

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

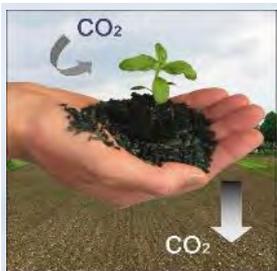
Vortrag von **Dr. Carola Holweg** auf Einladung von

**AGRECOL e.V.**

Verein zur Förderung standortgerechter Landnutzung

18. September 2021, Ortenberg

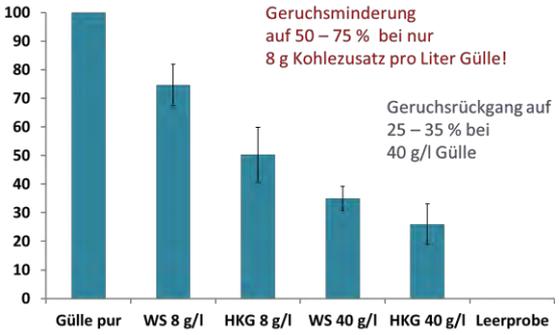
Dr. Carola Holweg (Dipl.Forstw., Dr. rer. nat. Biol.)  
Nachhaltigkeits-Projekte, [www.carola-holweg.de](http://www.carola-holweg.de)  
Alte Str. 13, 79249 Merzhausen  
Tel. 0761-4309741, [mail@carola-holweg.de](mailto:mail@carola-holweg.de)



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: Bodenverbesserer haben eine Kultur der schwarzen Erde geschaffen. Dieser ist viel das Indigo hergestellt. Heute ist das Regenwald schnell wieder ein Beweis dafür, dass die Natur im Regenwald wiederhergestellt werden kann.



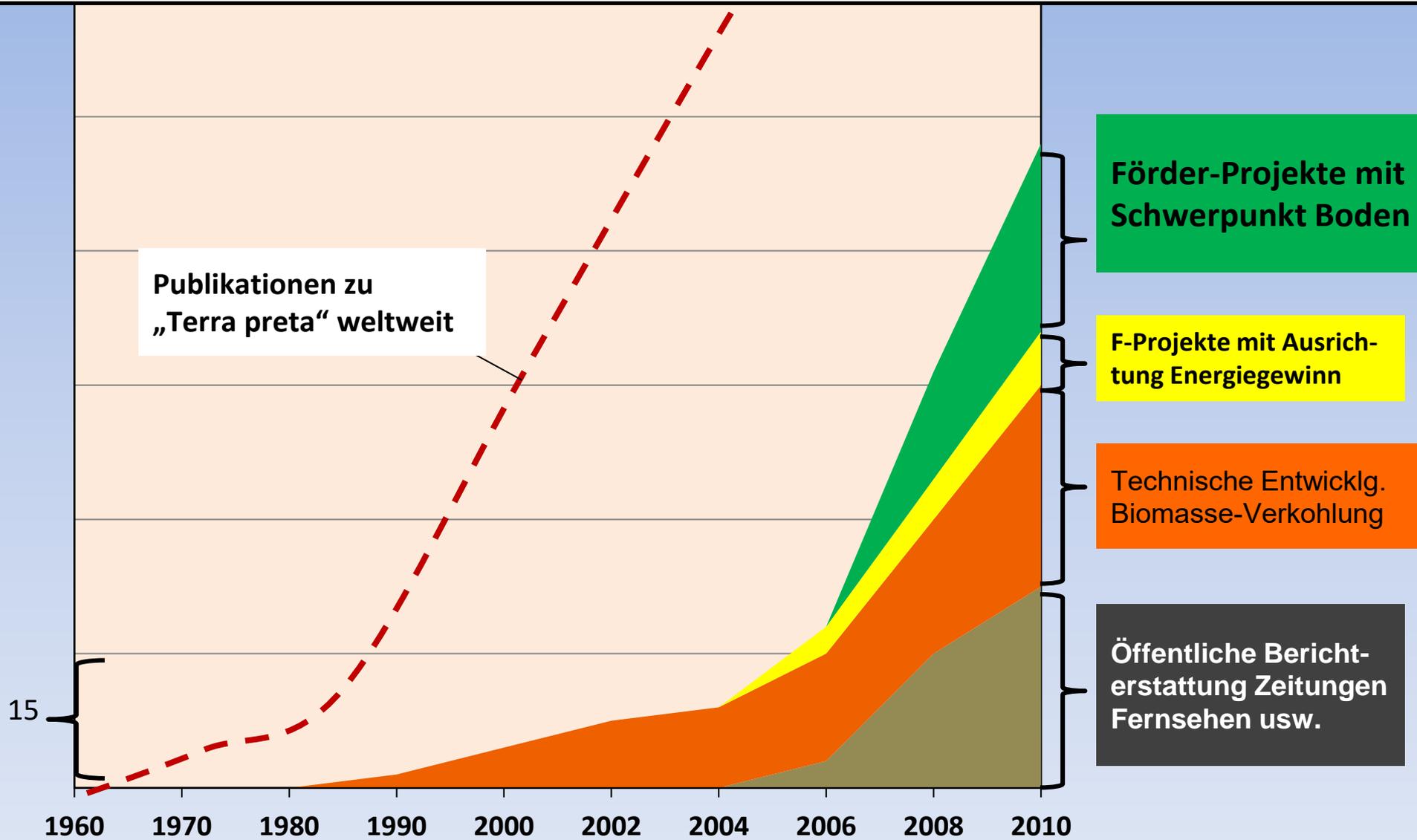
## Terra Preta do Indio

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 in the foreground. Several wooden buildings, including a small shed and two larger barns, are scattered across the fields. A single tree stands in the middle of the valley. The overall scene is peaceful and rural.

