

Vielseitige Biokohle

- a) Einsparung von Emissionen bei der Naturschutzflächenpflege
(Ersatz offener Verbrennung durch mobile Verkohlungs)**

- b) Geruchsminderungen bei Gülle (Tierhaltung)**

Vortrag auf Einladung von ECOtrinoa e.V.

Samstags-Forum Regio Freiburg

25.10.2014, Hörsaal 1098, Kollegiengebäude I, Universität Freiburg



Ute Scheub | Haiko Pieplow | Hans-Peter Schmidt

Terra Preta

Die schwarze Revolution
aus dem Regenwald



Hrsg. von der Heinrich-Böll-Stiftung und *Ute Scheub* 1. Auflage, Berlin 2012

„...eine Art Mutmacher-Buch, das perfekt in die gerade boomende Urban Gardening-Bewegung passt.“

(Johannes Kaiser, Deutschlandradio Kultur, März 2013)

„Holzkohle fördert Bodendurchlüftung und Pflanzengesundheit“

... ein altes Wissen auch in Europa



Holzkohle im Pflanzgarten

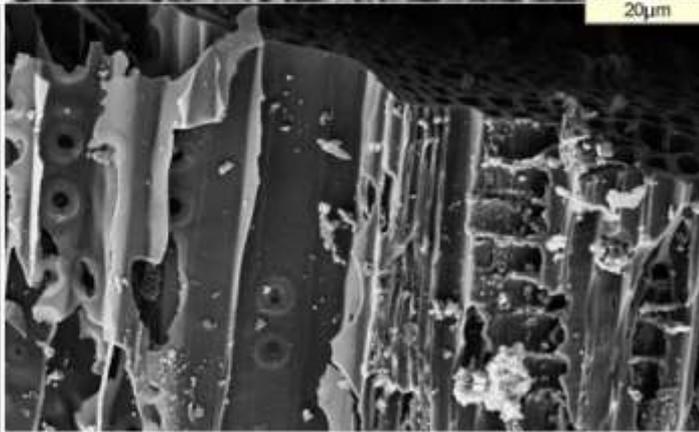
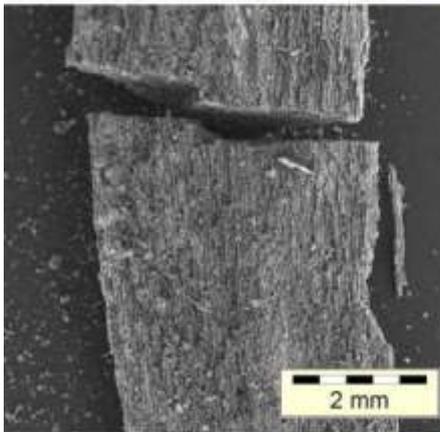
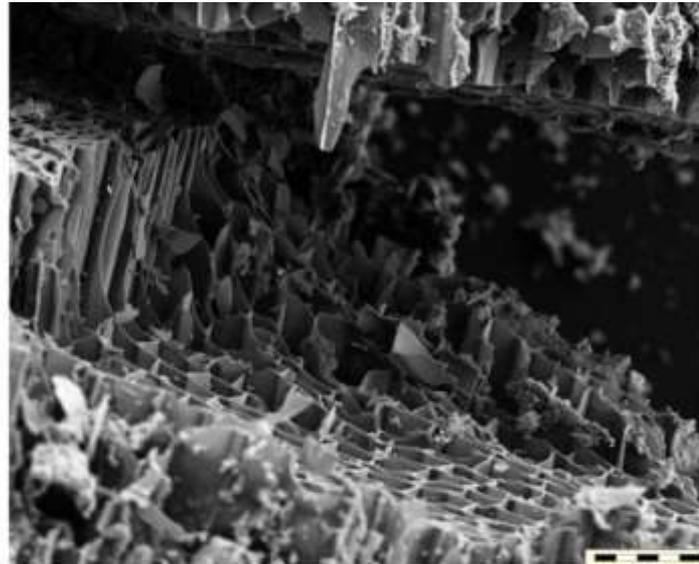
1840, Prof. Dr. Zuccarini:

„...eineMethode, Pflanzen zu vermehren, indem man sie in Kohlenpulver steckt“...“

Hinweis von:
Andreas Thomsen, Kenzingen, BW

Holzkohle (Pyro-Kohle aus holzigem Material) verhält sich wie ein Schwamm

REMs (Bühler/Holweg/Pieles)



**Pyrolytische Kohle aus
holziger Biomasse:**

**„Porigkeit“ und hohe
Oberfläche**

**1 g poröse Holzkohle =
300 m² bis
Fußballfeldgröße
(bis 7140 m²)
Speicherung bis zum
Hundertfachen des
Eigengewichts**

**(ZDF Abenteuer
Forschung, 1.2.2012).**

Die Bildtafel zeigt pyrolysiertes Holz aus Landschaftspflegegut in unterschiedlichen Vergrößerungen (links oben 1x, links unten 8x). Die beiden elektronenmikroskopischen Aufnahmen rechts zeigen die teilweise angebrochenen, kleinlumigen aber langgestreckten Holzzellen 650-fach vergrößert, mit den für Nadelholz typischen Tüpfeln. Die REM-Aufnahmen (T.Bühler/C. Holweg) entstanden an der fhnw mit freundlicher Genehmigung v. Prof. U. Pieles, CH), 2010

