



Maschinenring
Zuger Berggebiet

Klimafarming und Humuswirtschaft – Grundlage für fruchtbare Böden, gesunde Lebensmittel

- Grundlage Humuspflge – Bodenverbesserung
- Herstellung Pflanzenkohle - Restwärmenutzung
- Nutzung und erste Erfahrungen mit Pflanzenkohle

Fredy Abächerli, Bionika AG & Verora GmbH, 6313 Edlibach ZG, mail@verora.ch

Zuger Bauern **verwerten organische Abfälle** zu hochwertigem Humuskompost



Keiser Franz, Wies, Neuheim
Kompostierung, Betrieb Pyreganlage



Hegglin Martin, Oberbrämen, Menzingen
Kompostierung, Triage Astmaterial



Biohof Baar GmbH, Büssikon, Baar
Ueli Hürlimann - Treichler
Kompostierung, Triage Astmaterial

3 Kompostieranlagen mit 400 bis 1000 to Grüingut / Jahr
6 weitere Landwirtschaftsbetriebe mit Kompostierung
<100 to Grüingut / Jahr



Verora GmbH

GF: Fredy Abächerli
Heiterstalden, 6313 Edlibach
Tel. 041 755 32 48, M mail@verora.ch

Landw. Kompostierung - Humusaufbau Referenz Verora GmbH seit über 20 Jahren

1. Zuerwerb auf Landwirtschaftsbetrieb

- Grüngutverwertung und Verkauf von Humuskompost, Terra Preta Substrate

2. Humuswirtschaft - Klimafarming

- Stickstoff- und CO₂ - Verluste reduzieren
- Aufbau fruchtbarer Böden mit C-Speicherung
- Kompostierung von Grüngut und Mist mit hoher Kompostqualität
- Gute Erträge – gesunde Lebensmittel möglichst ohne Chemie produziert

3. Energienutzung und Klimaschutz mit Baum- und Strauchschnitt

Herstellung von Trockenhackschnitzeln und Pflanzenkohle mit Pyregverfahren

4. BIONIKA AG

www.bionika.ch, office@bionika.ch

Praxis-Support, Qualitätsicherung, Produktentwicklung, Vermarktung

Fachlicher Hintergrund: aktuelle Boden - Kompost Forschung - Bio-Forschungsfamilie Lübke – E. Pfeiffer Pionier Biolandbau – Rudolf Steiner

Bodenprofile von Braunerdeböden mit / ohne Humuswirtschaft:

Verora Betrieb Menzingen 930 m.ü.M.

8 Jahre Getreidebau, **Bodenpflege mit Kompost**
Gut durchlässige Braunerde, Krümelstruktur

5 bis 20 cm: 6.5% OM,

Nach 8 Jahren Humusgehalt verdoppelt!!