*Böden sind Lebensgrundlage*

# Grundsätzliche Faktoren, die Bodendegradierung und Humus-Abbau verhindern helfen



Foto: E. Unterseher (LTZ)

**Bewurzelung** des Bodens

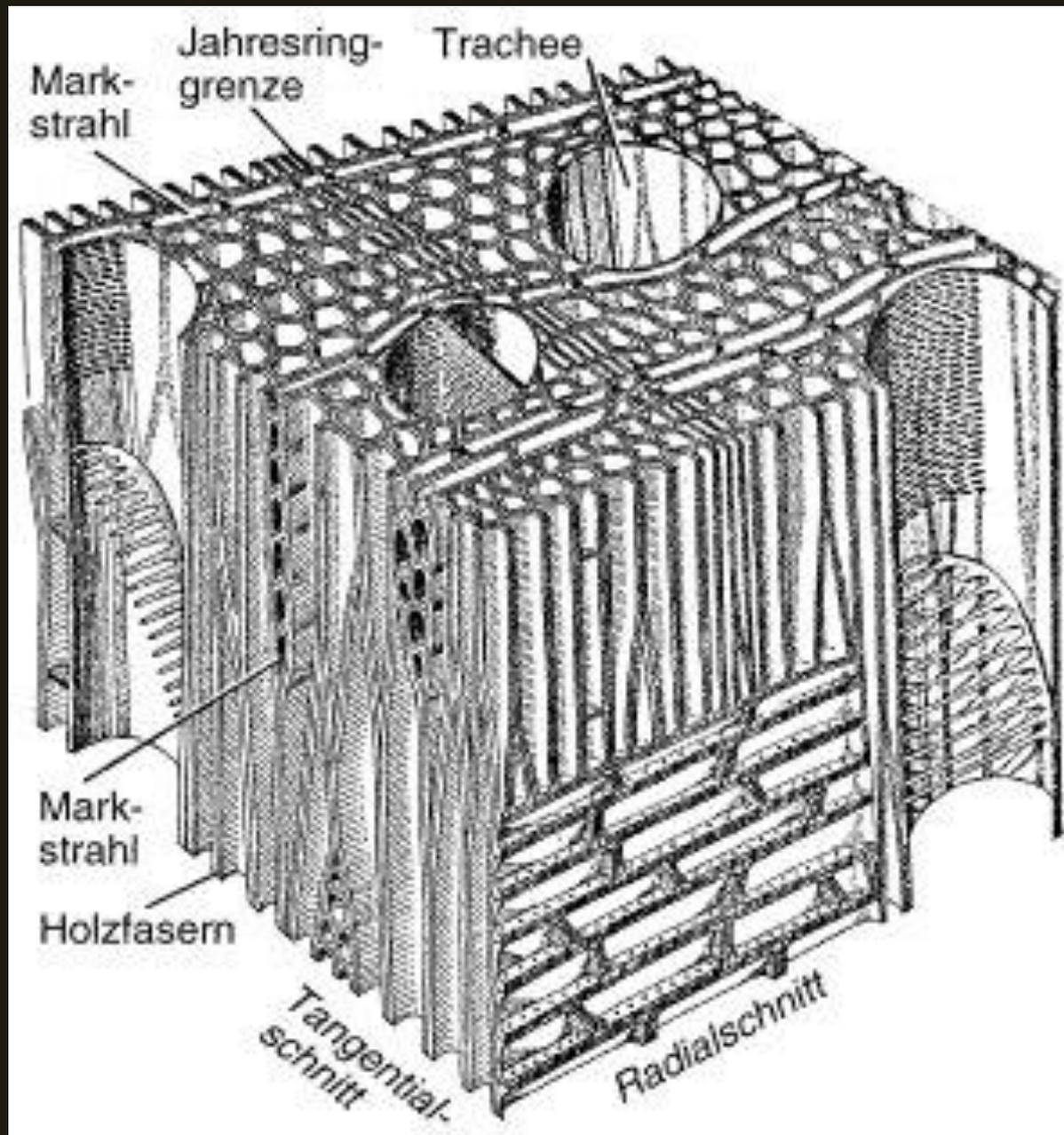
**Bodenverdichtung** vermeiden

**Regenwürmer** fördern

**Trockenheit** vermeiden

Inwiefern werden diese Faktoren durch die Anwendung von Pflanzenkohle beeinflusst?