Hohe Nährstoff- und Wasserhaltekapazität



**Boden
pur**

**Boden
+ Bio/Holzkohle**

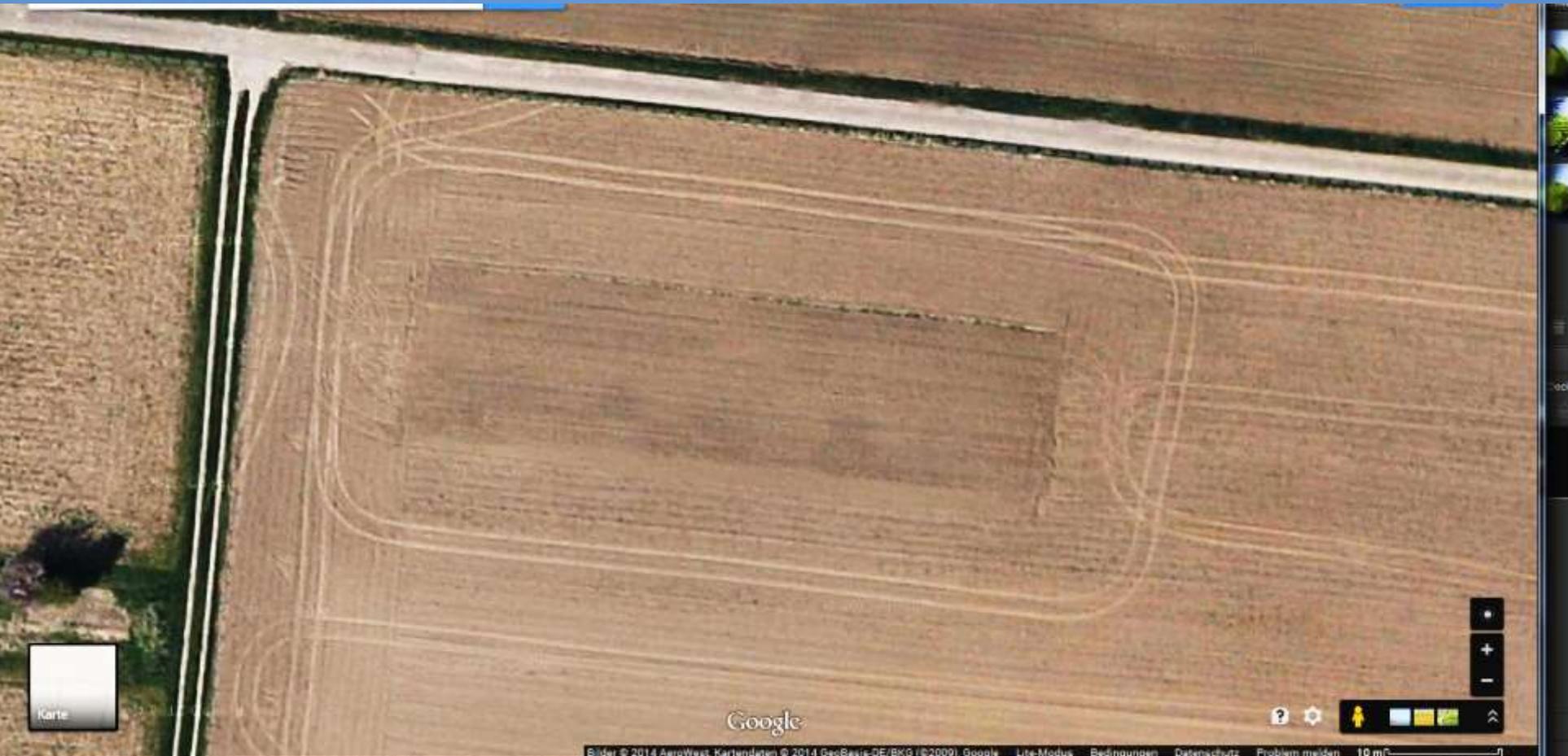


Freilandversuche mit Biokohlen, Verbundprojekt CarboSolum, BMELV 2011-2014



Standort March bei Freiburg

Freilandversuche mit Biokohlen, Verbundprojekt CarboSolum, BMELV 2011-2014



