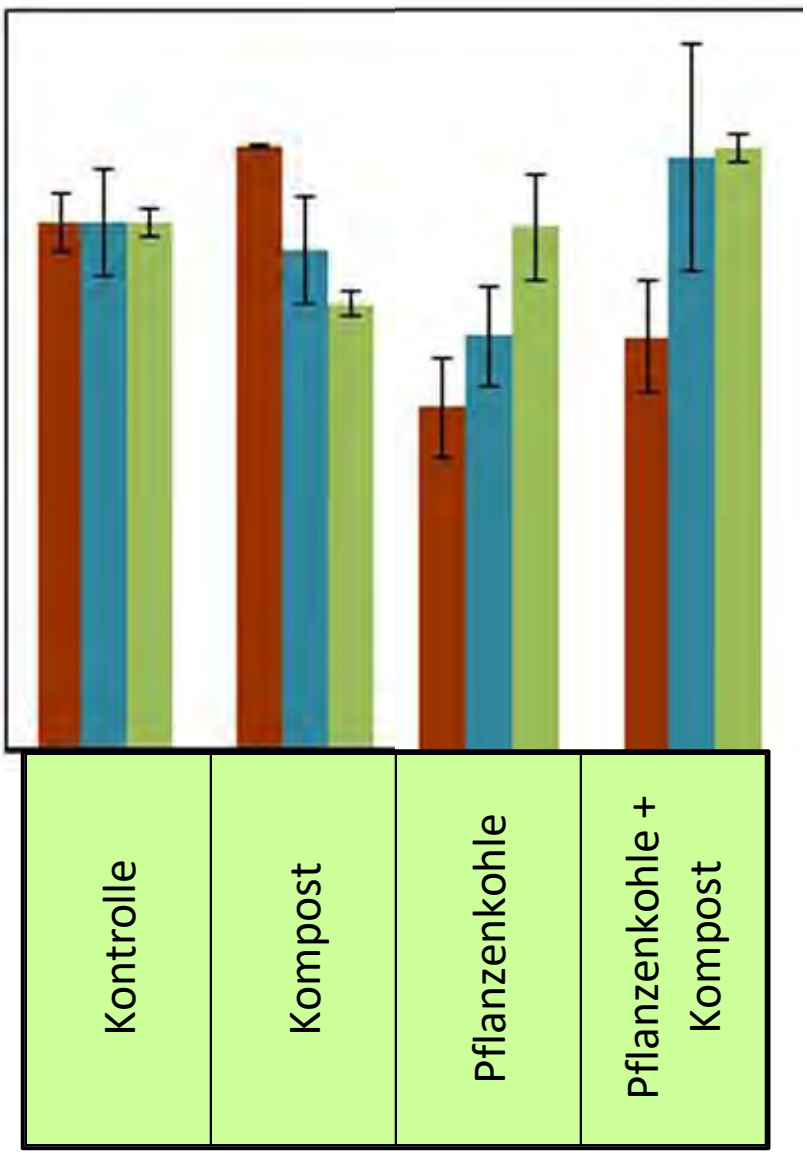
Aufnahme der Wurmlösungsfrequenz



64 Felder-
gitter
0,1 m²

Aufnahme der Wurmlösungsfrequenz nach Anwendung von Pflanzenkohle mit und ohne Kompost

In Prozent der Kontrolle (Nullfläche)