# HOLZ



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

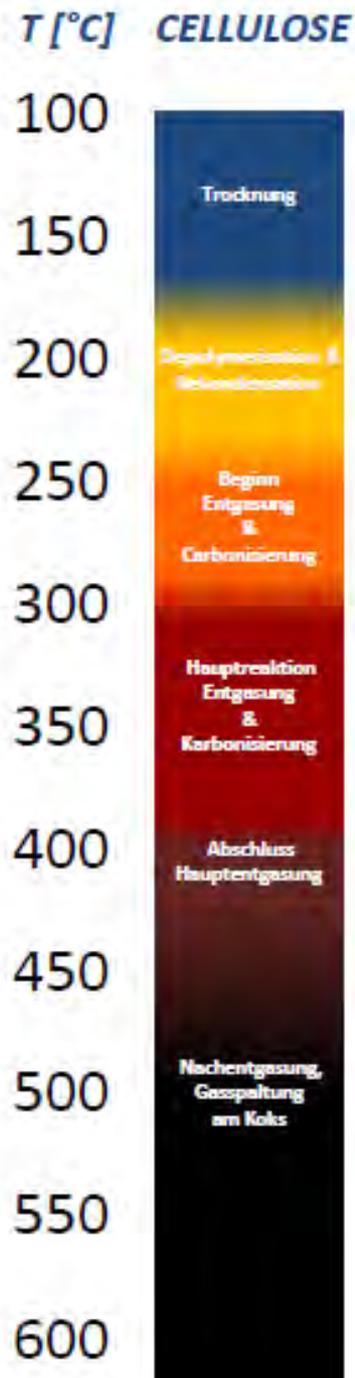
# Was passiert mit HOLZ, wenn es verkohlt?



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)**

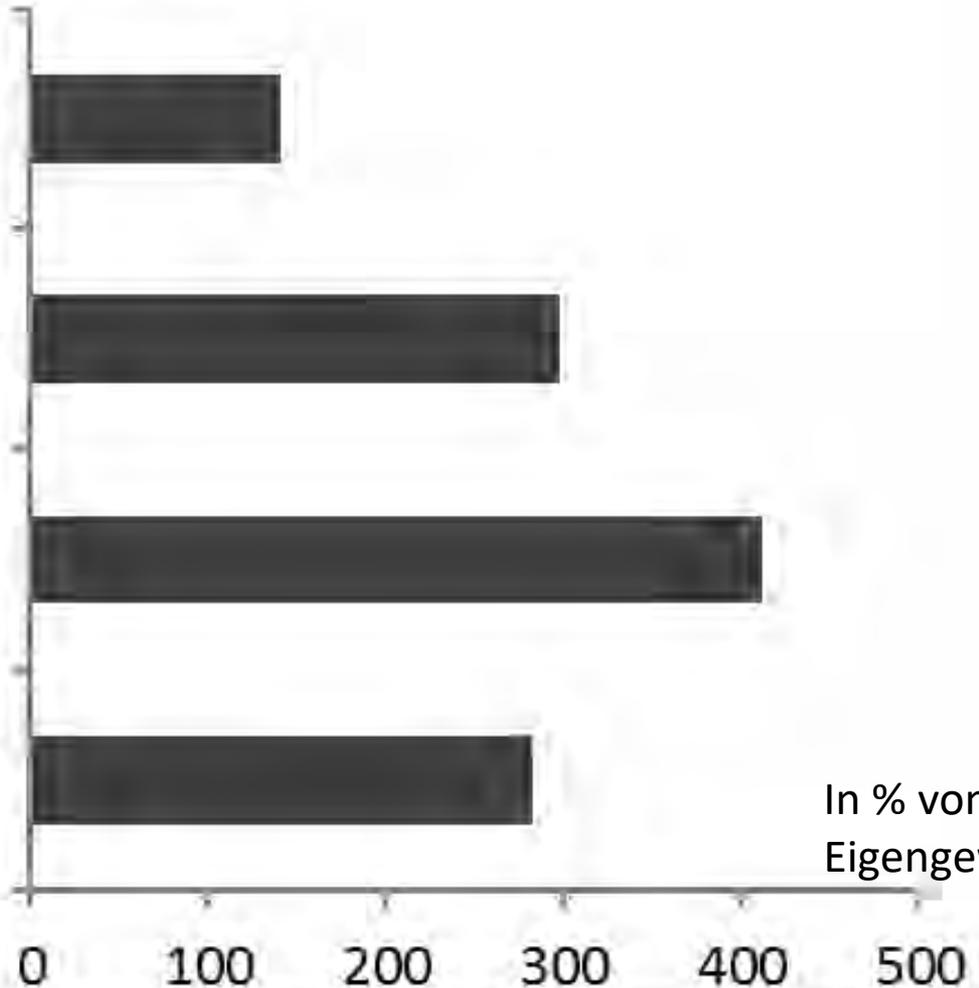
**CM-Holzkohle grob**

CM steht für Carbo-Mob (s. Folie 39)