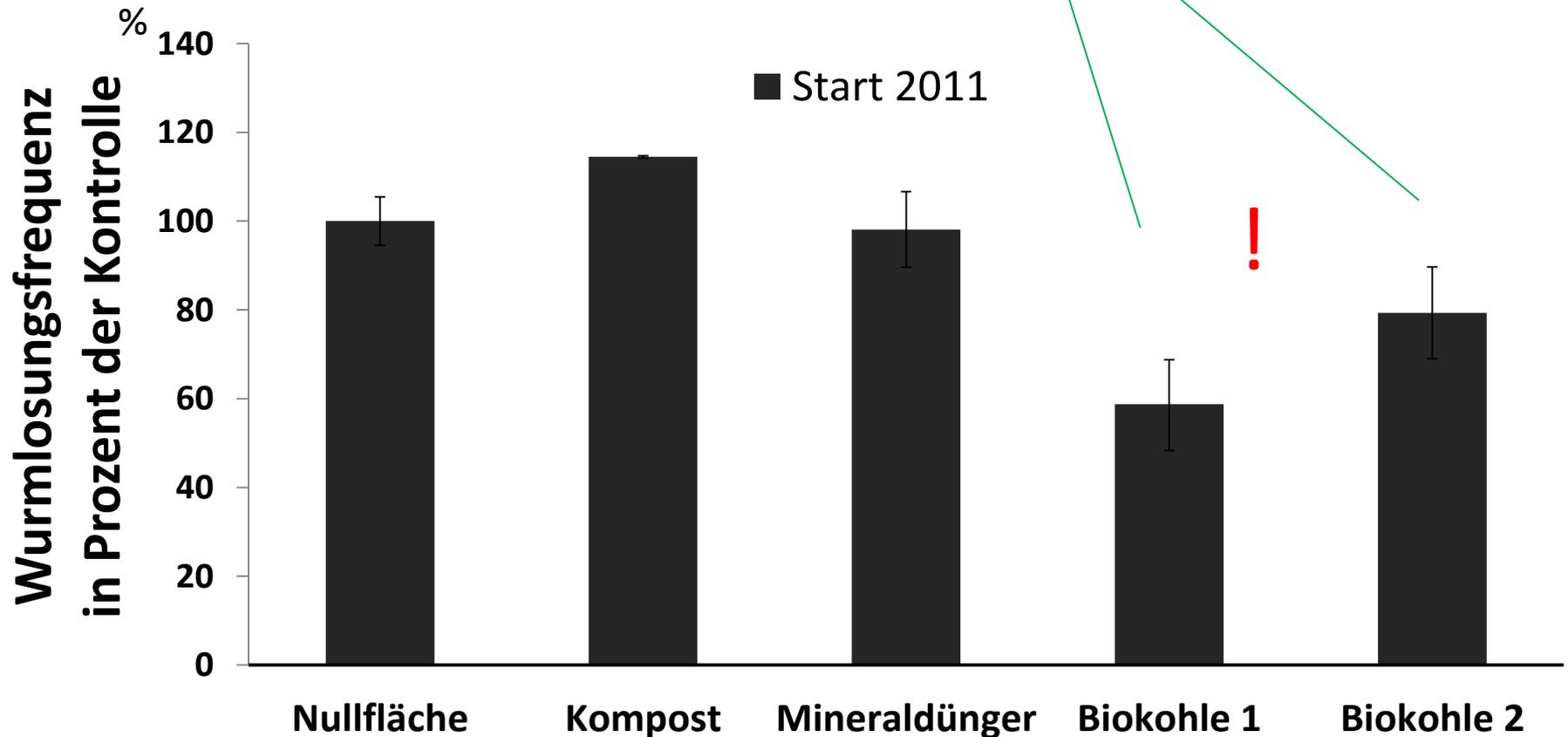
Aufnahme der Wurmlosungsfrequenz im Feld



7	B2	Weg 3 m	A3	4
9	C1		10	2
D1	2		8	9
5	1		3	7
8	3		6	B1
6	10	1	C4	
A2	4	D4	5	
1	2	Weg 3 m	8	D3
C2	7		3	9
D2	5		6	1
9	B3		4	C3
A1	10		5	2
3	6	B4	10	
8	4	A4	7	