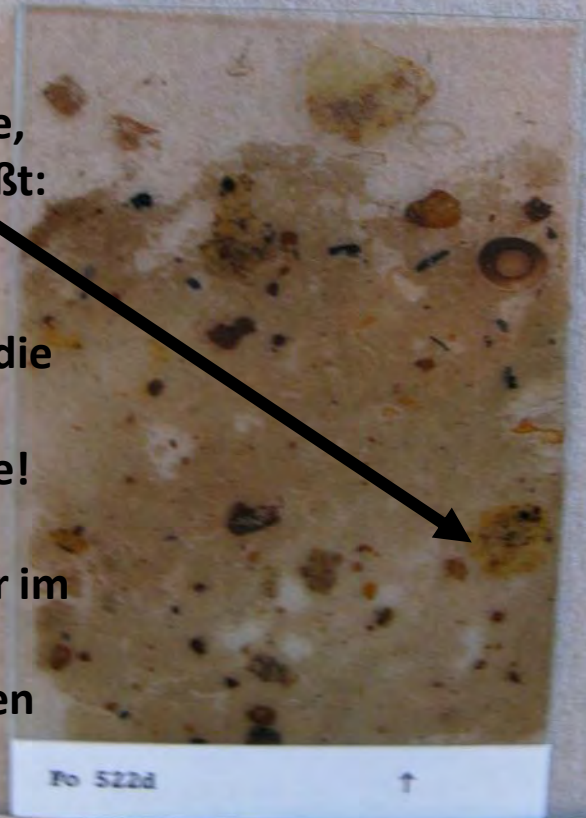
■ 2011
■ 2012
■ 2013



2005 P 8 (FO58f)
overburned field with slight grass cover
loose crumbly structure.
Leg. Erdmann fec. Beckmann



2005 P22 (Fo 522d)
slightly overburned field
crumbled structure, Annelid activity
altered and displaced charcoals particles
leg. Ehrmann fec. Beckmann



**Oberboden-Schnitte,
Rechts: gelblich heißt:
hier waren
Regenwürmer
vorhanden, sodass die
Kohle in den Boden
eingearbeitet wurde!
Im Bild links waren
keine Regenwürmer im
Boden und die
Kohlestücken blieben
oben liegen**

Für Pflanzenwachstum

wurde im Feld eine leichte
Anregung durch Pflanzenkohle +
Kompost beobachtet
(auch im Vergleich zu Kompost allein)