**CM-Holzkohle gemahlen**

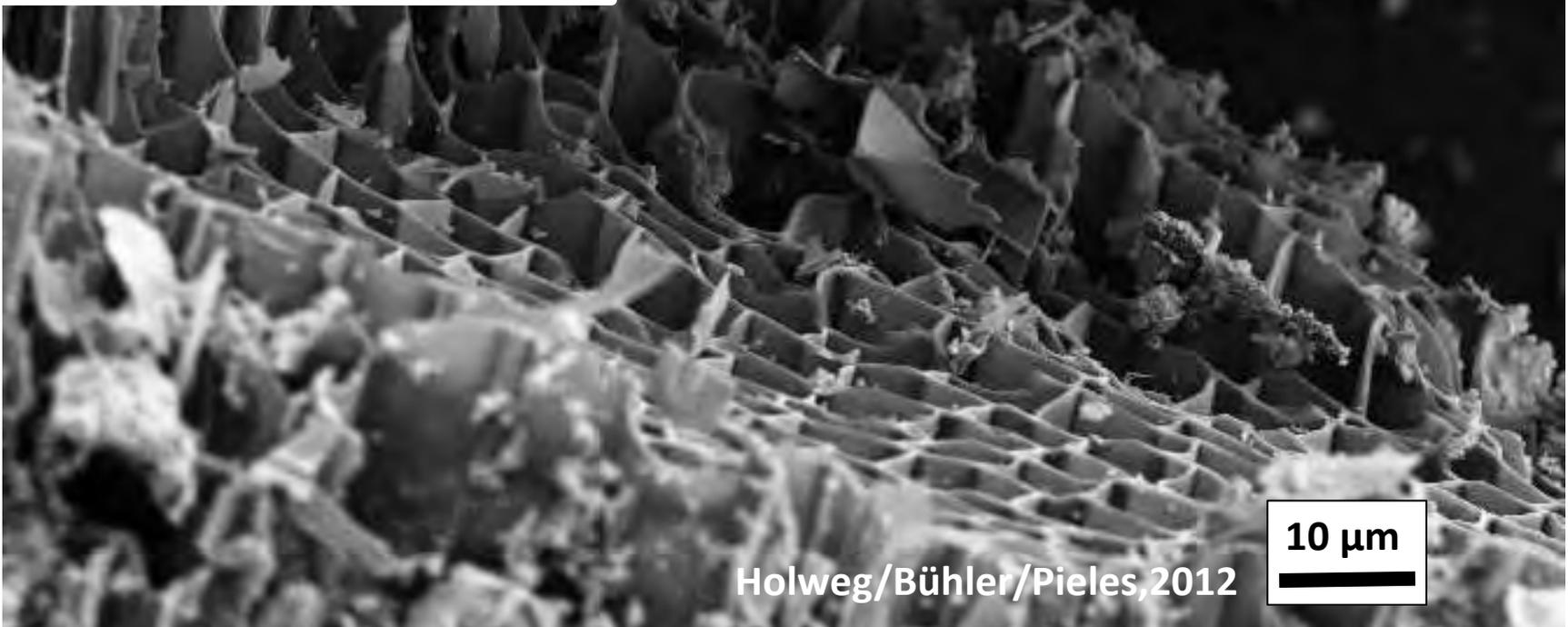
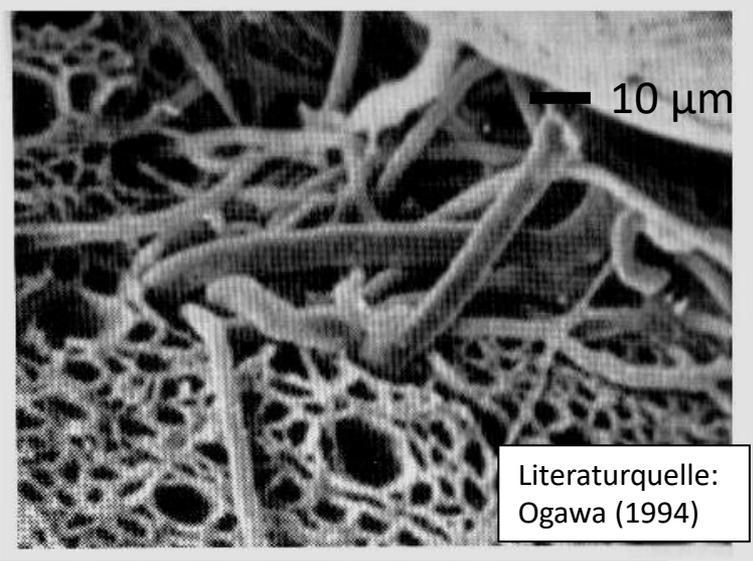
**Pyreg-Kohle (gemischt grob/fein)**

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 Gärtner 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 Vermehrung der Pflanzen durch Steck-  
reisler u. s. w. unter Anwendung der Kohle.**

Von  
Geronimo Freiherrn von Saccorini,  
in München.

tegen bedürftigen. Dasselbe betrifft die Art, die (un-  
sicher ist in diesem Umfang) eine sorgfältige Arbeit,  
Pflanzung und Reife, Blüthe und Frucht, Reife u.  
je vermehren, indem man diese Art in Reihengar-  
ten setzt; ein Verfahren, welches sich bei solchen Ge-  
wächsen, die sich bei hoher Kultur sehr gut eignen,  
wie zum Beispiel bei den verschiedenen Arten der