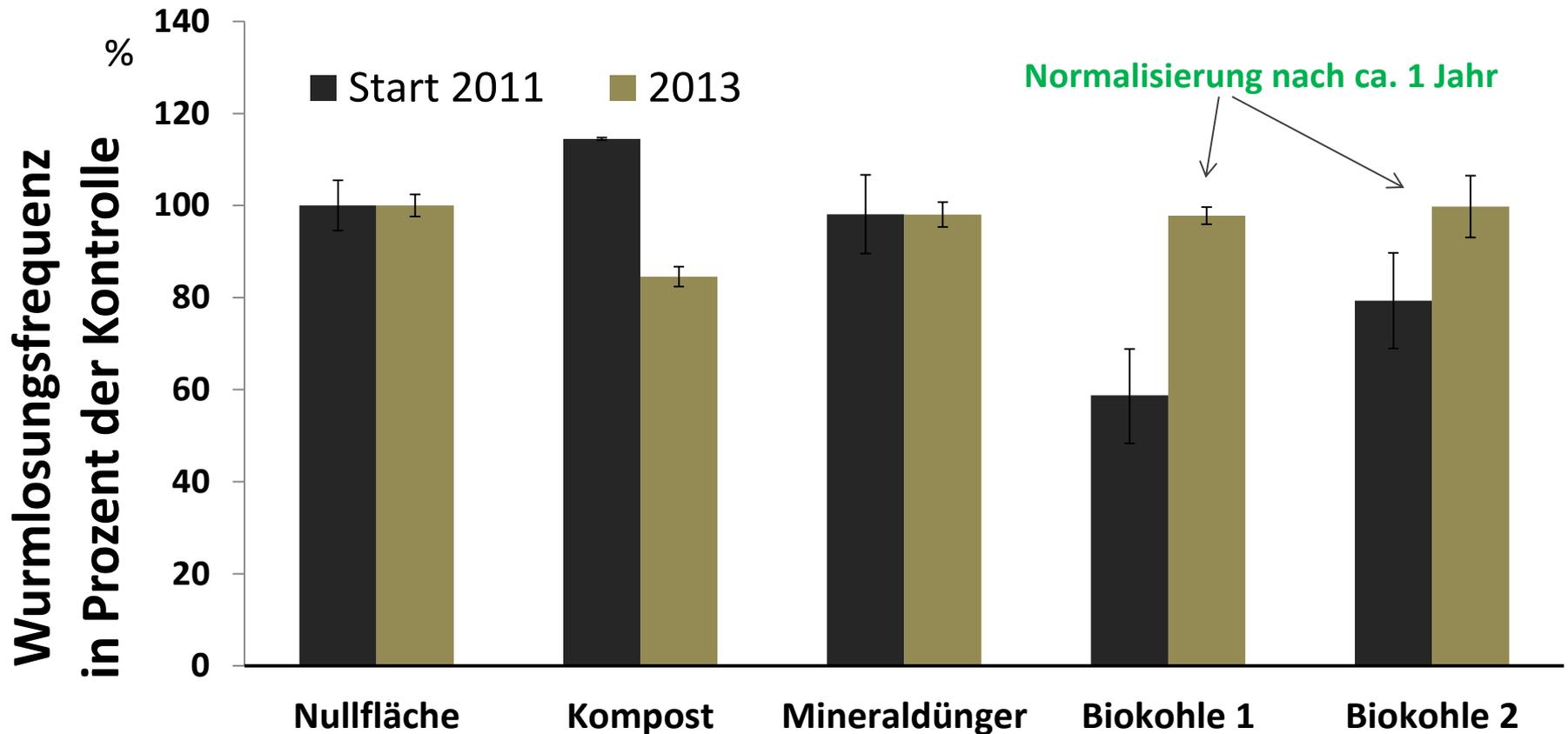


Reaktion von Regenwürmern 4 Monate nach Feldaufbringung der Kohlen (in purer, nicht vorbehandelter Form)





Reaktion von Regenwürmern auf die Feldaufbringung purer Kohlen im Zeitraum von 4 bis 12 (36) Monaten



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

Vermischung von Kohle mit Boden durch Bioturbation



Schwärzliche Kohle im Regenwurmdarm



Ausgeschiedene Wurmlösung mit Biokohle (pulverisiert eingebracht)

Sind Kohlen klein genug (und genügend an die Bodenverhältnisse adaptiert) werden sie ohne Unterschied zum Boden von Regenwürmern aufgenommen und durch den Darm geschleust

Wichtige Anwenderempfehlung für Bio-/Holzkohlen: **Vorbehandlung/Beladung mit Nährstoffen/“Bioaktivierung“**