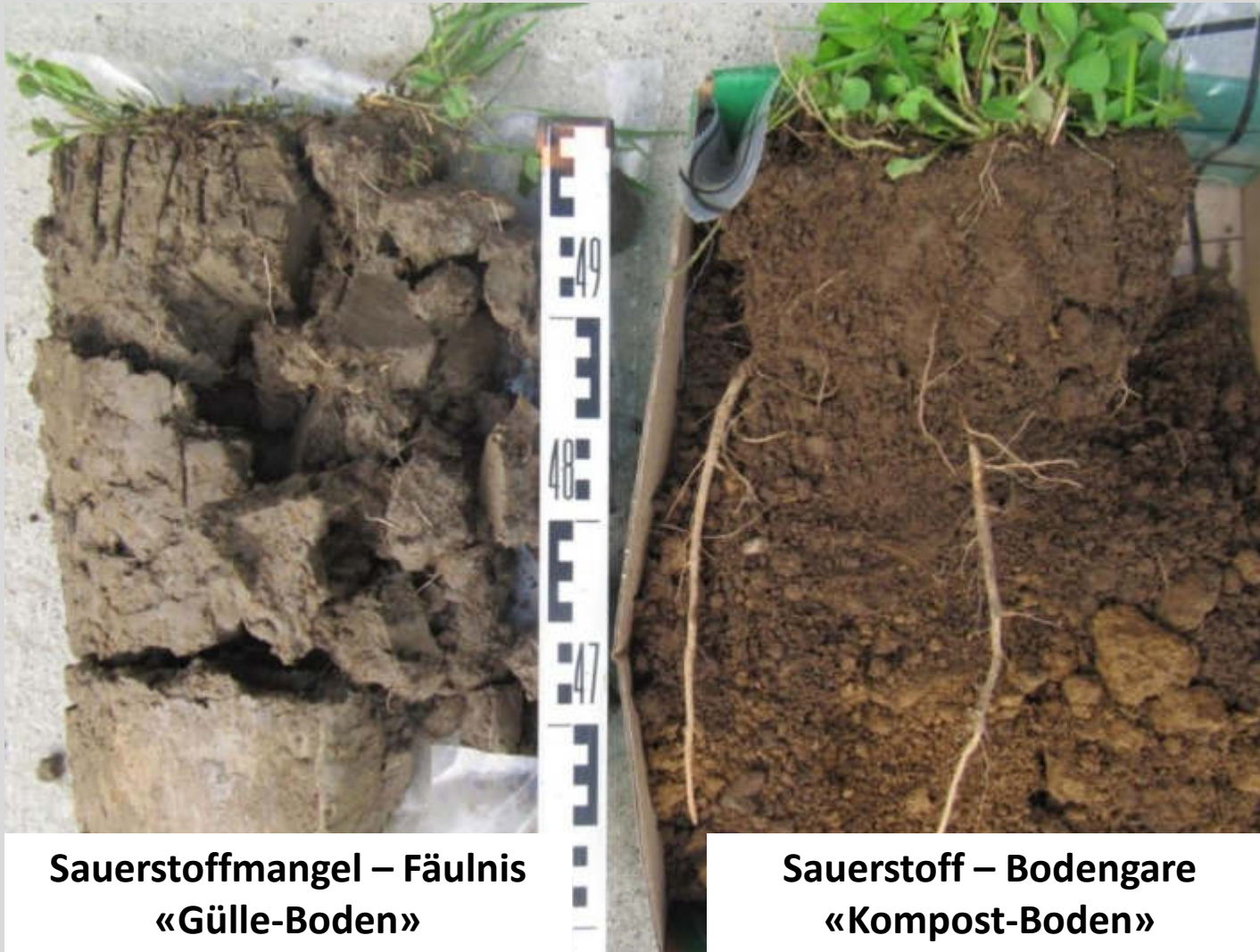


Grossaffoltern BE

Weizen pfluglos, **Gülle + N-Mineraldünger**
Braunerde, anfällig für Verschlammung

Vergleich: typischer Ackerboden mit wenig Humus





**Sauerstoffmangel – Fäulnis
«Gülle-Boden»**

**Sauerstoff – Bodengare
«Kompost-Boden»**

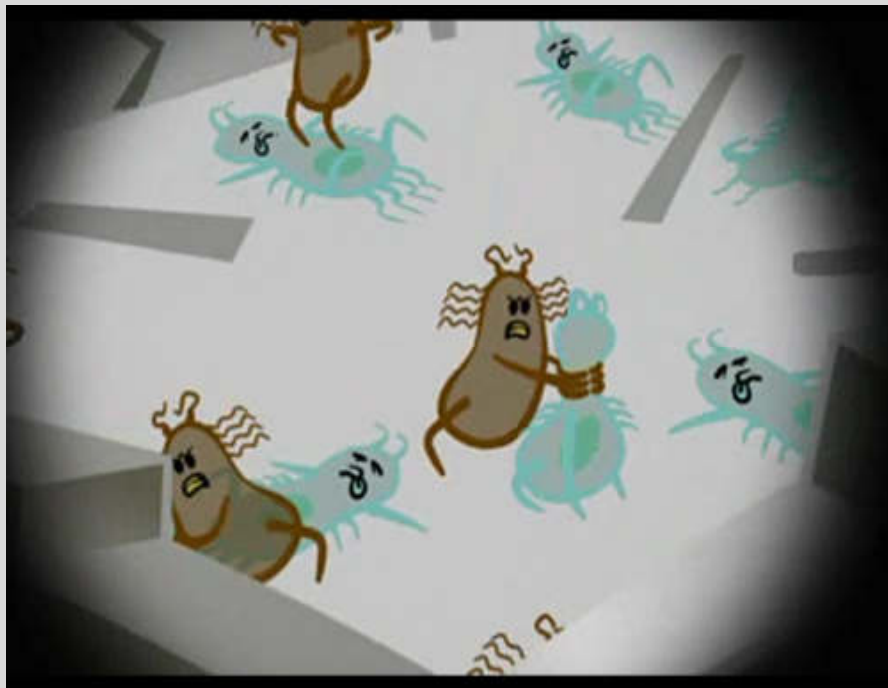
Spatenproben aus Kunstwiesen vom 28. August 2010 nach Starkregen:



Welcher Boden verwertet welchen / wieviel Hofdünger?

Die zwei «Systeme» der Natur

ANAEROB



CH₄

AEROB



CO₂

Vom Rohmaterial zu

Nährhumus

Mikrobiologische Umwandlung

Toxischer Bereich

(Reduktive Phase)

Essentieller Bereich

(Oxidative Phase)

CH₄ Methan	CO₂ Kohlendioxid
NH₃ Ammoniak	NO₃ Nitrat
PH₃ Phosphorwasserstoff	PO₃₋₄ Phosphat
SH₂ Schwefelwasserstoff	SO₂₋₄ Sulfat

Natur-Regeln beim Kompostieren, die jedem Bauern nützlich sind:

Fäulnis und Rotte - die grossen Gegenspieler

Rotte mit genügend Sauerstoff (aerob)

Bsp.: Reifkompost, lebendiger Humus

**geruchsarm bis geruchsfrei
aerobe Bakterienflora**

**keine stinkenden Gase
(Kohlendioxid)**

**N-Bindung zu Bakterien-Körper-
Eiweiss**

Aufbau von Humus

fördert Wurzelwachstum

regenwurmschonend

**Bildung von Antibiotika, Hemmstoffen
hemmt Krankheiten**

Fäulnis ohne / zuwenig Sauerstoff (anaerob)

