



Dr. Carola Holweg

Nachhaltigkeits-Projekte

**Stoffkreislauf Biokohle:
Fallbeispiele kleiner Dimension, aber starker Wirkung**

Carola Holweg, Freiburg



Beitrag 1 v. 6 zum Workshop „Biokohle“ am 26. März 2015, Alzenau (bei Hanau):
„Biokohle mittels Recycling von organischen Abfällen zu Wertstoffen
mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten“

Dr. Carola Holweg

Nachhaltigkeits-Projekte

2015
International
Year of Soils



Video: „Let´s talk about soil“



https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=pSQxO43CRsk

www.boell.de/sites/default/files/bodenatlas2015.pdf



Dr. Carola Holweg

Nachhaltigkeits-Projekte

Seit dem frühen Mittelalter:
Verlust von durchschnittlich 50 cm Boden

<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/boden/12208.htm>

Bereits ein extremer Niederschlag reicht aus,
dass ein Acker einige cm seiner Krume verliert

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Dr. Erich Unterseher



Foto: Unterseher (LTZ)



Bodenerosion am Fuß des Eggegebirges bei Bad Lippspringe
(Foto: World Habitat Society)



Foto: Umweltbundesamt

Prozess des Bodenverlustes ist insgesamt schleichend

Dr. Carola Holweg

Nachhaltigkeits-Projekte

Boden – eine globale Allmende



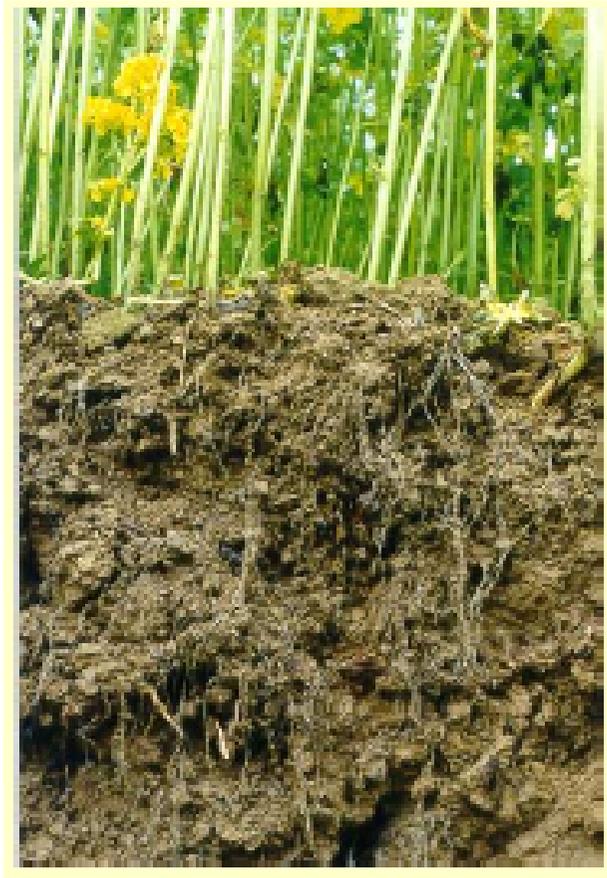


Foto: E. Unterseher (LTZ)

Wichtige Maßnahmen zur Verhinderung von Boden-Abbau

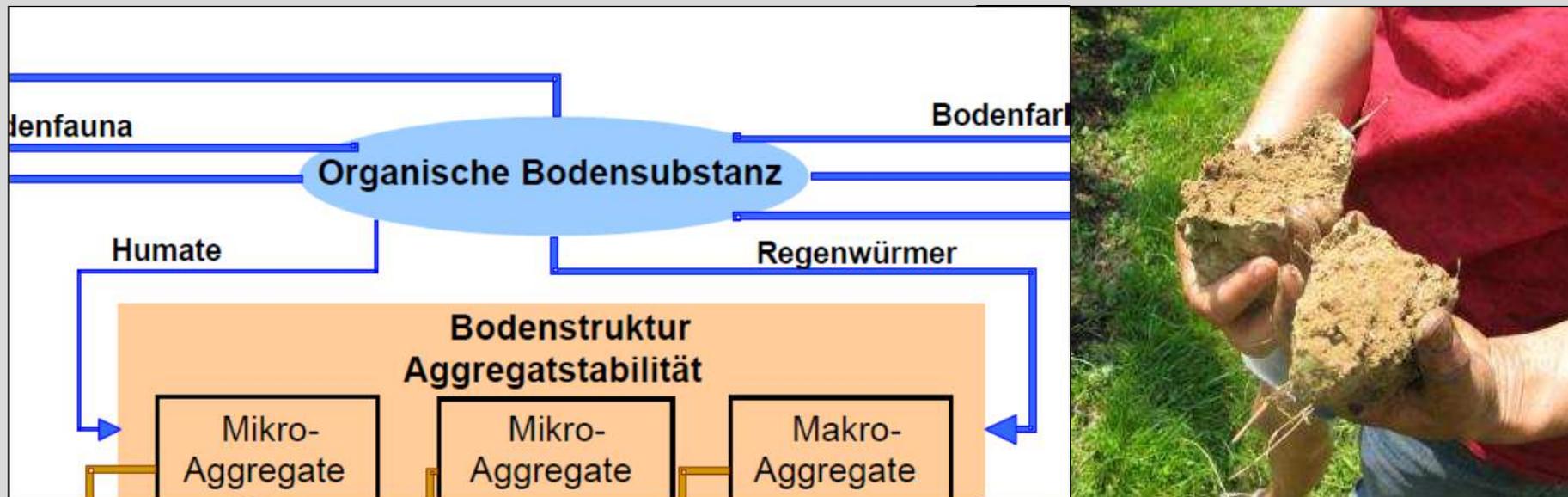
Bedeckung mit Pflanzen!
Bewurzelung des Bodens!

Bodenverdichtung vermeiden!
Förderung von Aggregatbildung!
Förderung von Regenwürmern!

Rückführung von Organik!



Positiv ist die Förderung der organischen Bodensubstanz durch (Rück-)Eintrag von Organik und Strukturmaterial (Mulch, Erntereste, **Kompost**)