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. Saccorini,  
in Bologna.

tegen bedürftigen. Dasselbe betrifft die Art, die (un-  
sicher ist in diesem Umfang) eine angestrichene Weibst,  
Pflanze und Heijn. Manne und Baurische, Erde u.  
je vermehren, indem man diese Erde in Reihenspal-  
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



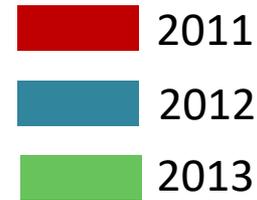
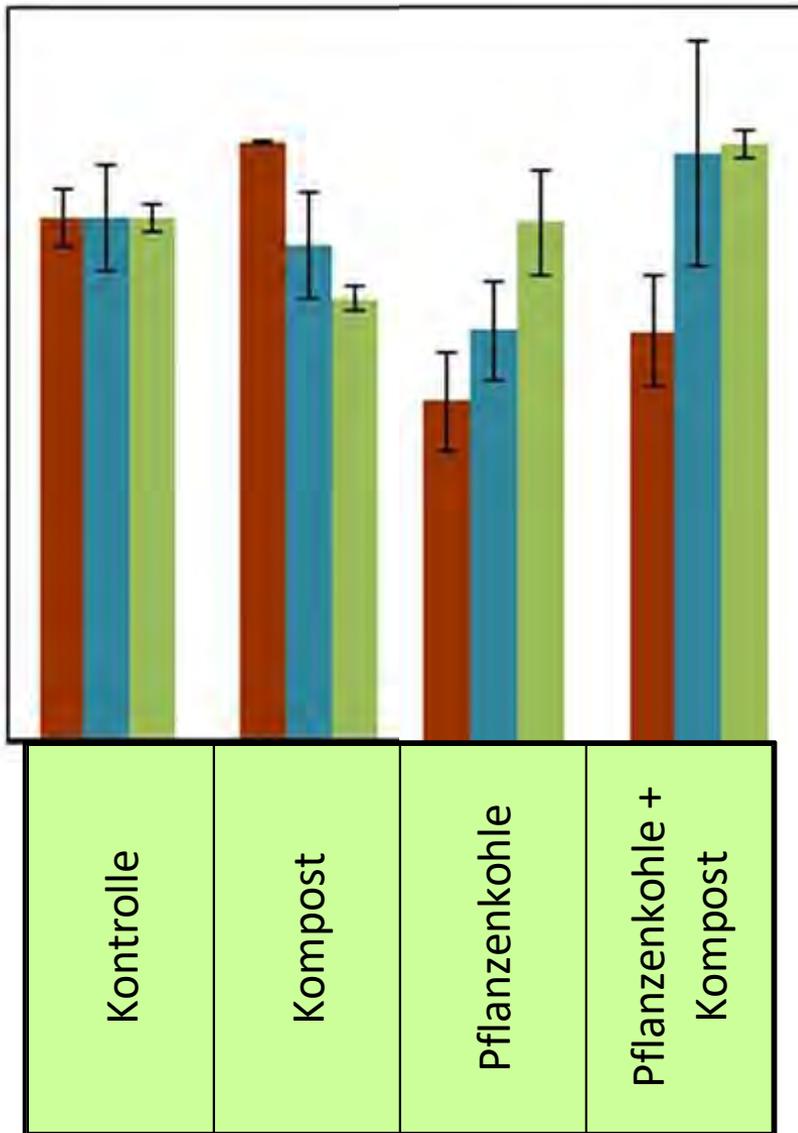
# Aufnahme der Wurmlösungsfrequenz



64 Felder-  
gitter  
0,1 m<sup>2</sup>

# Aufnahme der Wurmlösungsfrequenz nach Anwendung von Pflanzenkohle mit und ohne Kompost

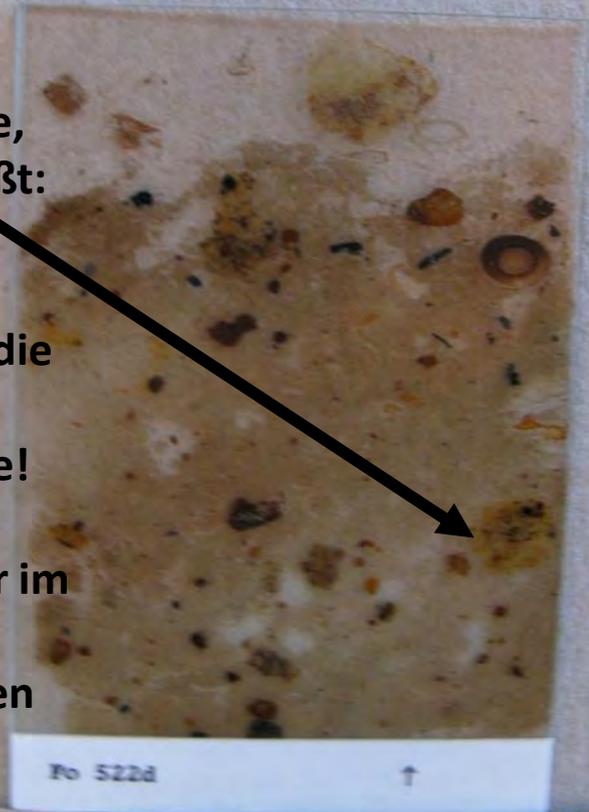
In Prozent der Kontrolle (Nullfläche)