**stinkende Gülle und Mist, verdichteter und
vernässter Boden**

**penetrante Gerüche
anaerobe Fäulnisbakterien**

**Bildung von Fäulnisgasen:
(Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Methan, Lachgas etc.)**

**hoher Ammonium N-Anteil, Gefahr grosse N-Verluste in
Luft und Wasser, Denitrifikation**

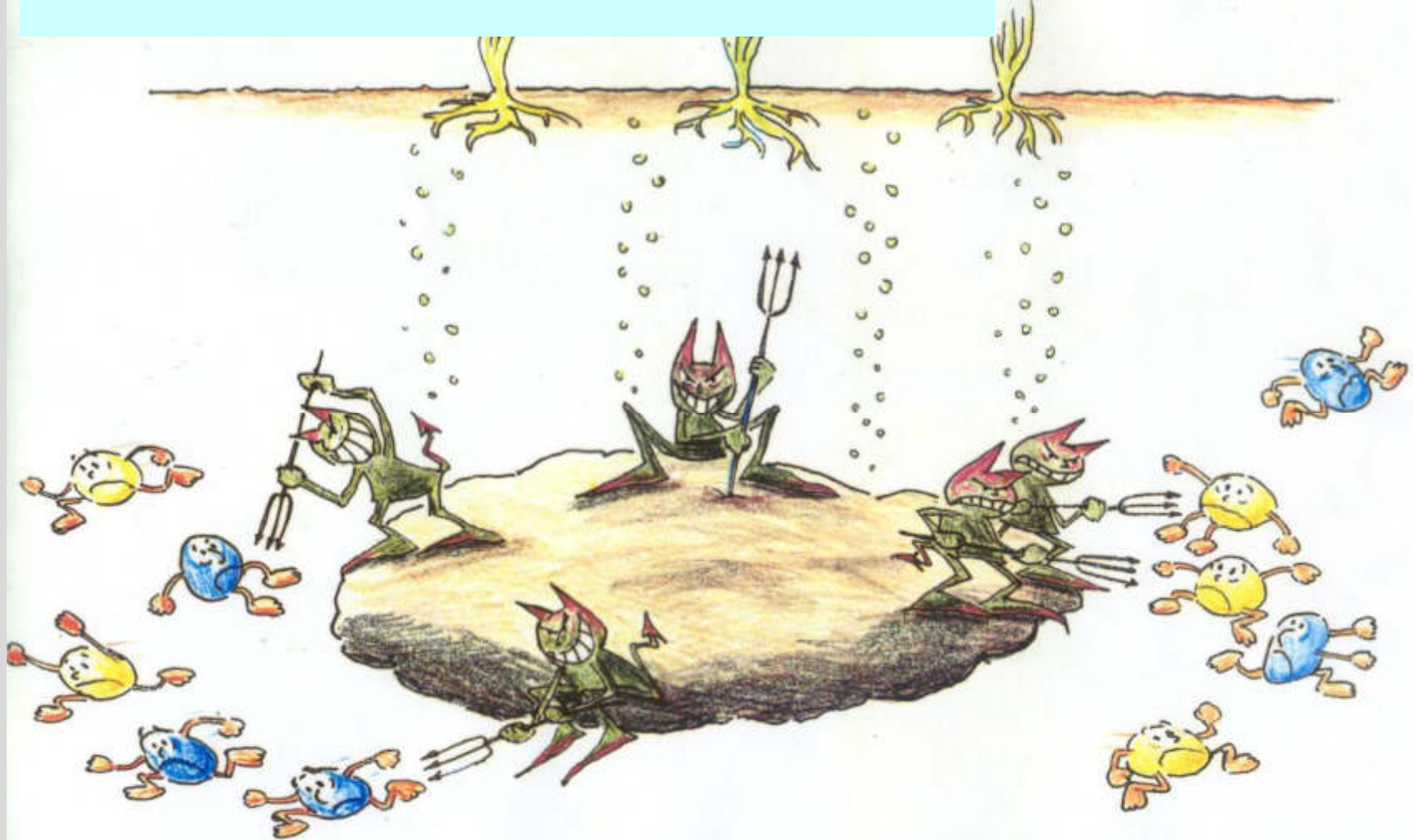
keine Humusbildung

starke Wurzelgifte

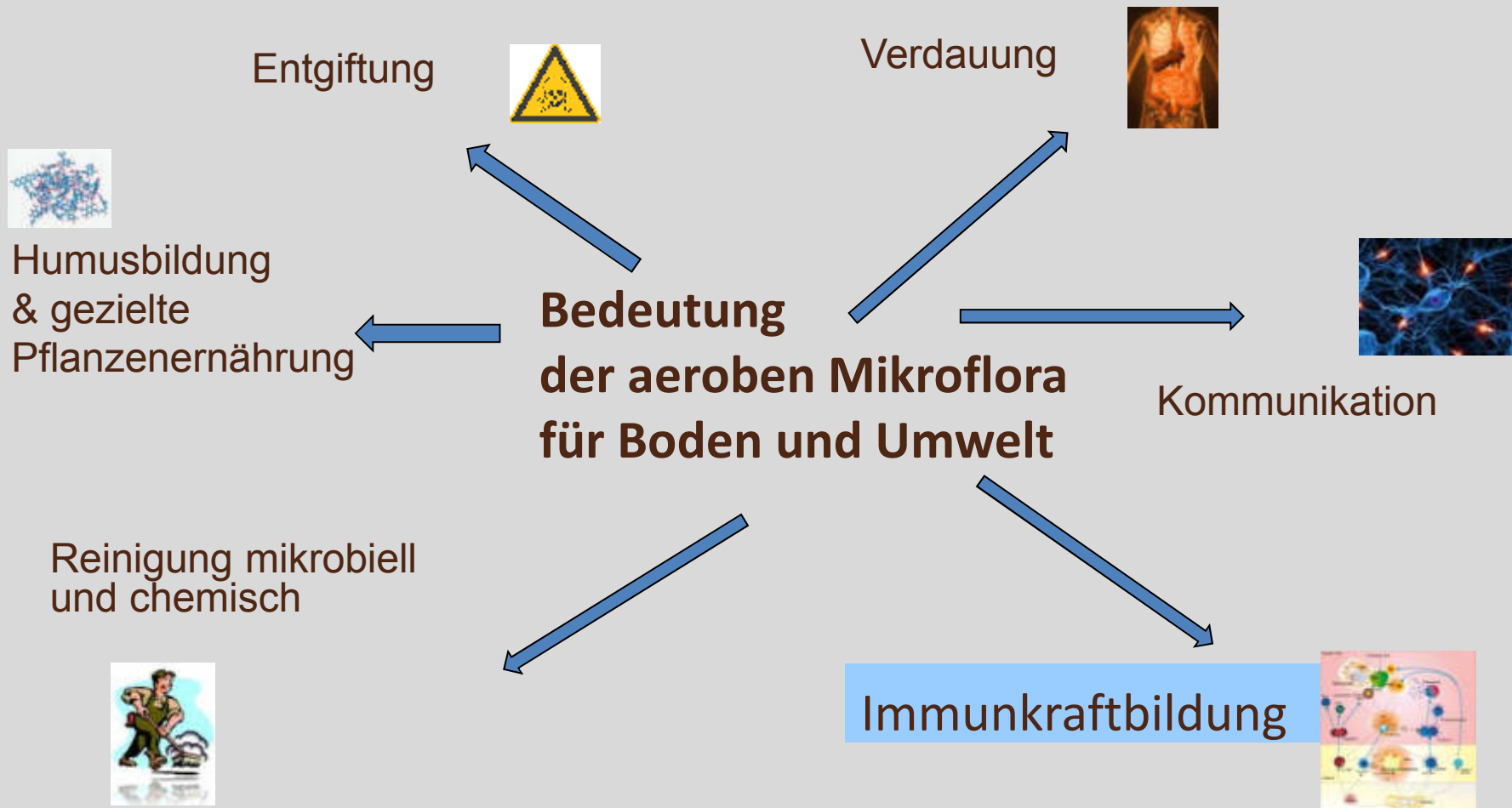
Regenwürmer werden aus dem Boden getrieben