Pure Kohle unbehandelt



**Kohlestücke nach mehrmonatiger
Ko-Kompostierung**

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



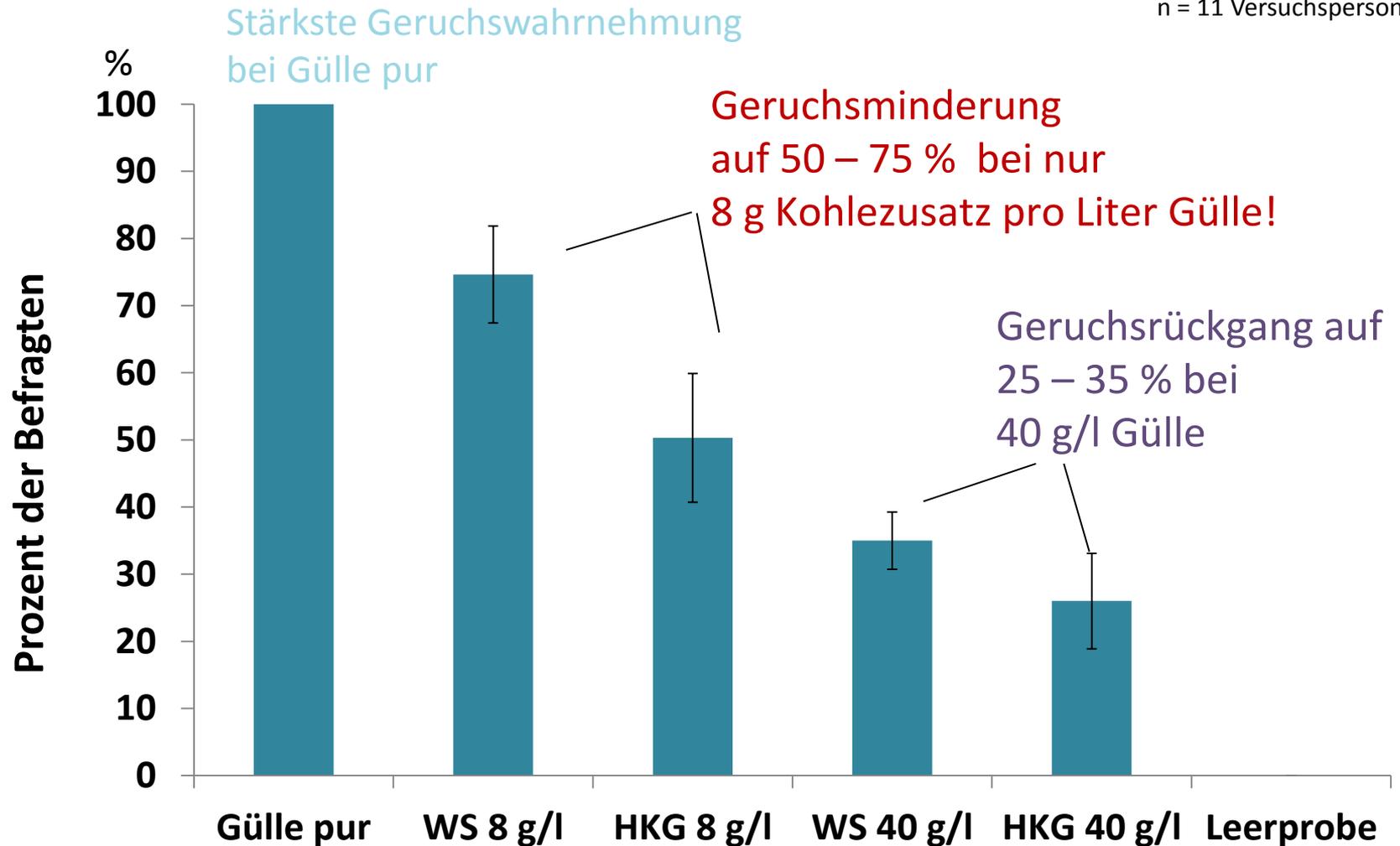
Kontrolle Komp. Komp.+Kohle

Geruchstest Kohle in Gülle



Frage des Blindgeruchstests: „Wie stark empfinden Sie den Geruch verschiedener Mischungen aus Rindergülle und Kohle im Vergleich?“

n = 11 Versuchspersonen



WS = Weinstockkohle (Carbo-Mob mit BiGchar) **HKG** = Holzkohlegrus (Holzvergaser Eigenbau)

Vorläufiges Ergebnis (Variante Triple-Vergleich), 14.10.14; s. Zwischenberichte website badenova Innovationsfonds

Was könnte die Verkohlung für den Natur- und Umweltschutz leisten?



Baumschnitt Streuobstwiesen, Aufwüchse im Naturschutz





Rebfeuer Kaiserstuhl, 2007

Foto: Norbert Blau, (www.ballonflug.net) 18



2010 Böschungspflege Kaiserstuhl

Mobile Verkohlung versus offene Verbrennung in Landschaftspflege u. Naturschutz?



Bildtafel 1-4: Landschaftspflege im Schwarzwald 2012

Yach (bei Elzach)

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



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)

CO-Abgaswerte bei Holz unterschiedlicher Feuchte

<i>Holzfeuchte</i>	14 %	25 %	35 %
<i>CO in [g/m³]</i>	1,0 – 1,6	2,2 – 3,0	4,1 – 5,0

Feuchtes Kaminholz: Mehr giftiges Kohlenmonoxid



Je feuchter das verbrannte Holz, desto schlechter die Abgaswerte. Verbrennungsversuche mit zwei Kaminöfen zeigen, wie drastisch die Abgaskonzentrationen des Atemgifts Kohlenmonoxid in die Höhe gehen. Die Emissionen können bei 35 Prozent Holzfeuchte im Vergleich zu 14 Prozent Holzfeuchte um ein Mehrfaches steigen.



Quelle: www.test.de

Stand: 14.11.2011

Abgasemissionen bei der offenen Verbrennung

Art der Feuerung	Leistung [kW]	CO [g/cbm]	NOx [g/cbm]	PM [g/cbm]
Vegetationsfeuer (~offene Verbrennung) Nach Lit. Für Strauchvegetation	6 – 10 / m ² hier auf Fläche bezogen	6,4 - 18	bis 3,13	1,19 bis 12,0



Grundüberlegungen für die Vor-Ort-Verkohlung im Naturschutz

- **Mobilität muss gegeben sein**
- **Toleranz für inhomogenes Schnittgut**
- **Ziel Mindesttrockengrad Schnittgut = TS 75 %**
- **Vorsorge für Schutzgüter Luft und Boden/Ökologischer Gewinn durch den Ersatz offener Verbrennung mit mobiler Verkohlung?**
- **Kapazität/Kosten/Wirtschaftlichkeit**

Carbo-Mob

Zusammensetzung des Carbo-Mob siehe
Abschlussbericht 2014, www.carola-holweg.de



Ofenlei-
gabe von



Foto: C. Holweg 2013

Testreihen heterogener Biomassen; Untersuchung auf Schadstoffe usw.