**Effekte im Gewächshaus-
Versuch fielen stärker aus.**



Partikel im Boden (Landwirtschaft) nach der Bodenbearbeitung



Vor der Ausbringung

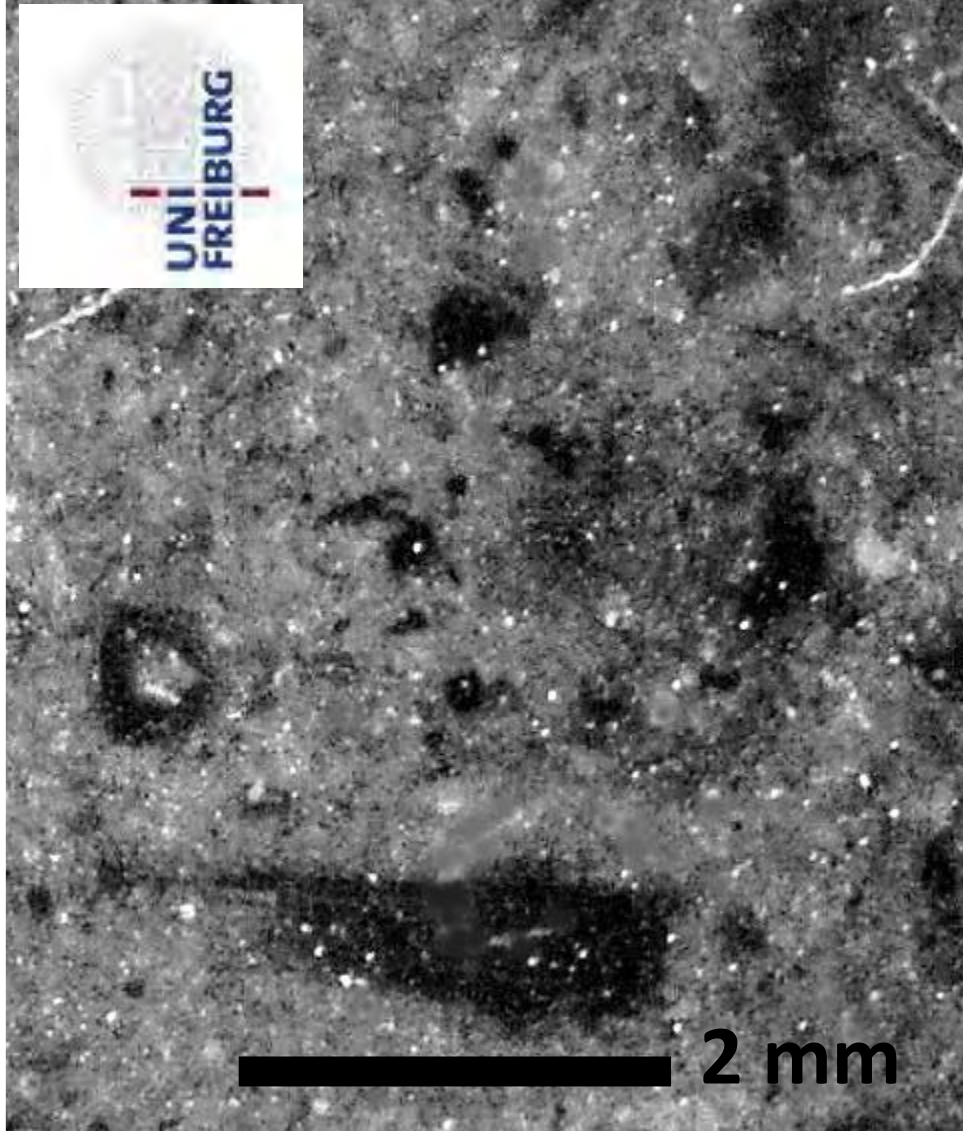


nach 3 Jahren

C. Holweg

Harzeinbettung einer Wurmlosung Auf Pflanzenkohle-Acker (Feinschliff)

Frage: bis zu welcher Größe finden sich Kohlestücke in Wurmlosungen (Ableitung Empfehlung zur Vorbehandlung von Kohle)?



Einbettung einer Wurmlosung in Harz

Foto: E. Ballstaedt (Bachelorarbeit, Inst. f. Bodenökologie, Universität Freiburg + Büro für Nachhaltigkeits-Projekte Dr. Carola Holweg)



Wespe saugt 0,5 Stunden an der nassen Kohle (Wasser, Mineralstoffe?), Holweg 2015

Stichwort-Summary: Wie kann Pflanzenkohle den Aufbau und die Resilienz von Humus unterstützen?

- **Wasserspeichervermögen**
- **Synergien durch „organic coating“**
- **Positive Reaktion von Regenwürmern**
- **mikrobielles Habitat /Wurzel-Habitat**
- **Nährstoffspeicherung**