**Bildung von Giftstoffen:
fördert Krankheiten, Schädlingsbefall**

Nützliche Bodenlebewesen werden von
Fäulnisbakterien bekämpft!



Fäulnis im Boden zerstört die Humusbildner!



**Betriebsziel: fruchtbare Böden - gute Pflanzenerträge
– Qualitätsprodukte**

Wichtige Faktoren für Humusaufbau

- schonende, flache Bodenbearbeitung, Boden lockern
- grossen Wurzelraum fördern
- Boden immer begrünen, Gründüngungen, Leguminosen
- Organische Abfälle, Mist und Gülle aufbereiten (Pflanzenkohle einsetzen) oder kompostieren
- Zufuhr von reifem Kompost (ohne Stickstoffblockade)

** das Bodenleben füttern **

** das Milieu für nützliche Bodenmikroorganismen fördern **



Spatenmaschine mit Bodenimpfung



Forschung Kohlenstoffsenken – C-Sequestrierung

Delinat-Institut für Biodiversität und Klimafarming
Hochschule Wädenswil ZHAW
Justus Liebig Uni Giessen DE, Uni Bayreuth DE

„**Terra Preta**“ – Forschung = Wiederentdeckung von altem Wissen



Normaler Urwaldboden

Bodenprofile
im
Amazonas-
gebiet
Brasilien

Funde von
fruchtbaren
Böden mit
Biochar



„Terra-Preta do Indio“

Projekt: Grüngut für Energie, Klimafarming und Pflegesubstrate nutzen

Betrieb einer Pyreg-Anlage mit Wärmenutzung zur Biomassetrocknung

Mehrwert aus Grünabfällen



Trocken-
Hackschnitzel



Pflanzenkohle



Humuskompost –
„Terra Preta“

Mehrfacher Klimaschutz (Klimafarming):

- *CO₂-Bindung im Boden mit Einsatz von Pflanzenkohle (abbaustabil), Humusaufbau = weniger Bodenerosion und bessere Wasserverfügbarkeit*
- *Reduktion der Stickstoffverluste mit Einsatz von Pflanzenkohle*
- *bessere Pflanzenerträge mit weniger Verlusten*
- *Ersatz von Heizöl mit emissionsarmen, getrockneten Holzhackschnitzeln*