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



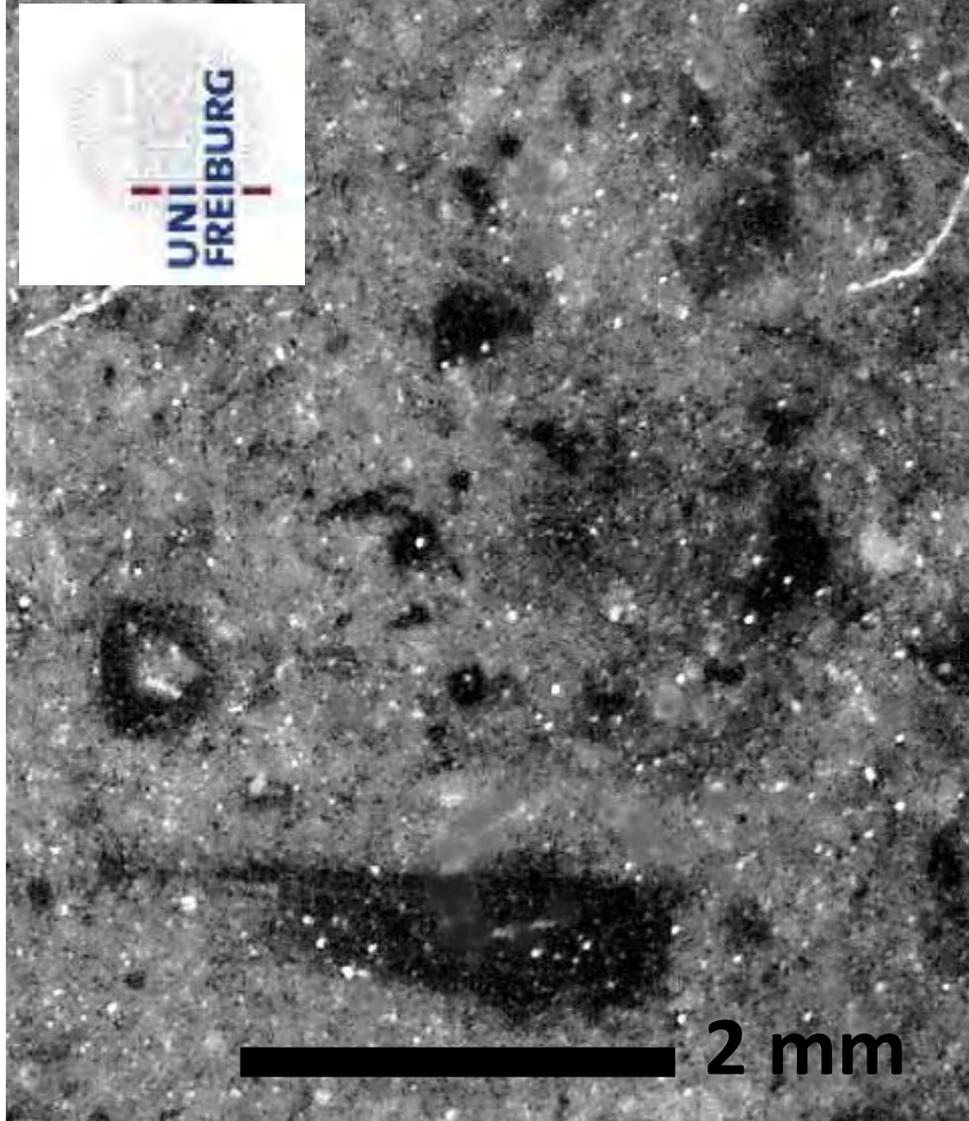
Vor der Ausbringung



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

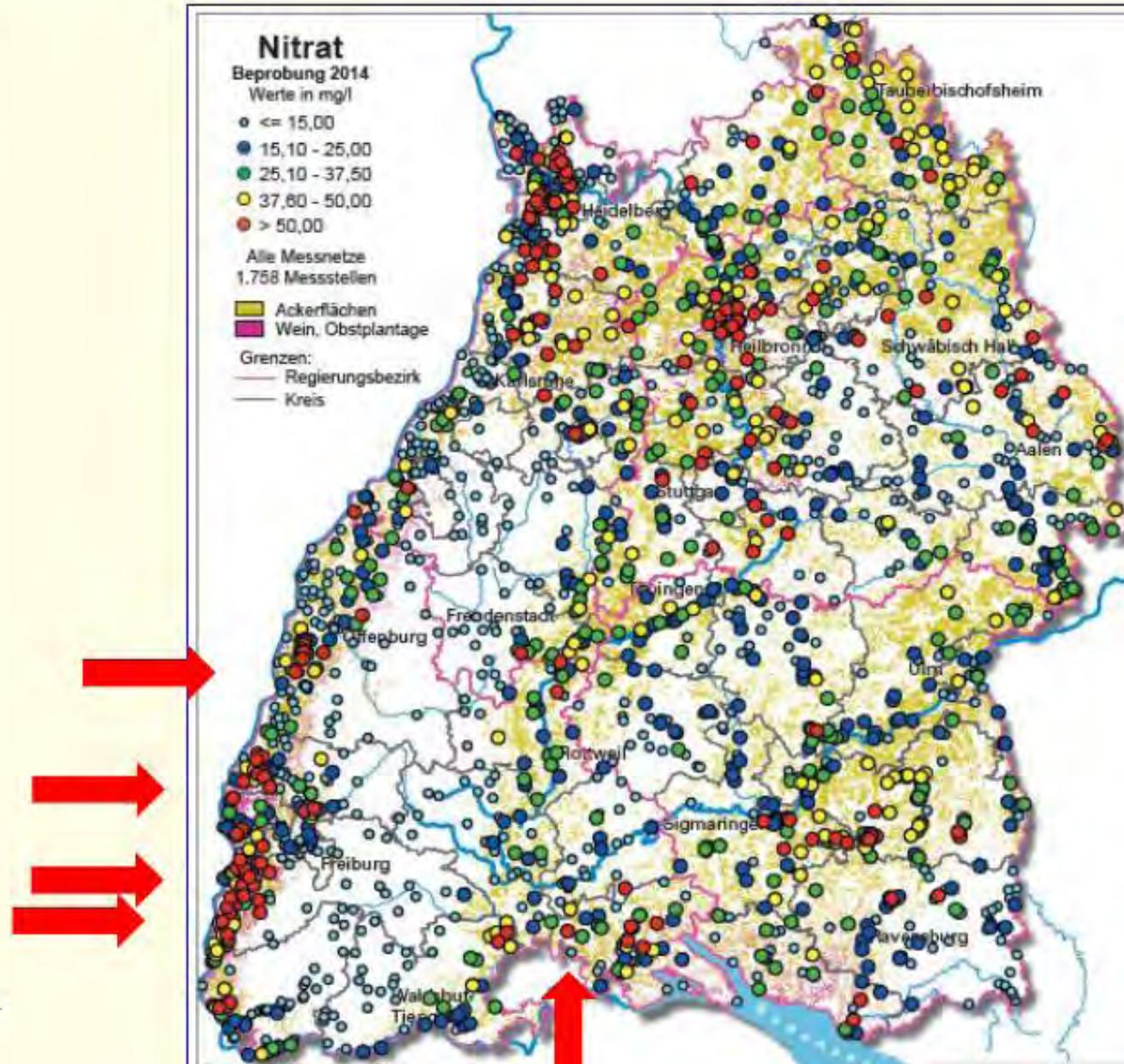
*Carola Holweg<sup>1</sup> und Monika