Einfluss von Pflanzenkohle auf die Nitratverlagerung in Junganlagen

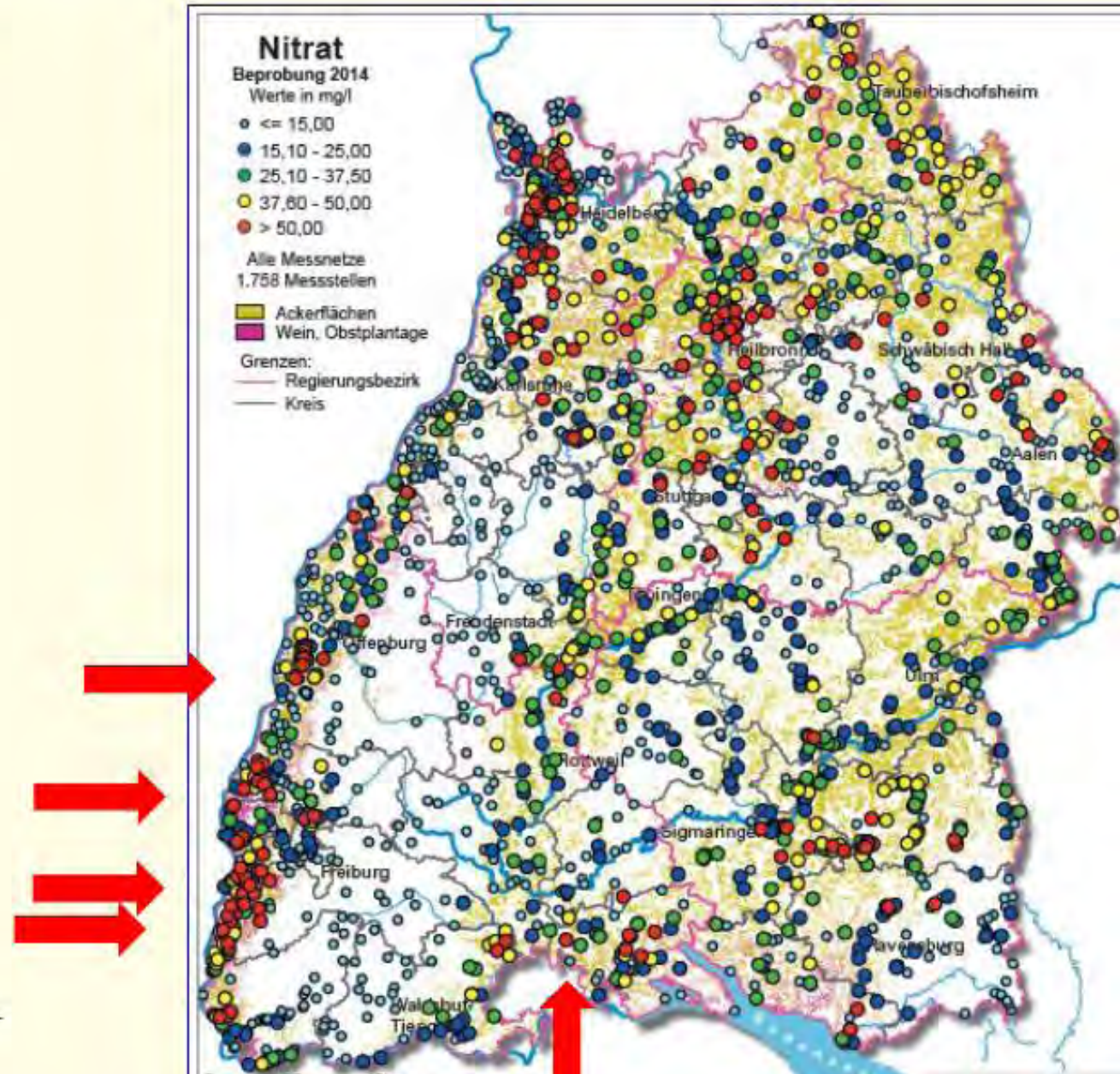
Carola Holweg¹ und Monika Riedel²

¹Nachhaltigkeits-Projekte, Merzhausen

²Staatliches Weinbauinstitut Freiburg

Nitratgehalte 2014 an den Landesmessstellen

(aus LUBW:
GW-Überwachungsprogramm.
Kurzbericht 2014)



K. Mastel, Infotgg. „Neues Düngerecht“, F.-
Tiengen am 14.11.2017

Landschaftsbild



In einzelnen Zeilen wurde in lechtinigen Pflanzenkohle-Kompost eingearbeitet (links). Die Nitratstickstoffgehalte waren in den Kollivarienten im Frühjahr 2017 signifikant höher.

Terra preta im Fokus der Wissenschaft

Rebenjunganlage !

Mit Pflanzenkohle gegen Nitrat

Durch ihre Speicherfähigkeit ist Pflanzenkohle ein langlebiger Träger für Wasser sowie Nährstoffe und könnte auch als Mittel gegen die Auswaschung von Nitrat interessant sein. Ein laufendes Projekt zu dieser Frage wird durch den badenova Innovationsfonds unterstützt.