Verbesserung der Aggregatstabilität durch Kompostgaben

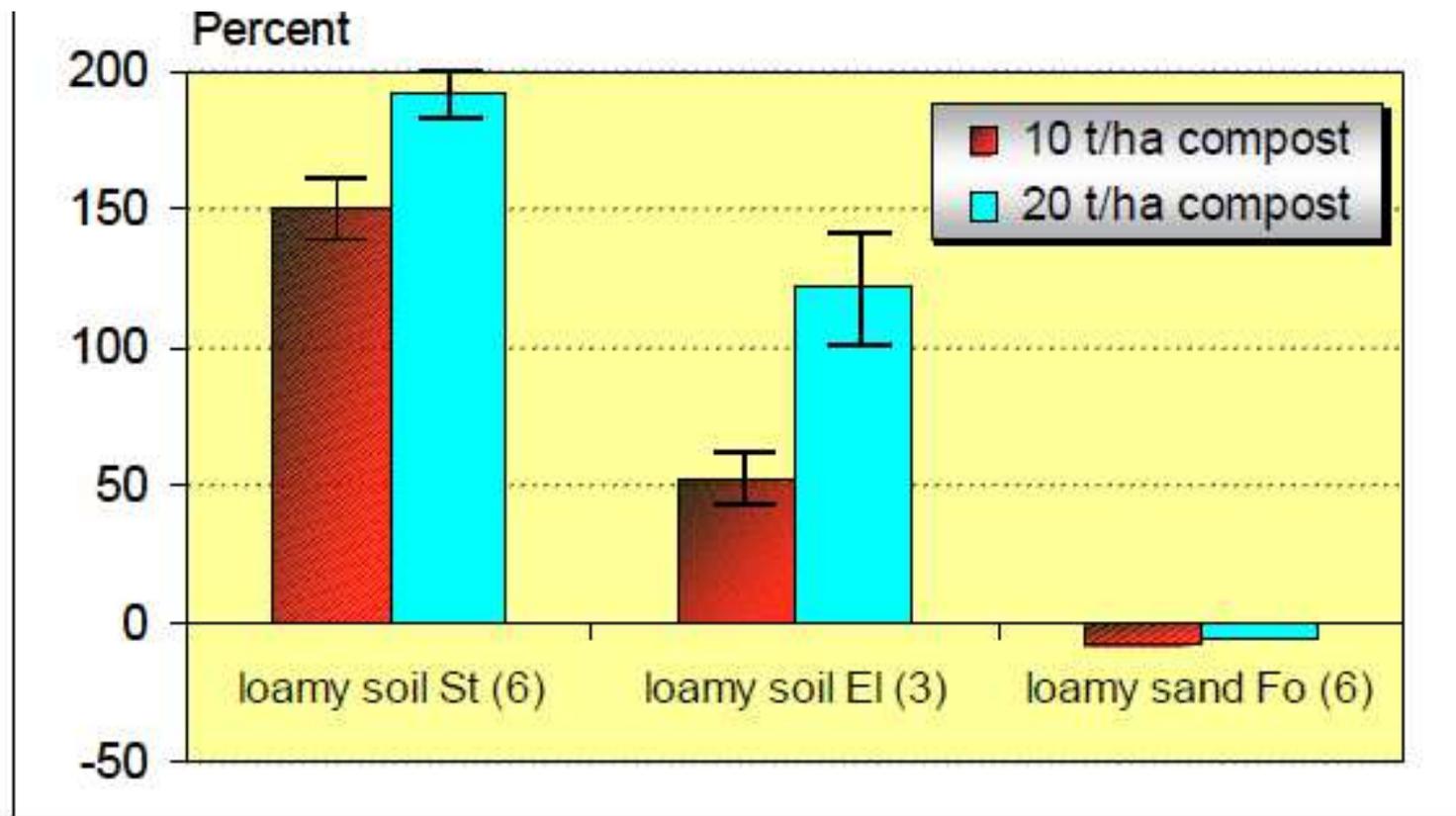
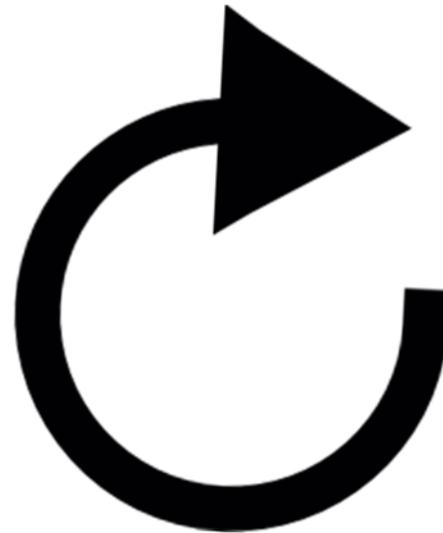


ABBILDUNG 3-23: EINFLUSS VON REGELMÄßIGEN KOMPOSTGABEN AUF DIE AGGREGATSTABILITÄT – ÄNDERUNG RELATIV ZUR KONTROLLE OHNE KOMPOST (= 100 %);

Rainer Kluge 2003

**Grün-Abfall/
Restbiomasse**

**Kompost,
Verrottungs-
systeme**



**Pflanzen-
wachstum,
Klimawirkung**

**Boden/Ver-
besserungen/
Stabilisierung**



Transformation

**Mit Langzeit-Unterstützung
durch Pflanzenkohle**



Beispielversuch Kompostmieten aus Kommunalem Grünschnitt

unter Verwendung von Biokohle
(am Bio-Obsthof mit mobiler Verkohlung hergestellt)



Kompostmieten aus Kommunalem Grünschnitt (Versuch Bio-Obsthof)

MIT

OHNE

Biokohle



Ko-Kompostmieten mit Pyro-Kohle

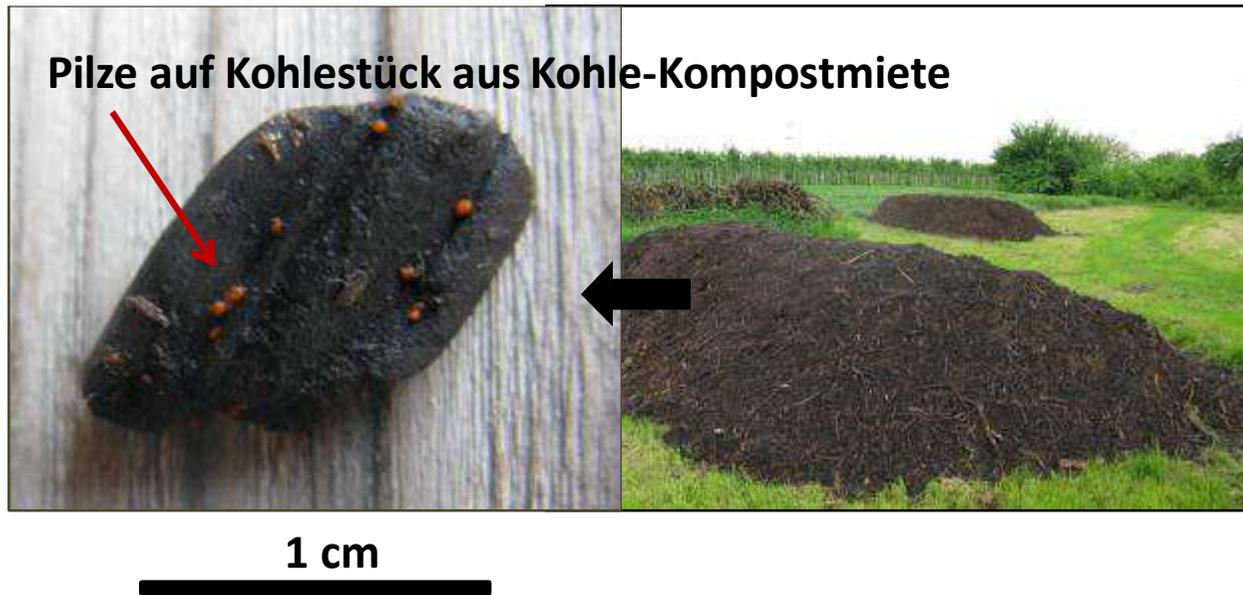
Pure Kohle

Kohle nach Mit-Kompostierung

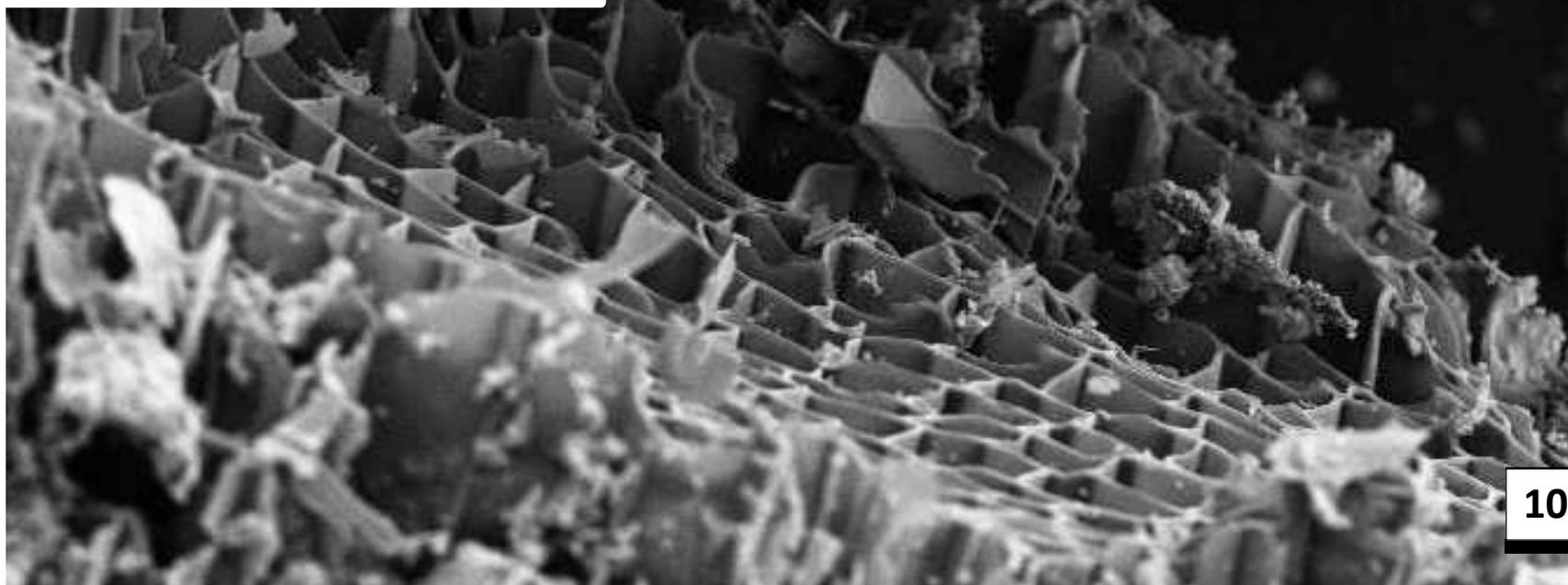
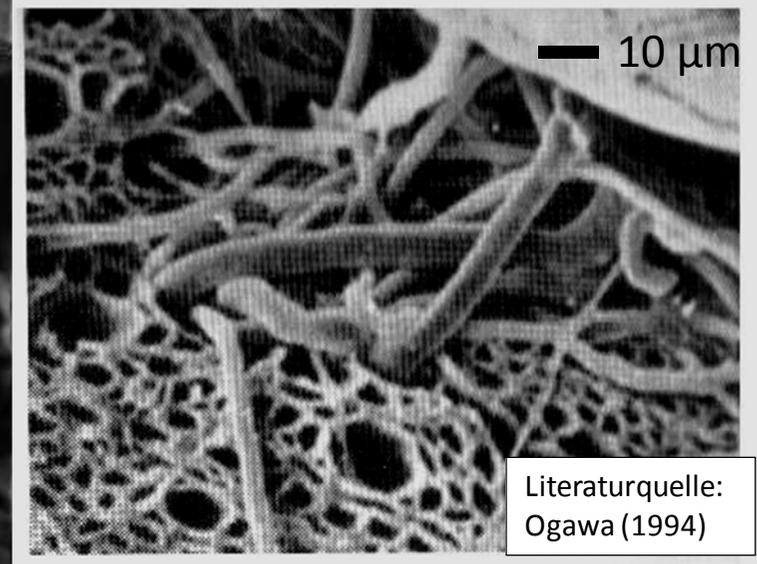