Riedel<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Nachhaltigkeits-Projekte, Merzhausen

<sup>2</sup>Staatliches 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

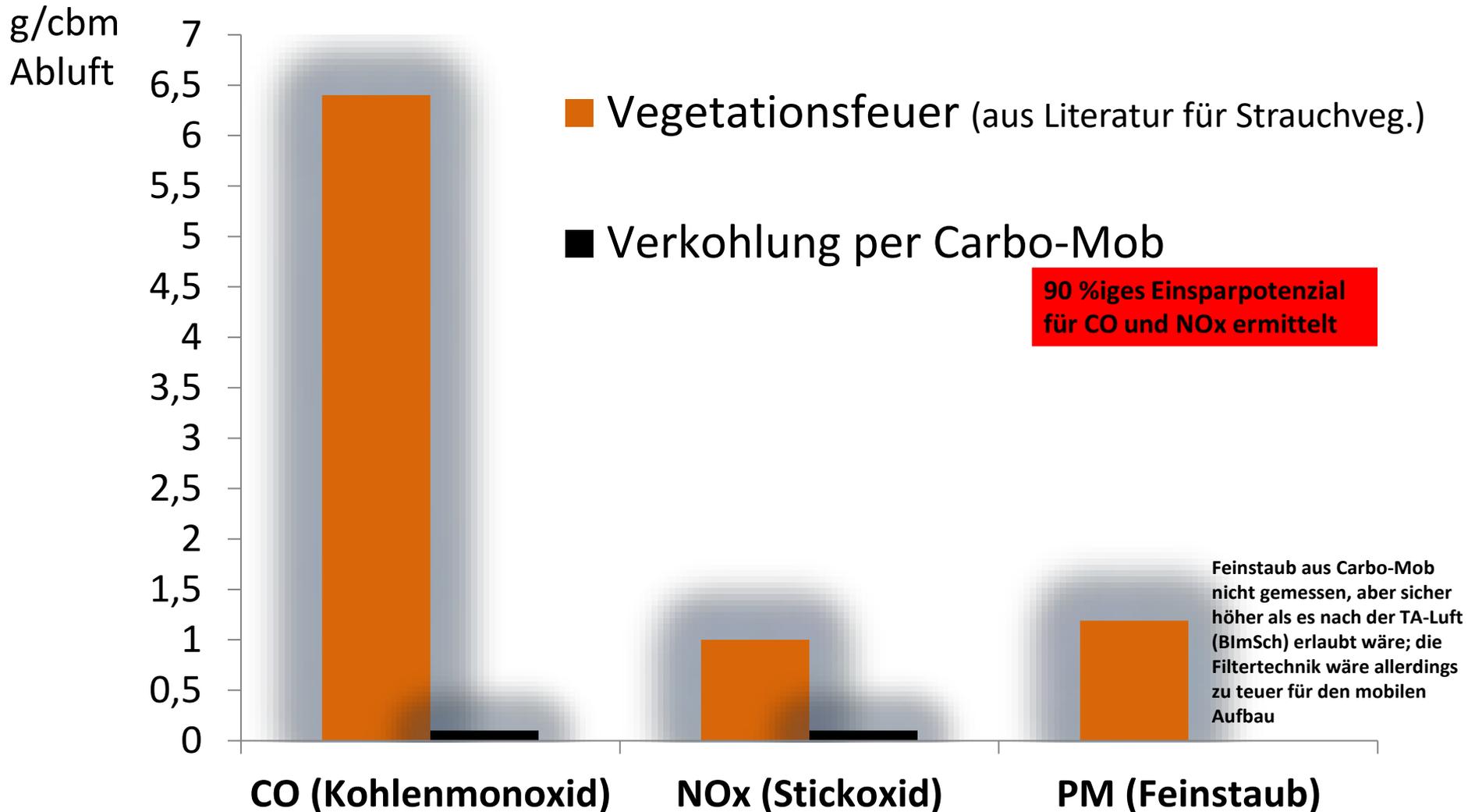
Mindesttrockengrad sollte 75 % sein (= Trockensubstanzgehalt)