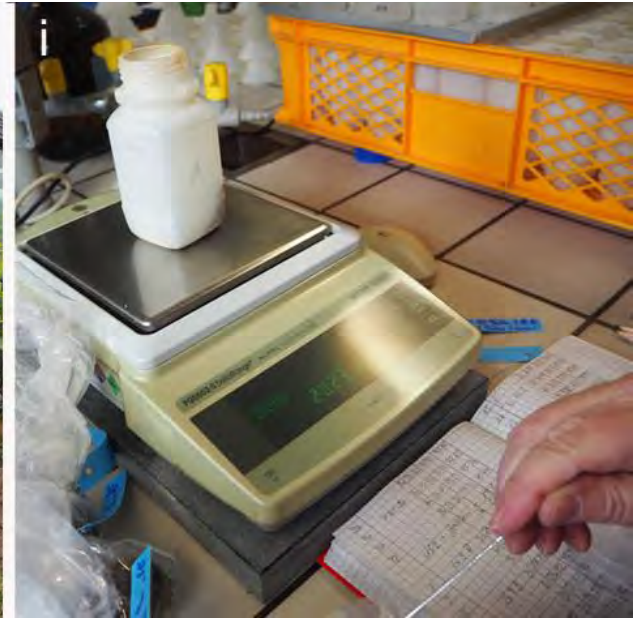
räume ein. Wie Untersuchungen an der Universität Tübingen und Geisenheim zeigten, steigert eine dünne organische Schicht auf der Pflanzenkohlenoberfläche die Speicherwirkung für Nährstoffe noch mehr. Im Boden geschieht diese Be-

Düngern kombiniert, wie Kompost oder Tresten, und ihre Oberfläche dadurch auch mikrobiell aktiviert. Ohne Vorbehandlung kann es zu einem Nährstoffdefizit für Pflanzen kommen, was jedoch von der aktuellen Versorgungslage des

Ergebnisse Weinbauprojekt Pflanzenkohle in Junganlagen

VinoCarb

(verwendet wurde Carbo-Mob-Kohle, die mit Grünschnittkompost ko-kompostiert wurde)



***verringerte Verlagerung von Nitrat im Boden**

***Bodenwasserspeicherung verbessert**

***Traubeninhaltsstoffe: tendenziell bessere Voraussetzung für gute Gärqualität**



...kreative Überraschung
aus dem Kaiserstuhl 2017

Herstellung von Pflanzenkohle aus Landschaftspflegematerial vor Ort?



Carbo-Mob-Projekt C. Holweg 2011-2014



Gefördert durch den
Innovationsfonds
Klima- und Wasserschutz

badenova
Energie. Tag für Tag

Holweg C. (2014) Carbo-Mob: mobile Verkohlung für Restschnittgut aus Landschaftspflege, Wein- und Obstbau, Projektförderung durch badenova Innovationsfonds für Klima- und Wasserschutz, [Abschlussbericht Mai 2014 \(6 MB\)](#).

Holweg C. (2015) Studie "Verkohlung von Restbiomasse aus forstlicher Nutzung (durch mobile Verkohlung)", Abschlussbericht Juni 2015, Förderung durch das Programm EFRE in Baden-Württemberg, Förderrichtlinie Cluster Forst und Holz. Link [Zusammenfassung](#).





Holweg C. (2014) Carbo-Mob: mobile Verkohlung für Restschnittgut aus Landschaftspflege, Wein- und Obstbau, Projektförderung durch badenova Innovationsfonds für Klima- und Wasserschutz, [Abschlussbericht Mai 2014 \(6 MB\)](#).