Ergebnisse aus der Ko-Kompostierung mit Kohle (Versuch Bio-Obsthof)

**Besiedelung von Pflanzenkohle durch Pilze
nur im Kohle-Kompost!**



Zwischenfazit 1: **Biokohle nimmt Stoffe schwammartig auf u. wird belebt: „bio-aktiviert“**



Kompostergebnis (Versuch Bio-Obsthof)

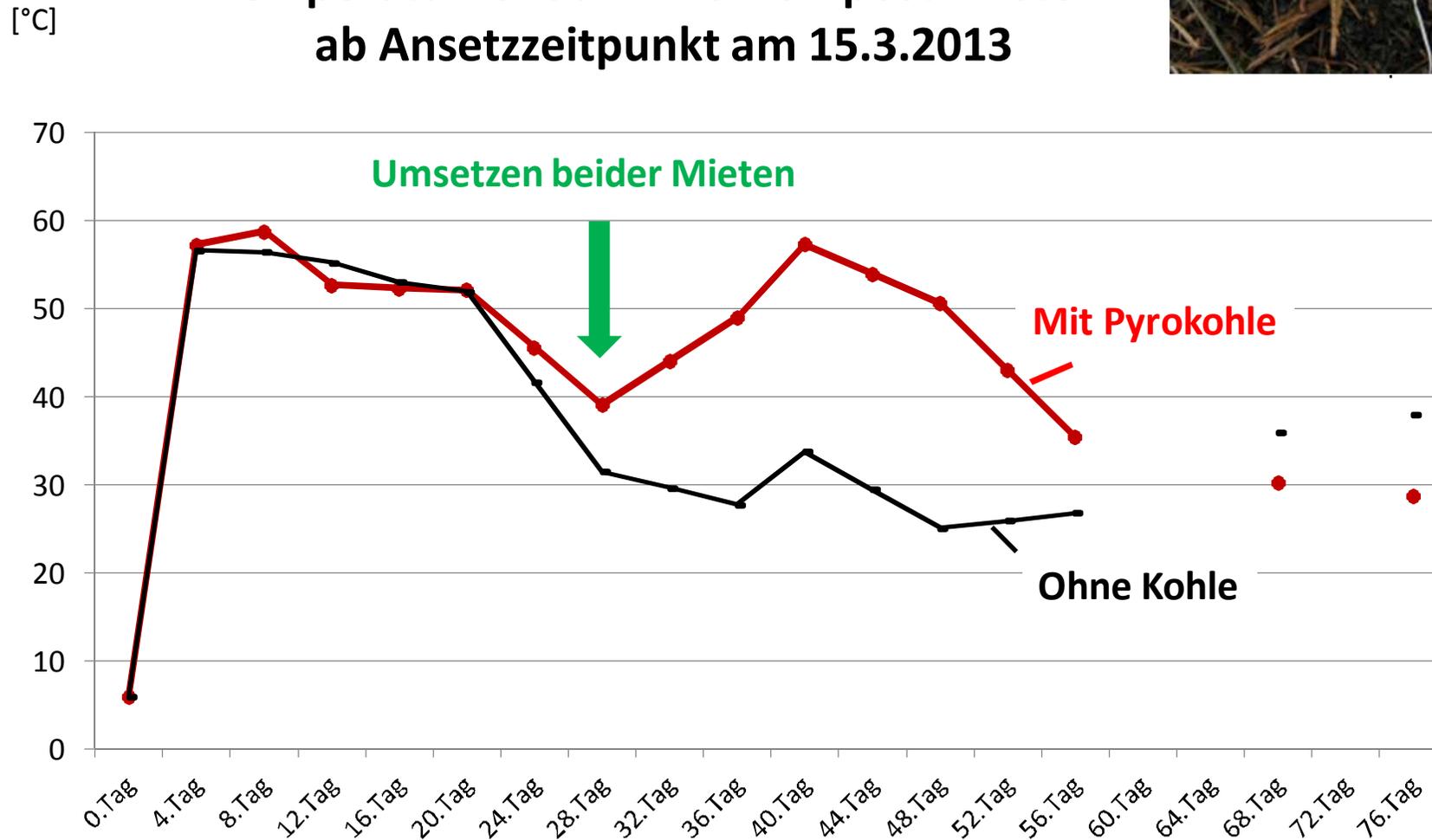


Mit Pyrokohle als Additiv

Kompostergebnis (Versuch Bio-Obsthof)



Temperaturverlauf in Ko-Kompost-Mieten ab Ansetzzeitpunkt am 15.3.2013



Kompostergebnis Kompostmiete **ohne Kohle**



**„Veraschungs“spuren als Zeichen
ungünstiger Rottebedingungen**

Zwischenfazit 2

Pyrokohle als Additiv bei der Kompostierung

- Schwammfunktion wirkt **ausgleichend** auf den Kompostierverlauf
- **verhindert Störungen** im mikrobiellen Abbau



Pyrokohle als Additiv bei der Kompostierung



Kompostwerk Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald

Wassergehalt in fertigem Kompost

Kompost ohne Kohle

33 - 41 %

Kompost mit Kohle

52 - 55 %*



***Höherer und vor allem stabiler Wassergehalt ist vorteilig für Lagerung und Verkauf**

Ko-Kompostierungsversuch mit Pyro-Kohle (Müllheim Breisgau-Kompost 2012)