Wildpflanzen

Schilf

Lbh-Ruten

Fichtenhack

Hainbuche

Weinstock-
rodungshack

Toleranz für inhomogenes Schnittgut?



vorhanden (aber jeweils Vorläufe nötig)

Vorsorge für Schutzgut Boden?



keine Schadstoffgehalte über den
gesetzlichen Limits enthalten

(2014 C. Holweg, Abschlussbericht Carbo-Mob, Projekt badenova Innovationsfonds)



Verkohlung von Aufwuchs aus Naturschutzflächen 2012-2014 (Studie i.A. LNV) Leitung: Dr. Holweg Nachhaltigkeits-Projekte

Weichholzruten-Haufen
(November – Ende März)



Abgasemissionen bei offenen Feuern

	CO [g/cbm]	NOx [g/cbm]	PM [g/cbm]	CO ₂ [Freisetzung in kg aus 676 kg Biomasse]
Vegetationsfeuer (~offene Verbrennung) Strauchvegetation (nach Lit.)	6,4 - 18	bis 3,13	1,19 - 12,0	973 kg





Jährliche Pflegetrupp-Organisation: Werner Oberle

32





Hackschnitzelvlies als Regenschutz











Vortrocknung durch Abwärme (Eigenentwicklung):

Trocknungserfolg geschnittener Weichholzruten

Schnittzeitpunkt	Effekt Trockengestell			nach Abwärmee- nutzung	üblicher Haufen
	Jan 2014	Feb 2014	März 2014	März 2014	
Nov 2013					
% 47,5	64,7	66,7	69,2	73,3	58 - 60



Zielwert erreicht !!!

Personeller Aufwand im Gelände relativ hoch



Emissions-Kontrolle beim Carbo-Mob



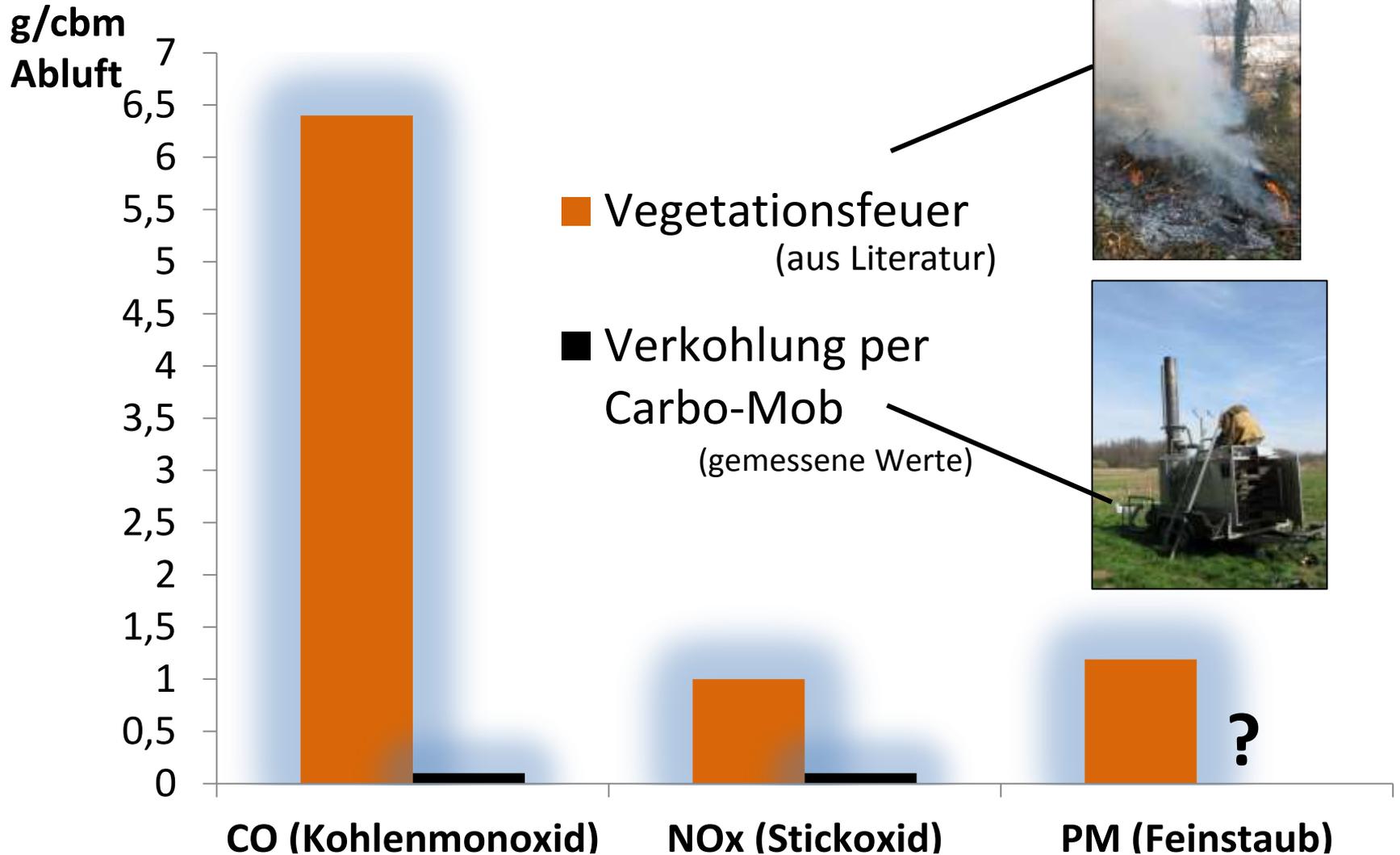
7 - 10 - 15 min Zeitabstand
(sichtbarer Rauch in Aufheizphase)

Minimierung der Rauchgase durch thermische Nachverbrennung am Carbo-Mob !!!