Pyreg Forschungs- und Entwicklungsanlage

Pilotbetrieb Juni 2012 - 2015

- 1 zwei Pyregreaktoren
- 2 Kohleaustrag
- 3 Flox-Brenner
- 4 Heissgasrückführung in
Reaktoren
- 5 Abgasleitung in
Wärmetauscher
- 6 Vorlagebunker
- 7 Kohlesilo



PYREG

Anlage 3.1

18:03:07

21.06.12

	Linie 1	Linie 2		
Abgastemp.	573 °C	569 °C		
Reaktor	625 °C	524 °C		
	55 Pa	65 Pa		
Eintrag Zykl.	10,0 s	10,0 s		
Eintrag Puls	3,9 s	3,9 s		
Brennkamm.	1296 °C	Sauerstoff	8,4 %	
Klappe	29 °			
Gas	631 °C	Cyclon	871 °C	
Gebläse	66 %	66 %		

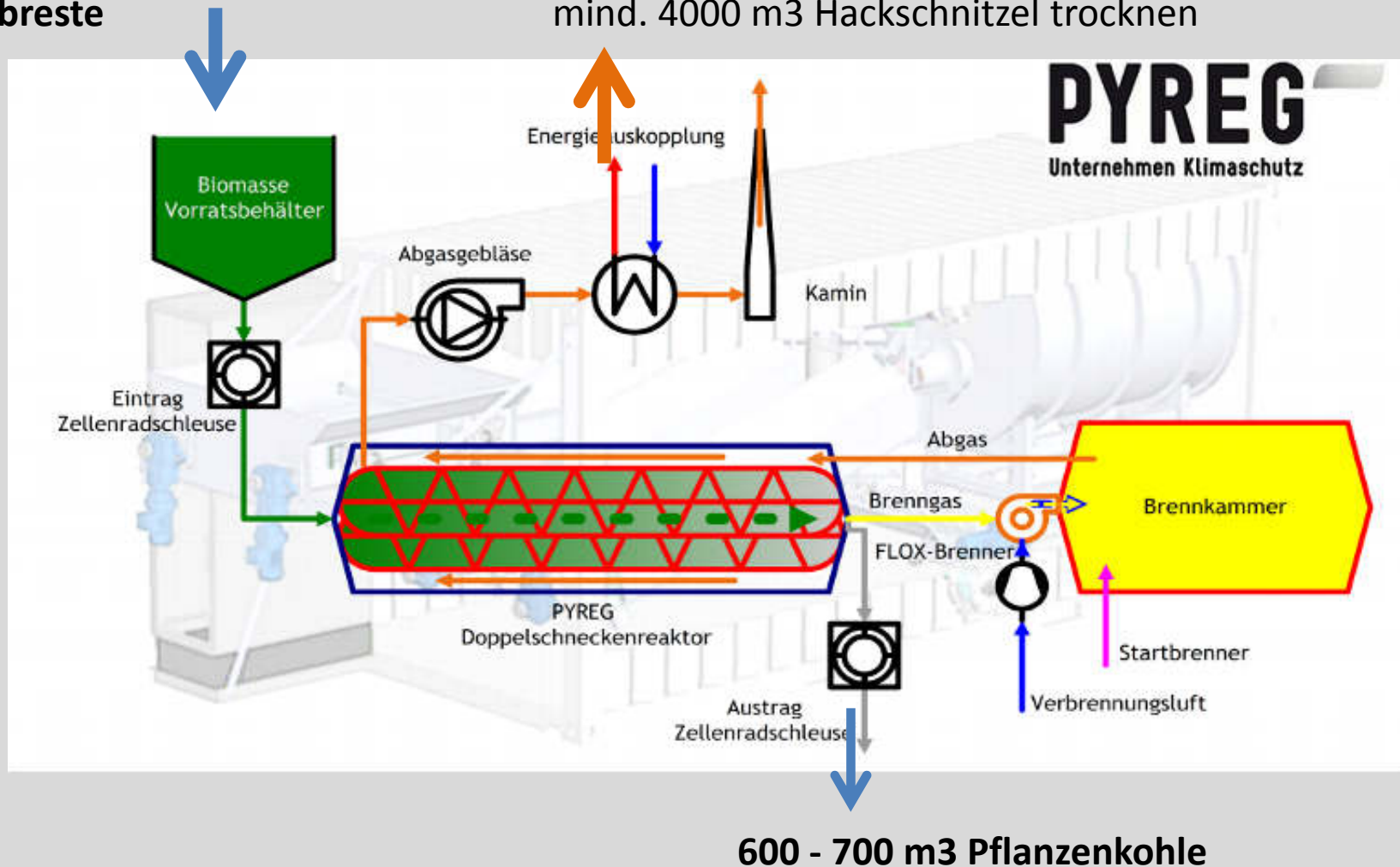
Menü

>>

Pyreg-Anlage - Ziel - Massefluss pro Jahr

2500 m³ Hackschnitzel -
Siebreste

120 -150 kWh Wärmeenergie =
mind. 4000 m³ Hackschnitzel trocknen



Herstellung von Pflanzenkohle mit Pyreganlage

2012 bis 2015: 3.5 Jahre Pilotbetrieb
seit Dezember 2016 definitiver Betrieb



- Weil damit hochwertige Kohlen, unbedenklicher Qualität für Landwirtschaft produziert werden können
- für Nutzung von feuchtem Baum- und Strauchschnitt
- Weil die Abgasemissionen sehr niedrig sind
- Weil die Anlage am weitesten entwickelt war und es heute noch ist
- Nutzung von 120 – 150 kWh Restwärme



Eigenschaften:

1. Wasserhaltefähigkeit
2. Alkalische Hotspots
3. Bodenlüftung
4. Habitat für nützliche Mikroorganismen
5. Erhöht KAK - Austauschkapazität
6. Adsorptionskapazität

➔ *„wirkt wie ein Schwamm“*

Verora Pflanzenkohle Qualitäts-Zertifikat

VERORA

Ressourcenschonende Naturerzeugnisse

Anforderung: sichere, unbedenkliche Qualität EBC Zertifikat als Bodenverbesserer und Futterqualität



Nummer des Zertifikates: BINT-2217

Verora GmbH
Heiterstalden 1
6313 Edlibach
Schweiz

Betriebsnummer: 70404

Die Produkte und Tätigkeiten des genannten Unternehmens sind nach folgenden Standards zertifiziert:



Haupttätigkeiten: Aufbereitung, Handel

Die Zertifizierungsdetails der Produkte und Tätigkeiten sind unter www.EASY-CERT.com/CH/70404 aufgelistet.

Gültig bis: 31.12.2015

Produkteliste

Stand vom 07.11.2014

Zertifizierte Produkte von:

Verora GmbH
Heiterstalden 1
6313 Edlibach
Schweiz

Betriebsnummer: 70404

Produkte, die nach der Ausstellung dieser Produkteliste neu angemeldet werden, sind hier nicht aufgeführt. Sie werden nach deren Zertifizierung unter www.EASY-CERT.com/CH/70404 publiziert.

Produkt	Tätigkeiten	Standards	Zertifizierungsstatus	Zertifizierung gültig bis
Verora Pflanzenkohle (Holzkohle), premium, Ident. nr. 3 - 03	Aufbereitung Handel	European Biochar Certificate	Anerkannt	31.12.2015
Verora Pflanzenkohle (Holzkohle), premium, Ident. nr. 3 - 04	Aufbereitung Handel	European Biochar Certificate	Anerkannt	31.12.2015

Anforderungen gemäss Bewilligung BLW:

- **Herstellung der Pflanzenkohle**
- **Qualitätskontrolle (EBC Premium)**
- **Abgabe und Ausbringung**
- **Meldepflicht (Verkaufsmengen, Analysen)**

Dieses Zertifikat Nr. BINT-2217 bleibt gültig bis zur Ausstellung eines neuen Zertifikates, längstens bis 31.12.2015. Vorbehalten bleibt ein Widerruf durch q.inspecta. Änderungen werden strafrechtlich geahndet.