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 m<sup>3</sup> 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 Kleintechniken?

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	analog DIN EN 15527	0,8	0,9
Pyren (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	analog DIN EN 15527	0,6	0,7
Benz(a)anthracen (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	analog DIN EN 15527	0,2	0,2
Chrysen (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	analog DIN EN 15527	0,3	0,2
Benzo(b)fluoranthren (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	analog DIN EN 15527	< 0,1	< 0,1
Benzo(k)fluoranthren (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	analog DIN EN 15527	< 0,1	< 0,1
Benzo(a)pyren (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	analog DIN EN 15527	0,1	< 0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyren (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	analog DIN EN 15527	< 0,1	< 0,1
Dibenz(a,h)anthracen (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	analog DIN EN 15527	< 0,1	< 0,1
Benzo(g,h,i)perylen (Toluol Extr.) (FR-JE02)	mg/kg TS	0,1	analog 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

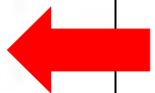
Angebot Nr.: §150810  
 Projekt  
 Pflanzkohle (Parameterauswahl)

**Beispielangebot  
2015**

Bearbeitet  
 -555  
[er@eurofins.de](mailto:er@eurofins.de)  
 Axel Ulbricht  
 03731-2076-500/ -520  
[axelulbricht@eurofins.de](mailto: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 €
<b>Angebotssumme</b>		<b>Netto</b>		<b>72,50 €</b>
		MwSt. 19%		13,78 €
<b>Angebotssumme</b>		<b>Brutto</b>		<b>86,28 €</b>



# 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*<sup>®</sup>

<https://pflanzenkohle.info/>

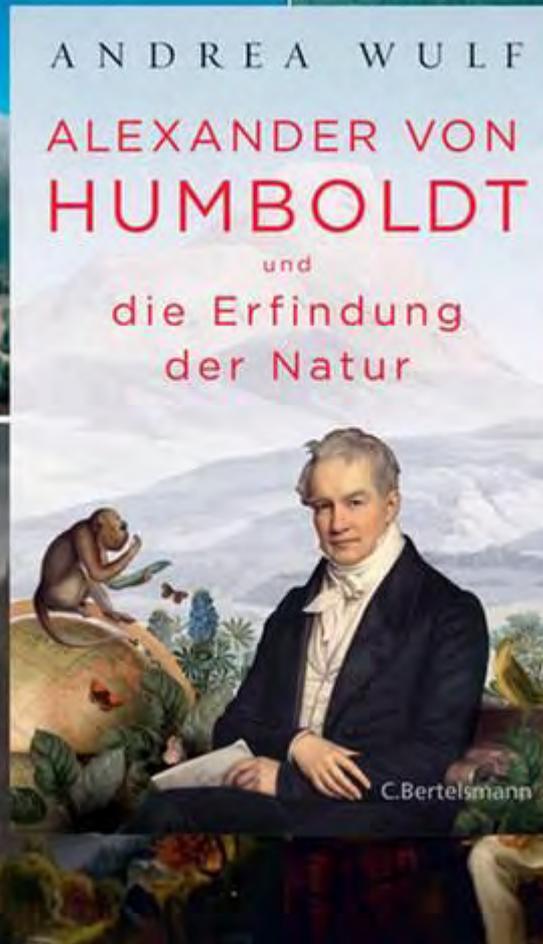


*Vielen DANK für Auge und Ohr!*



*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.*