Vergleich der Abgasemissionen - gemessene Minimalwerte

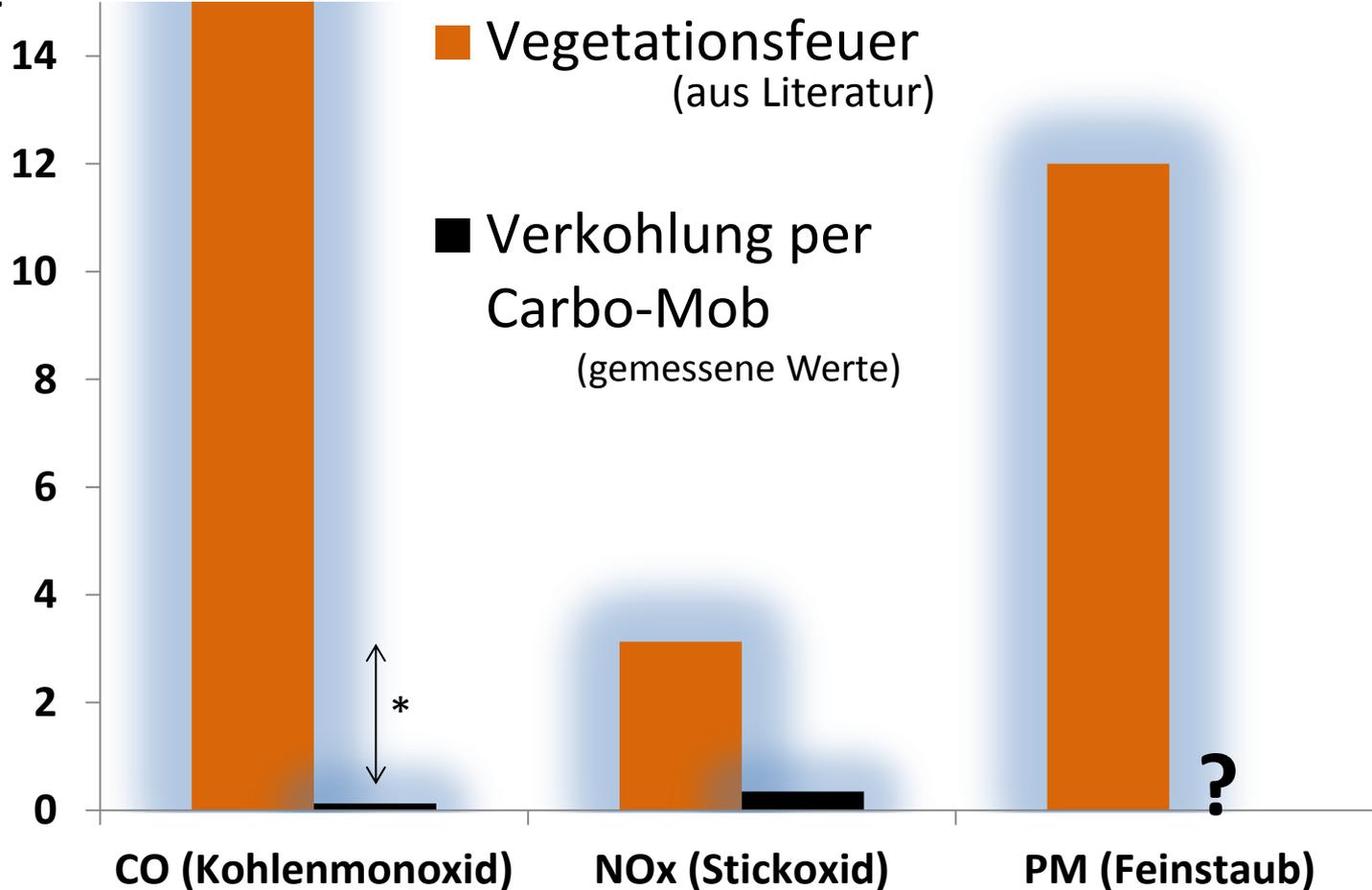
(Zahlenwerte Folie 49)



Vergleich der Abgasemissionen - Maximalwerte

(Zahlenwerte Folie 49)

g/cbm
Abluft



* Beim Einwechseln der Kohleauffangbehälter kurzzeitig höhere Werte (mehr Kontinuität und damit < 0,1 g CO/cbm Abluft durch geplante kontinuierliche Austragsschnecke)