Fotos: C. Holweg

Pflanzenkohlen aus unterschiedlichen Ausgangspflanzen
(2011-2015)



Holweg C. (2014) Verwertung von Biotoppflegetgut durch mobile Biomasse-Verkohlung, Abschlussbericht April 2014; Studie unterstützt durch den LNV (Landesnaturschutzverband Baden-Württemberg): <http://lnv-bw.de/biotop-pflege-durch-biomasse-verkohlung/>

Pflegeschnitt im Naturschutz 2013/2014



Vortrocknungsversuche für mobile Verkohlung

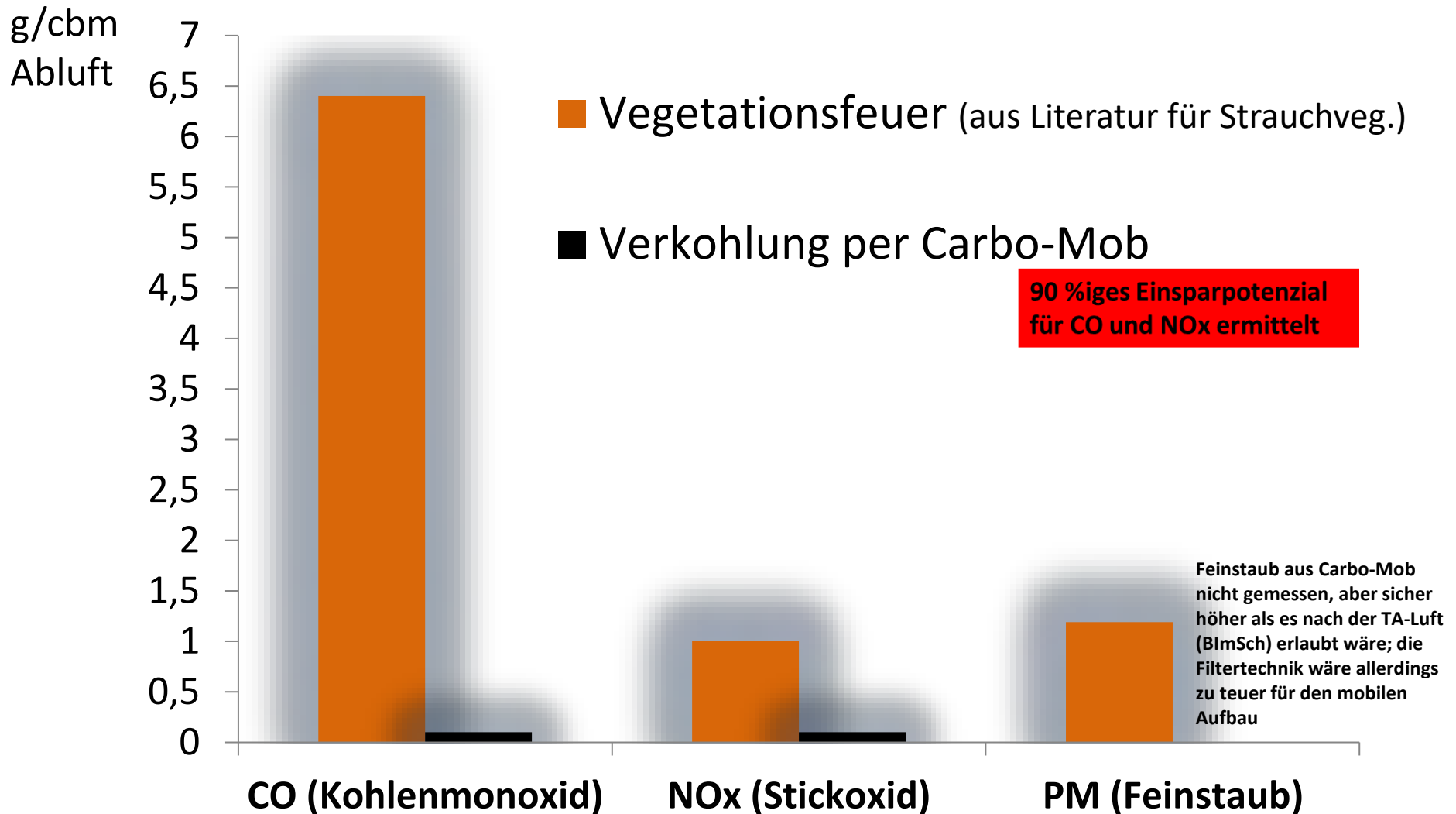
Mindesttrockengrad sollte 75 % sein (= Trockensubstanzgehalt)