Geruch ist „erdiger“



Geruchs-
verbesserung
bestätigt im
späteren
standardisierten
Geruchstest

Pflanzenverträglichkeitstests nach BGK mit S-Gerste, Herbst 2012, C. Holweg
Prüfsubstanz: Biokohlen in EEO zu 50 %



a = EEO
b = EEO + Kompost
c = EEO + Ko-Kompost



Pflanzenverträglichkeitstests nach BGK
Prüfsubstanz: Biokohlen in EEO zu 50 %

Herbst 2012, C. Holweg

a

b

c

a = EEO (Einheitserde 0)

b = EEO + Kompost

c = EEO + Ko-Kompost



Chinakohl



Standardisierte Biotests, um Umweltrisiken auszuschließen

z.B. REGENWURMFLUCHTTTEST nach DIN ISO 17512



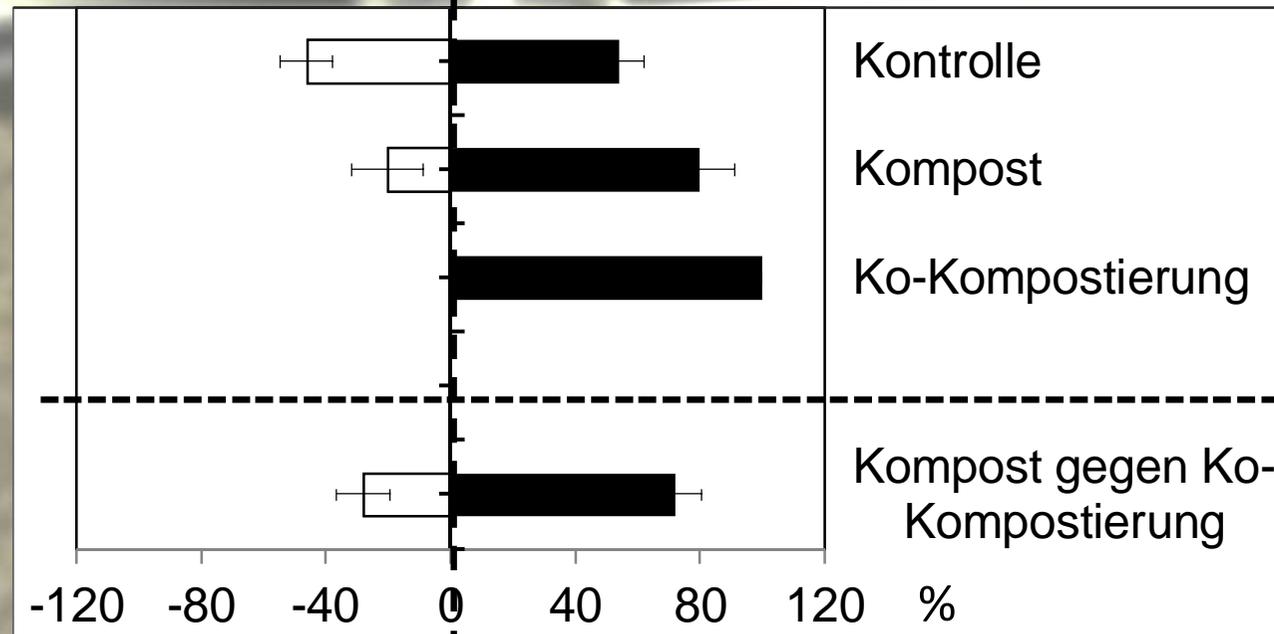
REGENWURMFLUCHTTTEST nach DIN ISO 17512



Testende nach 24 h (o. 48 h)

REGENWURMFLUCHTTEST nach DIN ISO 17512

**Wanderung von Regenwürmern
zum Kontrollboden zur Prüfseite**



Dr. Carola Holweg Nachhaltigkeits-Projekte

Alte Str. 13, D-79249 Merzhausen (bei Freiburg)

Tel. ++49-(0)761-4309741

mail@carola-holweg.de www.carola-holweg.de

Zwischenfazit 3

Pyrokohle als Additiv bei der Kompostierung

- **Verbessert Kompostiervorgang und Kompostqualität**
- Wasserregime/Sauerstoffgehalt
- Geruch/Inhaltstoffe: Wirkung auf Pflanze/Tier/Mensch