Abgasemissionen im Vergleich

	CO [g/cbm]	NOx [g/cbm]	PM [g/cbm]	CO ₂ [Freisetzung in kg aus 676 kg Biomasse]
Vegetationsfeuer (~offene Verbrennung) Strauchvegetation (nach Lit.)	6,4 - 18	bis 3,13	1,19 - 12,0	973 kg
Verkohlung per Carbo-Mob Rauchgasreinigung über thermische Nachverbrennung (Werte für Holzhackschnitzel, 100 kg/ha)	< 0,1 (-3)*	< 0,35	(0,1 – 0,5)**	486 kg
Hackschnitzelfeuerung Rauchgasreinigung über Zyklon	0,09 - 1	0,23 - 0,29	0,1	973 kg

Grenzwerte f. Feuerungen ab 2015: 0,4 0,5 - 0,6 0,02 –

* Beim Einwechseln der Kohleauffangbehälter kurzzeitig höhere Werte (mehr Kontinuität und damit < 0,1 g CO/cbm Abluft durch geplante kontinuierliche Austragsschnecke)

** nach Expertenaussagen bleibt ein erheblicher Teil der Feinpartikel direkt mit der Kohle verbunden; hier geschätzt; Messungen in der Abluft sind geplant

Rechenansatz für Verwertungs- und Nachfolgekosten/Erlöse bei 4 cbm Weichholzruten; ... und Vergleich der Umweltkosten; in €

Ca. 670 kg TS Ausgangs- menge 1500 kWh	Verar- beitungs- kosten vor Ort	Häcksler- kosten vor Ort	Aufla- -den + Trans- -port	Erlöse b. Ab- gabe am Werk	Gewinn bei Verkauf (im Fall B Kohle, bei C, D Schnittgut)		Wirtschaft- lichkeit (ohne Umwelt- kosten)		Umwelt- kosten bei der Verarbei- tung	Wirtschaft- lichkeit (mit Umwelt- kosten)
	a	b	c	d	e1	e2	f1	f2	g	h1 (h2)
A) offene Verbrennung	-66	-	-	-	-	-	-66	-66	-275	-341



Rechenansatz für Verwertungs- und Nachfolgekosten/Erlöse bei 4 cbm Weichholzruten; ... und Vergleich der Umweltkosten; in €

Ca. 670 kg TS Ausgangs- menge 1500 kWh	Verar- beitungs- kosten vor Ort	Häcksler- kosten vor Ort	Aufla- -den + Trans- -port	Erlöse b. Ab- gabe am Werk	Gewinn bei Verkauf (im Fall B Kohle, bei C, D Schnittgut)		Wirtschaft- lichkeit (ohne Umwelt- kosten)		Umwelt- kosten bei der Verarbei- tung	Wirtschaft- lichkeit (mit Umwelt- kosten)
	a	b	c	d	e1	e2	f1	f2	g	h1 (h2)
A) offene Verbrennung	-66	-	-	-	-	-	-66		-275	-341
B) mobile Verkohlung	-240	-150	-	-	405	287	66 (-103)		-37	29 (-140)



Rechenansatz für Verwertungs- und Nachfolgekosten/Erlöse bei 4 cbm Weichholzruten; ... und Vergleich der Umweltkosten; in €

Ca. 670 kg TS Ausgangs- menge 1500 kWh	Verar- beitungs- kosten vor Ort	Häcksler- kosten vor Ort	Aufla- -den + Trans- -port	Erlöse b. Ab- gabe am Werk	Gewinn bei Verkauf (im Fall B Kohle, bei C, D Schnittgut)		Wirtschaft- lichkeit (ohne Umwelt- kosten)		Umwelt- kosten bei der Verarbei- -tung	Wirtschaft- lichkeit (mit Umwelt- kosten)
	a	b	c	d	e1	e2	f1	f2	g	h1 (h2)
A) offene Verbrennung	-66	-	-	-	-	-	-66		-275	-341
B) mobile Verkohlung	-240	-150	-	-	405	287	66 (-103)		-37	29 (-140)
C) Thermische Energie- erzeugg.	-	-	-208	8	48		-153		-22	-175
D) Kompost- ierung	-	-	-208	20	9		-219		0	-219

Hohe Kosten für den Abtransport bei gleichzeitig geringen Erlösen für Schnittgut verhindern die Verwertungswege „Energie“ und „Kompost“ im Fall meist entfernt liegender Kleinmengen

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



Ergebnisse und Entwicklungsansätze der Vor-Ort-Verkohlung an Naturschutzstandorten (holziges Gut)

-optimaler Trockensubstanzgehalt von 75% ist möglich

-Abwärmennutzung vor Ort? Ja, zum Teil für Vortrocknung des Schnittguts

-Emissionen? Abgase durch therm. Nachverbrennung minimiert.

Frage: *wie hoch wird der gesellschaftliche Nutzen der Klima-/Rauchgaseinsparungen durch mobile Verkohlung gegenüber der offenen Verbrennung geschätzt?*

-Wirtschaftlichkeit:

a) hoher personeller Aufwand

b) Kohlepreise müssten hoch sein

-Allg. Beobachtung: „alternative“ Verwertungswege wie Energieerzeugung oder Kompostierung sind bei entfernten Schnittgut-Kleinmengen meist fiktiv

Mit heißem Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