Vorbereitungen für die Verkohlung,
die die offene Verbrennung ersetzen sollt

Vergleich der Abgasemissionen zw. offenem Brand und mobiler Verkohlung



Die Ökonomie der mobilen Pyrolyse wäre bei einem Vergleich der Umweltkosten und einer Honorierung der Einsparung von Emissionen sehr viel besser

**Herstellungsverfahren von Pflanzenkohlen sind teuer
sobald etwas mehr Technik im Spiel ist**

Gibt es möglichst einfache Verfahren zum Selbermachen?







Versuche zur Rebholz-Verkohlung

10/2018 – 04/2019





Abb. 3: Abfolge der Probeverkohlung per Wellblech-Meiler. a: Knapp 1 m³ Rebholz von 1,5 Ar stehen bereit; b: Drei Wellbleche zu einem Wall aufgebaut fassen das Material; Reisig wird oben aufgeschichtet und angezündet; c: Nach etwa 2h ist die Hitzeentwicklung komplett, die meisten

Andere Kleintechiken?

Capital Press
The Western Ag Institute

Western Innovator: Farmers test biochar's benefits

Eric Mortenson - Capital Press
Published on September 2, 2015 5:03PM



Thanks to Kelpie Wilson, USA

Offene Verfahren, Wiederentdeckungen alter Techniken



Dr. Armin Siepe, Büro Schwarzerde

Essbare Stadt Waldkirch April 2019 Terra preta Workshop



Rainer Sagawe (Hameln) Pyrokocher „Chantico“





Kleinanlagen, andere Entwicklungsbeispiele



SP-SC GmbH
Demotag
19.2.2019



Bei der Herstellung auf Schadstoffe wie Schwermetalle oder PAK achten



(polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, wie sich auch in allen industriellen Verbrennungsabgasen enthalten sind)

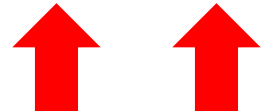




Kohlen aus dem Carbo-Mob
Kohle 1 Kohle 2

Parameter	Einheit	BG	Methode	Probenbezeichnung	
				Kohle 1	Kohle 2
			Labornummer		
Naphthalin (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. EN 15527	1,6	1,2
Acenaphthylen (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. EN 15527	< 0,1	< 0,1
Acenaphthen (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. EN 15527	0,2	0,4
Fluoren (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. EN 15527	0,3	0,3
Phenanthren (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. EN 15527	1,2	1,2
Anthracen (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. DIN EN 15527	0,3	0,3
Fluoranthren (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. DIN EN 15527	0,8	0,9
Pyren (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. DIN EN 15527	0,6	0,7
Benz(a)anthracen (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. DIN EN 15527	0,2	0,2
Chrysen (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. DIN EN 15527	0,3	0,2
Benzo(b)fluoranthren (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. DIN EN 15527	< 0,1	< 0,1
Benzo(k)fluoranthren (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. DIN EN 15527	< 0,1	< 0,1
Benzo(a)pyren (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. DIN EN 15527	0,1	< 0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyren (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. DIN EN 15527	< 0,1	< 0,1
Dibenz(a,h)anthracen (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. DIN EN 15527	< 0,1	< 0,1
Benzo(g,h,i)perylen (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	anal. DIN EN 15527	< 0,1	< 0,1
Summe PAK (EPA) (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS		berechnet	5,60	5,40

Beispiel



Eurofins Umwelt Ost GmbH, NL Freiberg, Gewerbepark Freiberg Ost, Lindenstraße 11, D-09627 Bobritzsch-Hilbersdorf

Angebot

an
 Frau Dr. Carola Holweg
 Alte Straße 13
 D 79249 Merzhausen

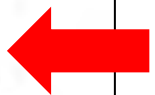
Angebot Nr.: §150810
 Projekt
 Pflanzkohle (Parameterauswahl)