Auftrag verschiedener Kohlen auf Versuchsfeld 2011/2012



google

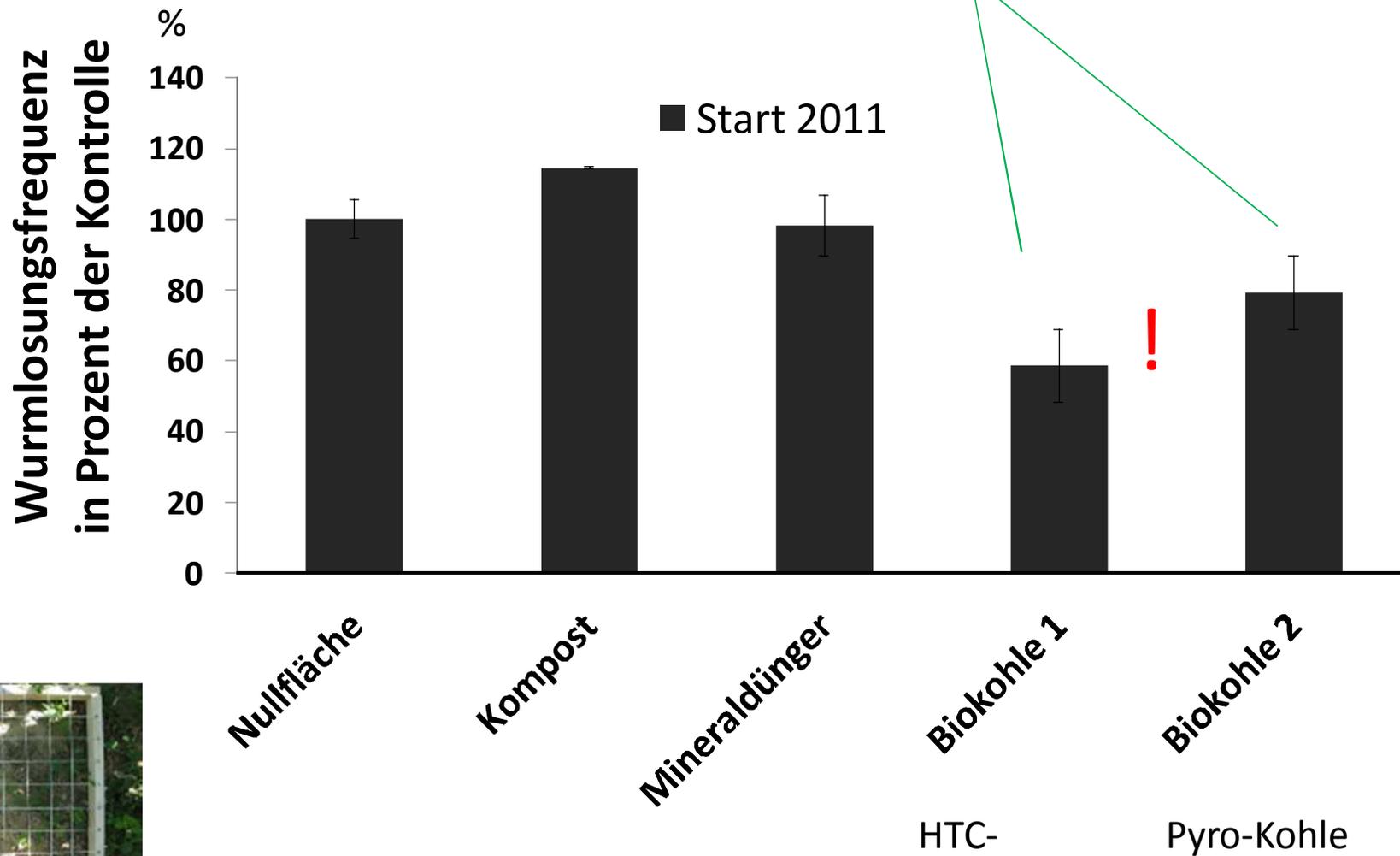


Aufnahme der Wurmlösungsfrequenz

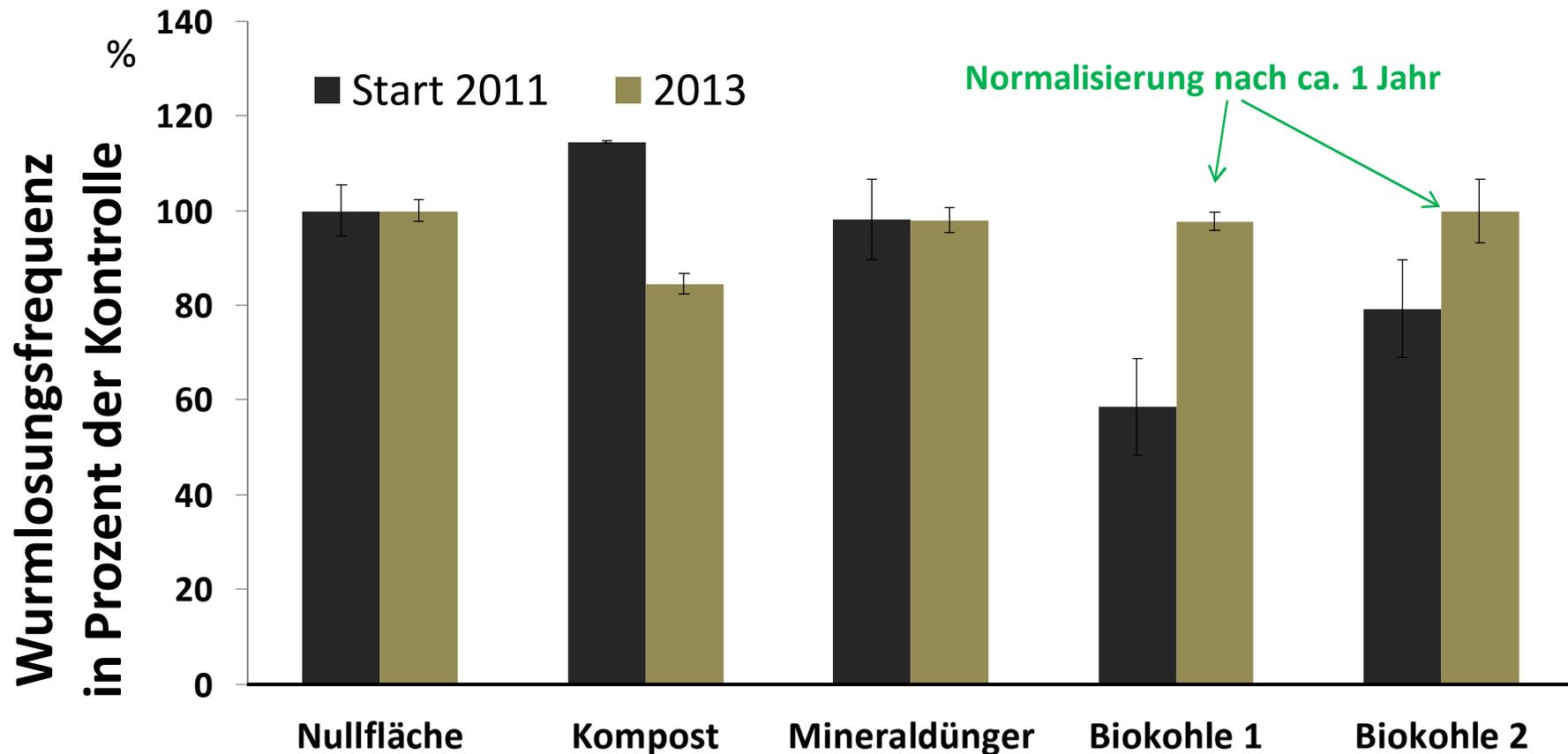


64 Felder-
gitter
0,1 m²

Frequenz von Wurmlösungen 4 Monate nach Kohleaufbringung
(pur bzw. unter gleichzeitiger Kompost oder Gärrestgabe)



Reaktion von Regenwürmern auf die Feldaufbringung purer Kohlen nach 4 bzw. 12 Monaten

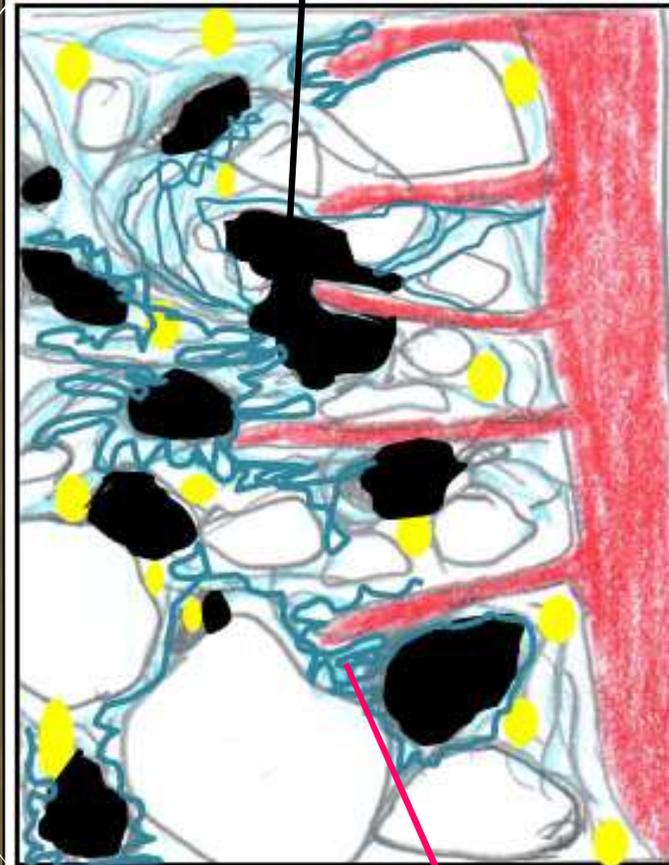


Schlussfolgerung: pure Kohlen müssen vorbehandelt werden (z.B. durch mehrmonatige Vormischung mit Kompost/ Ko-Kompostierungen)

Boden - ein Informationsaustausch **über Oberflächen**



Integration Pflanzenkohle?



Wurzelhaar

REGENWURMTÄTIGKEIT



Mischung von Bodenpartikeln durch Bioturbation:

- Aggregatbildung wird unter Einbau von Humus unterstützt
- Nährstoffversorgung wird verbessert
- Bodenkomplexe werden stabilisiert

Regenwürmer schaffen Makroporen und durchgängige Röhren:

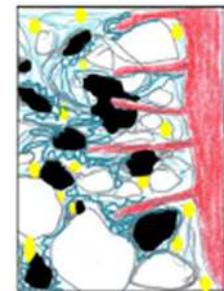
- bessere Durchlüftung
- bessere Drainage



...viele Benefits von Regenwürmern für Böden !

s. Beiträge von Dr. Otto Ehrmann in BW

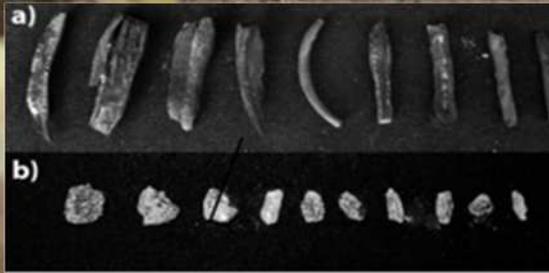
Was sind die Voraussetzungen für eine stabile und „kontaktfächenreiche“ Boden-Integration der Kohle?





Pyro-Kohle-Verteilung 2 Jahre nach Aufbringung

Spatenstichprofil



vor Ausbringung

nach 3 Jahren

Postulat: Vermischung der Kohle mit Boden muss auch im Mikro-Bereich stattfinden, daher die Frage:

Welche
Partikelgröße
können
Regenwürmer
aufnehmen?



Mikroskopie: Pyro-Kohle in Wurmlosung (Harzeinbettung, Feinschliff)



Reine Pyrokohle

Foto: Holweg/Bühler,
Pieles, fhnw

2 mm



Harzeinbettung, Feinschliff

Wurmlosung
aus Ackerparzelle
mit Pyrokohle



Hinweis: Regenwürmer „zermalmen“ keine Pyro-Kohle

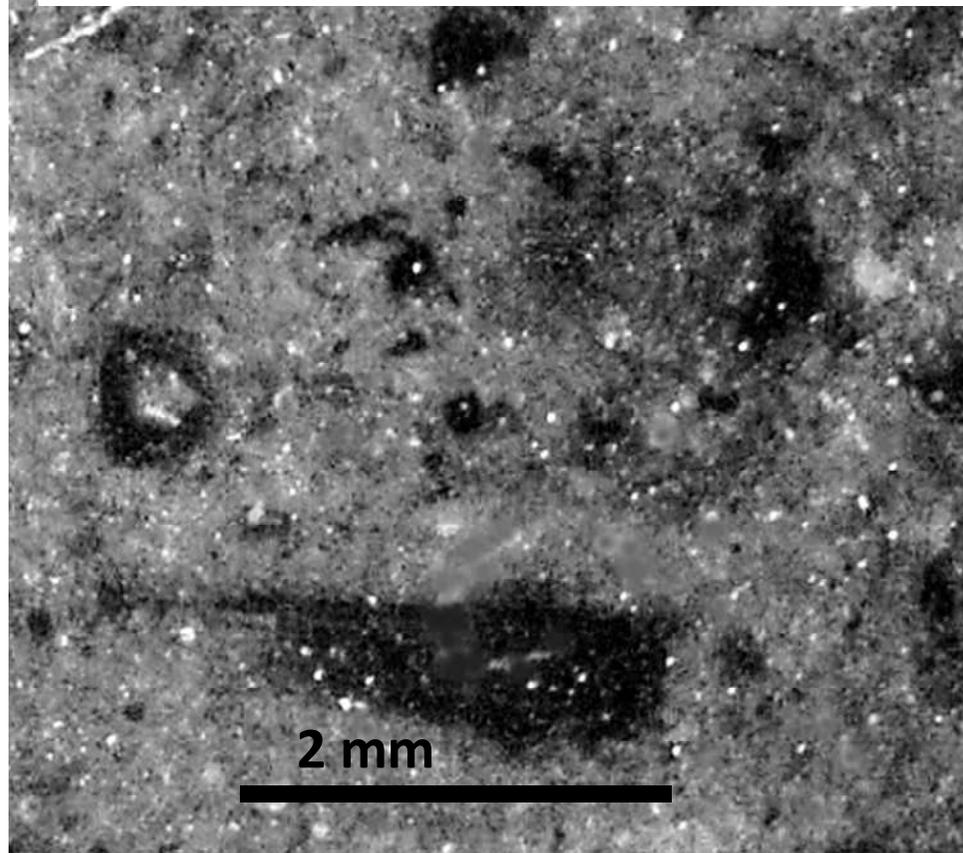


Foto: E. Ballstaedt (Bachelorarbeit, Inst. f. Bodenökologie, Universität Freiburg)

Reine Pyrokohle



Foto: Holweg/Bühler, Pieles, fhnw

2 mm

Zwischenfazit 4

Eine gute Bodenintegration funktioniert vor allem über Regenwürmer

Kohlepartikel daher möglichst unter 2 mm



© C. Holweg

Recherche-Fund 2011: ein No-go !



Spreading first pass

Kanada, www.google.de

**Ko-Kompostierung als ein guter Weg, Pflanzenkohlen für die
Bodenanwendung vorzubereiten**



Projektidee 2011: mobile Verkohlung zur Nutzung von schlecht verwertbaren Biomassen vor Ort





2010 Böschungspflege Kaiserstuhl

Offene Verbrennung in Landschaftspflege u. Naturschutz



Nachteile:

- **Verschwendung**

- **Emissionen:**

- Kohlendioxid
- Kohlenmonoxid
- Stickoxid
- Feinstaub
- *PAK...*

Verhältnisse werden bei höherem Wassergehalt des Schnittguts um so schlechter

Bildtafel 1-3 Böschungspflege-Feuer im Kaiserstuhl 2007
(Foto: Norbert Blau, www.ballonflug.de)

Win-Win für Naturschutz und Landschaftspflege unter Einsatz von Biomasse-Verkohlung ?



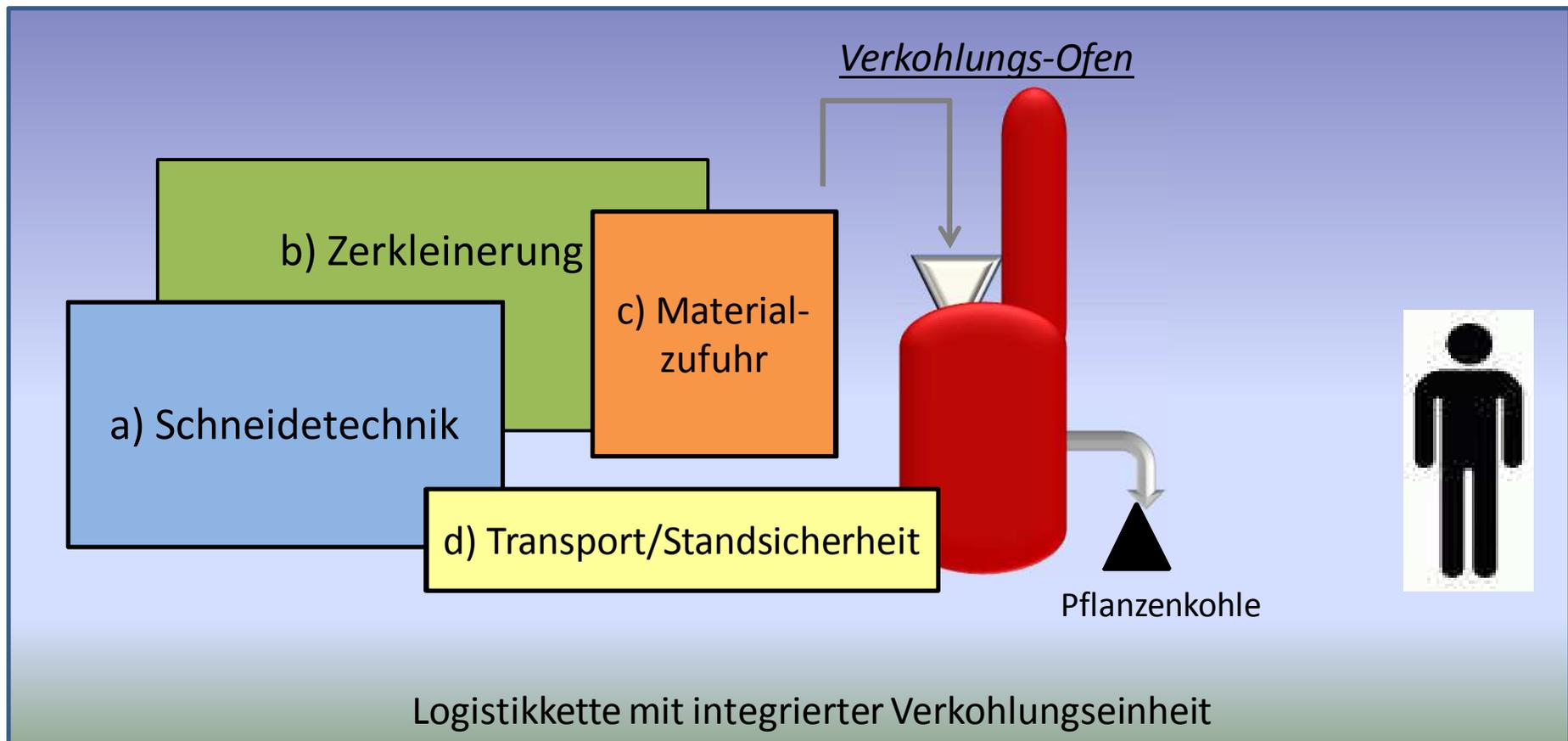
2010 Böschungspflege Kaiserstuhl

Offene Verbrennung in Landschaftspflege u. Naturschutz



Bildtafel 1-4: Landschaftspflege im Schwarzwald 2012

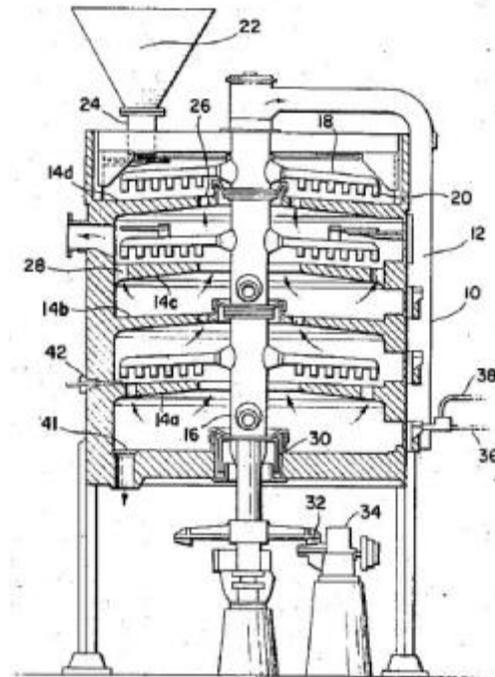
Antragstellung 2011 bei Innovationsfonds für Klima- und Wasserschutz



Verkohlungsofen „BiGchar“ BiG (Black is Green), Australien



Gerätetypus bei BiGchar



Prinzip nach Nichols-Herreshoff

2011



Innovationsfonds für Klimaschutz

Badische Zeitung

21. Juni 2012

In 90 Sekunden von Abfall zu Kohle

Von Australien an den Kaiserstuhl: Die Entwickler einer mobilen Verkohlungsanlage bekamen Besuch von ihrem Projektpartner.