**Beispielangebot
2015**

Bearbeitet
 -555
er@eurofins.de
 Axel Ulbricht
 03731-2076-500/ -520
axelulbricht@eurofins.de

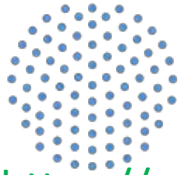
Sehr geehrte Frau Dr. Holweg,
 Entsprechend Ihrer Anfrage bieten wir Ihnen die gewünschten Leistungen gerne wie folgt an:

Position	Leistung/Parameter	Einzel	Anzahl	Gesamt
1	Probenvorbereitung, Wassergehalt	15,00 €	1	15,00 €
2	Schwermetalle im Königswasseraufschluss (Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Zn)	34,50 €	1	34,50 €
3	PAK (Hexanextrakt) Methodenauswahl auf Kundenwunsch	23,00 €	1	23,00 €
Angebotssumme		Netto		72,50 €
		MwSt. 19%		13,78 €
Angebotssumme		Brutto		86,28 €



Bezugsmöglichkeiten von Substraten mit Pflanzenkohle

(einige Beispiele aus Deutschland 2021, viele davon arbeiten mit EM)



CARBUNA

<https://carbuna.com/de/anwendungen/bodenverbesserung/>



CarboVerte



*Terra
Magica*



Weitere Anbieter/Infos:
Stichwortsuche i. Web

= Substrat + Terra preta



Terra Anima[®]

<https://pflanzenkohle.info/>

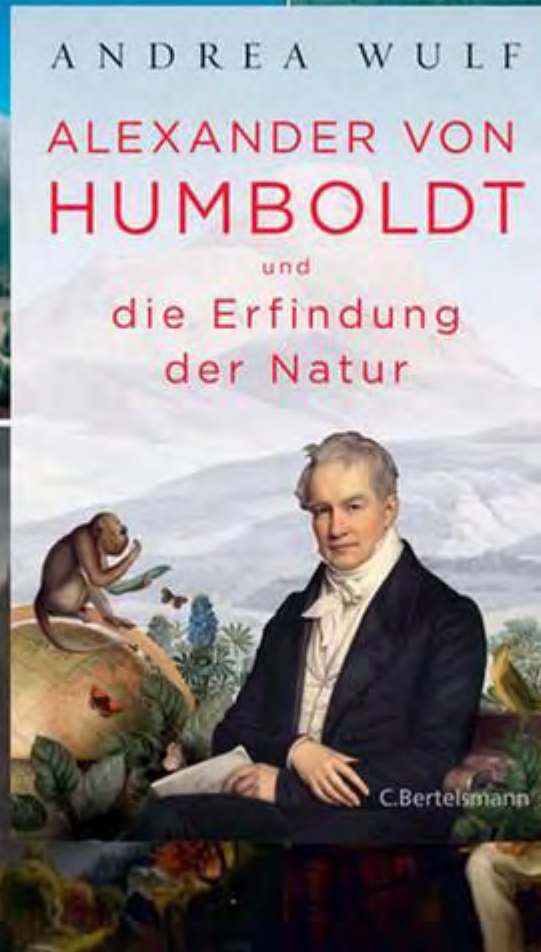


Vielen DANK für Auge und Ohr!



Auch Kohol ist Pflanzenkohle

1800



Er sah die **Natur als Netz des Lebens**. Alles hängt zusammen.
Er begriff die Welt erstmals als einen **lebendigen Organismus**.

Internet

Humboldt stand für ein menschliches Verhalten, das die Erde nicht einfach als mechanistischen Rohstoff sieht, sondern sich in Rücksichtnahme auf die Natur, das Netz des Lebens, bewegt. In Venezuela sah er am Valenciasee die Folgen von Waldodung für landwirtschaftliche Nutzung: der Wasserspiegel des Sees sank ab, die Fruchtbarkeit in der Landwirtschaft nahm im Lauf der Zeit ebfs. ab.