Die Freiburger Forstwissenschaftlerin und Biologin Carola Holweg Ingenieur James Joyce mit dem Carbo-Mob. Kai Kricheldorf Foto:



STUTTGARTER ZEITUNG
Freitag, 28. Juni 2013 | Nr. 147

BADEN-WÜ

Die Nützlichkeit von Biokohle wird erforscht

Südbaden Der Innovationsfonds des Energieversorgers Badenova unterstützt ein Projekt zur besseren Bodendüngung. Von Heinz Siebold

Umweltschutz in der Landwirtschaft fängt beim Boden und bei der Düngung an. Ein Forschungsprojekt der Freiburger Forstwissenschaftlerin Carola Holweg (47) untersucht, wie mit einem Gemisch von Biokohle und Gülle landwirtschaftlich genutzter Boden besser gedüngt und Stickstoffverluste vermieden werden können. Denn obwohl Stickstoff in der Natur reichlich vorhanden ist, verflüchtigt er sich im Wortsinn meist entweder in die Atmosphäre oder rauscht durch die Erdschichten ins Grundwasser, wo er als Nitrat das Trinkwasser belastet. Holzkohle kann den Stickstoff an sich binden, so kann das Element seine lebenswichtigen Funktionen für die Pflanzen erfüllen.

„Das wäre prima, wenn das klappen würde“, sagt Josef Andreis (57), Landwirt auf dem Mathisestof im Unterental, nordöstlich von Freiburg im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald. Der Waldbauer wirtschaftet auf 83 Hektar und holt Holz, auch

für Hitze aus einem Kilogramm Holz 300 Gramm Holzkohle. „Sehr porös, ein hervorragendes Rückhaltereservoir“, sagt Holweg. Wenn nun diese Biokohle aus Holz- und Pflanzenresten aller Art mit Gülle vermischt ausgebracht wird, werde nicht nur der Boden besser. „Das ist auch für uns als Wasserversorger hochinteressant“, benennt Peter Majer von Badenova ein anderes wichtiges Thema: sauberes Wasser. Das kommunale südbadische Energie- und Wasserunternehmen fördert deshalb die Versuche der Wissenschaftlerin und des Mathisestofbauern aus seinem Innovationsfonds mit insgesamt 41 000 Euro.

Carola Holweg hat ein transportables Pyrolysegerät von der australischen Firma Black is Big geliehen und nach Deutschland geholt. Es passt auf einen gewöhnlichen Anhänger, so dass der „Ofen“ zum Restholz in Wald oder Feld gefahren werden kann. Ausprobiert wurde das zunächst im Weinberg am Kaiserstuhl. Dort werden alle

„Holzkohle ist ein altbekanntes, aber in Vergessenheit geratener Dünger.“

2013

Carbo-Mob 2013



Mobilität?

TÜV-Prüfung 2013



Testreihen heterogener Rest-Biomassen regionaler Herkünfte



Wildpflanzen

Schilf

**Laubholz-
ruten**

Fichtenhack

Hainbuche

**Weinstock-
rodungshack**

Testreihen heterogener Rest-Biomassen regionaler Herkünfte

Schadstoffe?

unter Grenzwerten.

Toleranz für inhomogenes Schnittgut?

↳ vorhanden (aber jeweils Vorläufe nötig)



Wildpflanzen

Schilf

Laubholz-
ruten

Fichtenhack

Hainbuche

Weinstock-
rodungshack

Unempfindlichkeit der Technik gegenüber Verunreinigungen

z.B. Sand, Metallreste aus Weinstockrodung

Ausgangsmaterial Weinstockrodungs-Häcksel



Minimierung der Rauchgase durch thermische Nachverbrennung am Carbo-Mob



Abgasrohr mit Sonde



Steuerschrank

Emissionskontrolle bei Carbo-Mob

Anzünd- oder Störphasen

Nach weiteren 10 min

Nach weiteren 15 min



7 - 10 - 15 min Zeitabstand
(sichtbarer Rauch in Aufheizphase)



Vortrocknung durch Abwärme (Eigenentwicklung)



Offene Verbrennung in Landschaftspflege u. Naturschutz



Ziel für Schnittgut-Verkohlung:

Trockensubstanzgehalt von 75 %

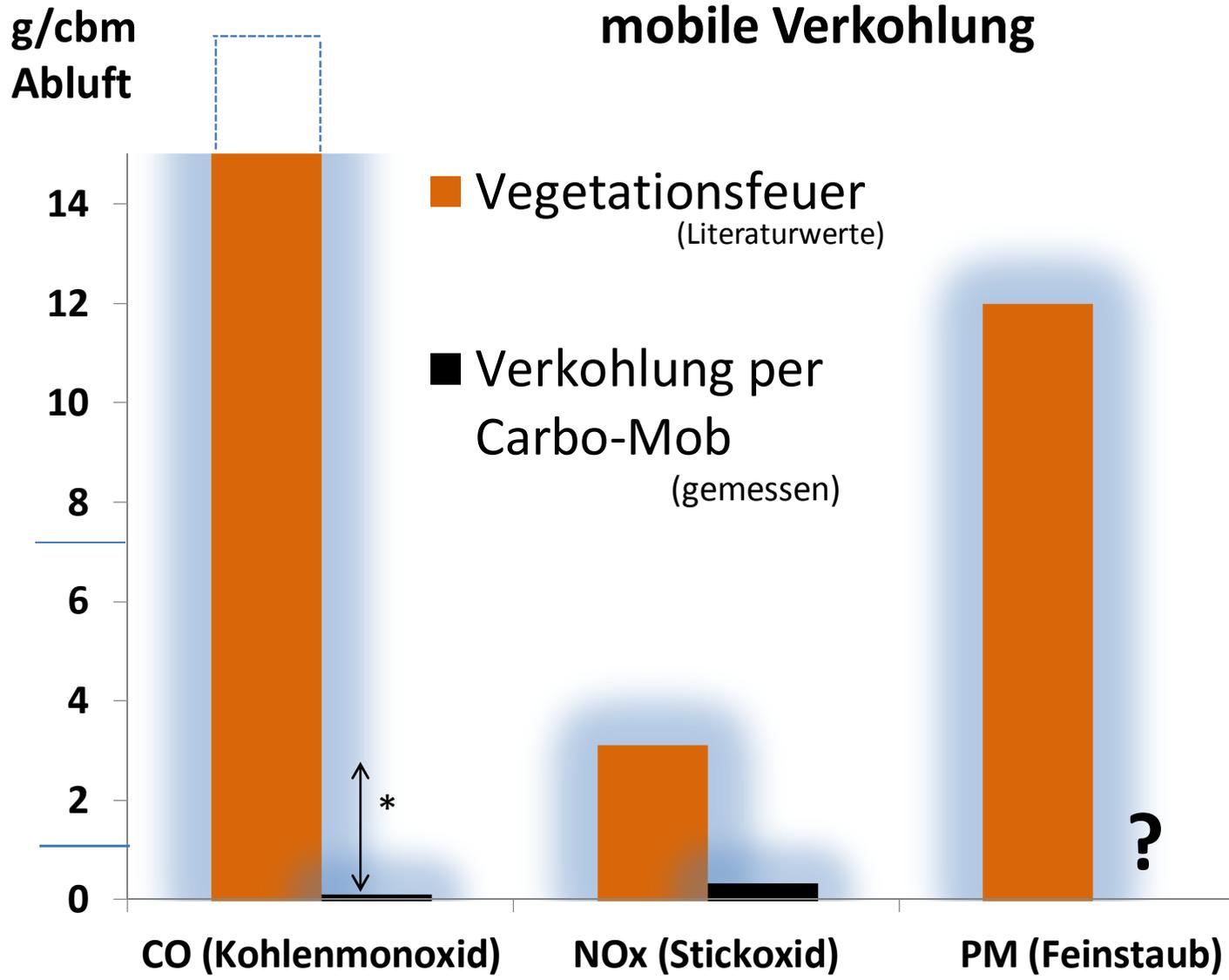




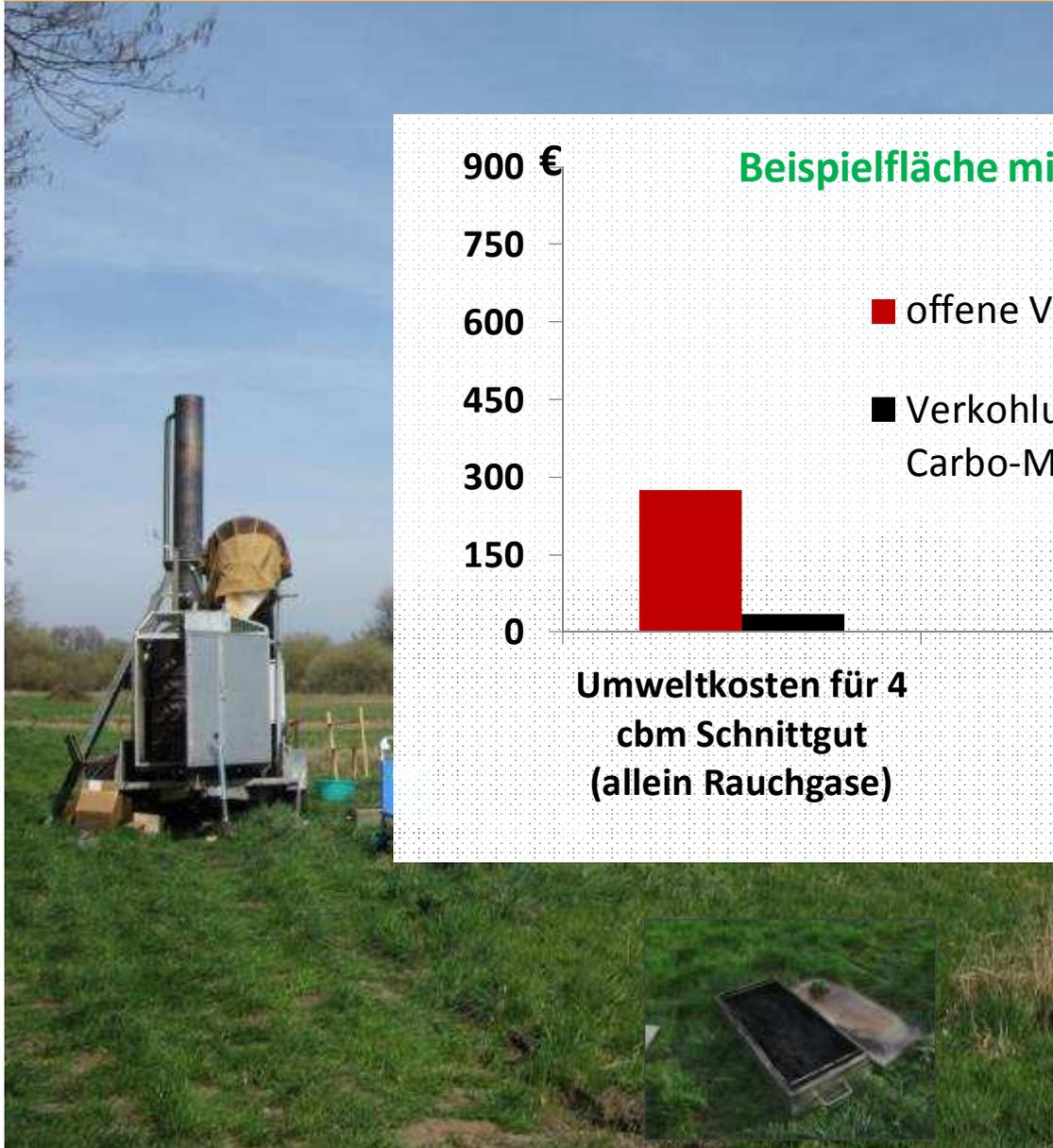
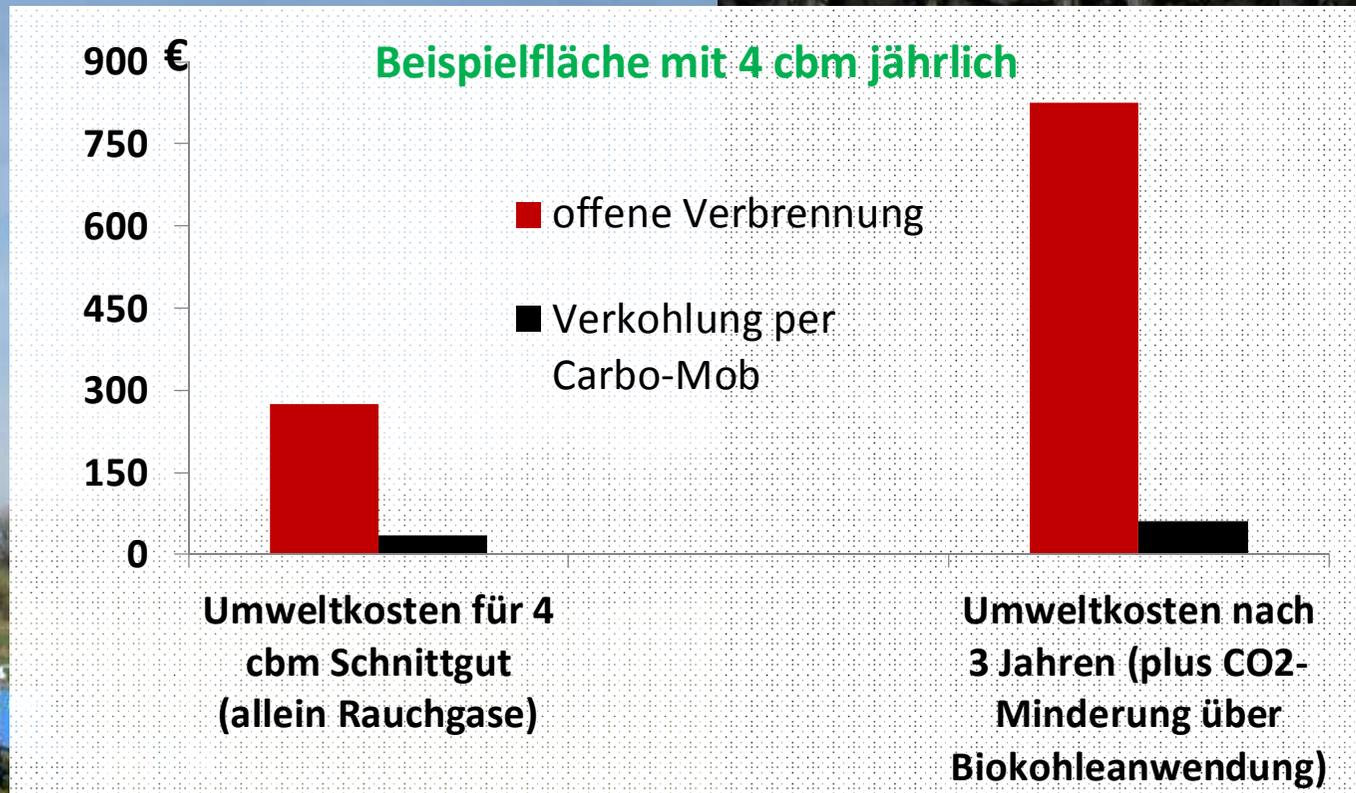
Kapazität BiGchar-Mini-Modell für Weichholztriebe:
80-100 kg Biomasseschnitze pro Stunde
Umsatz zu Kohle ca. 25 %



Vergleich der Abgasmissionen „offene Verbrennung“ mobile Verkohlung



... „Bio(top)-Kohle“ mit hohem Umweltschutzwert



Zusammenfassung: „**Stoffkreislauf Biokohle:**
Fallbeispiele kleiner Dimension, aber starker Wirkung“

1. Kohlen aus Restbiomasse regionaler Herkünfte
2. Pyrokohle als Additiv bei der Kompostierung mit vice versa-Vorteilen:
 - **Für die Kompostierung** (Wasserregime/Durchlüftung, Pflanzenverträglichkeit, Gerüche)
 - **Für die Kohlevorbereitung** (Bio-Aktivierung, matrixgebundene Ausbringung)
3. Bedingungen für die funktionale Integration von Kohle im Boden:
 - **Aufnahmemöglichkeit durch Regenwürmer** (Bioturbation), erforderliche Partikelgröße mehrheitlich < 2 mm
 - **Umwelt/Bio-Verträglichkeit gewährleisten** (PAK, Schwermetalle, Biotests)
4. Mobile Verkohlung mit Umweltvorteilen gegenüber offener Verbrennung

Danke für Ihr Auge und Ohr!



...auch Khol (Kajal) ist Holzkohle...

Profil/Interessensgebiete

Landscape and
nature protection

Ecological landuse

Worthiness of natural
ressources (abiotic/biotic)

ECOLOGY
AND
ECONOMY

Search for solutions within
technical/sophisticated innovations