q.inspecta GmbH
Ackerstrasse
CH-5070 Frick
Tel. +41 (0)62 865 63 00
www.q-inspecta.ch



bio.inspecta AG/q.inspecta GmbH
Ackerstrasse
CH-5070 Frick
Telefon +41 (0)62 865 63 00
www.bio-inspecta.ch

q.inspecta

Herstellung von Pflanzenkohle mit EBC Zertifikat Premiumqualität

= hoher Kohlenstoffgehalt, tiefe Schadstoffgehalte, grosse spez. Oberfläche

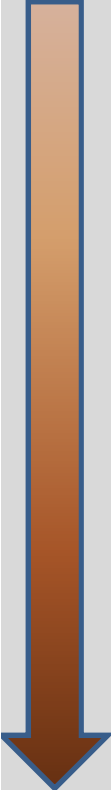
Naturbelassenes holziges, sauberes Material (minderwertiger Baum- und Strauchschnitt)

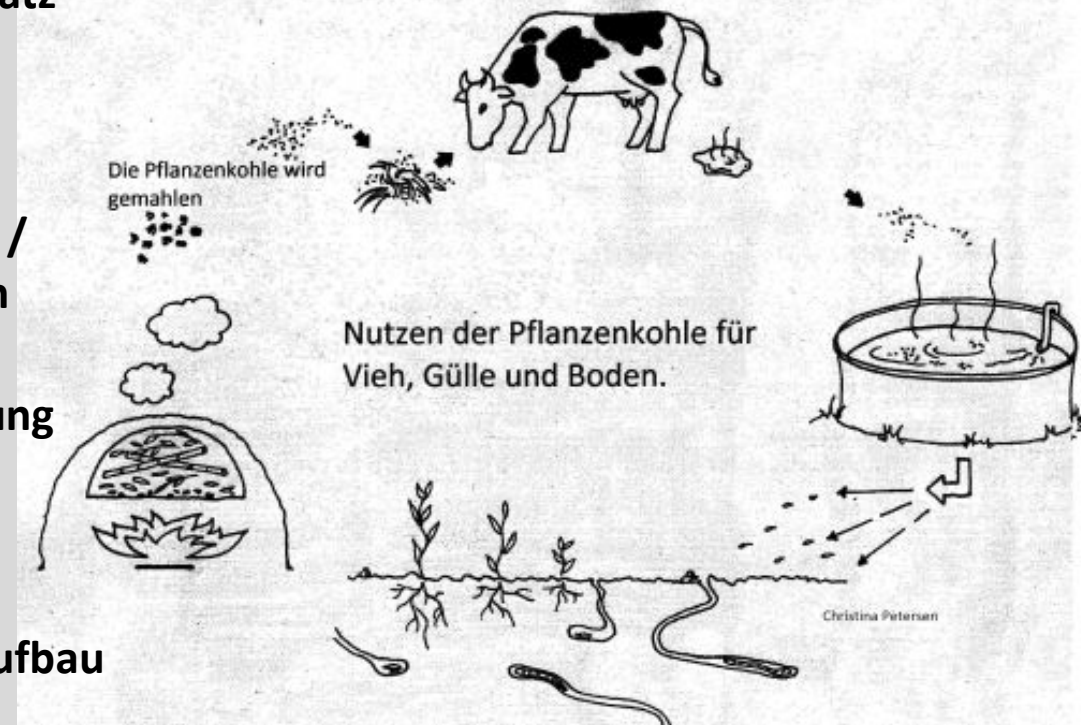
- frisch verarbeitet
= Lager- (Rotte-)verluste vermeiden
- Astschnitzel fein gehäckselt
und gesiebt <20 mm
- Astschnitzelsiebung 10 - 30 mm +
Stammschnitzelsiebrete



Einsatz von Pflanzkohle in Landwirtschaft und Hausgarten - mehrstufige Nutzung = aufladen für Bodenverbesserung



- 
1. Einzelfuttermittel / Silagezusatz
 2. Stall-Einstreu
 3. Behandlung von Gülle / Mist /
Küchen- oder Gartenabfällen
 4. Zuschlagstoff in Kompostierung
 5. Pflanzkohledünger
 6. Bodenverbesserer - Humusaufbau





1. Silierzuschlag:

1 – 2 kg / m³ Silage = eigenes
Carbonfutter



2. Futterzusatz

Kaskadennutzung der Pflanzenkohle

2.

**1 % Pflanzenkohle als
Futterzusatz**

Carbon-Feed



Verbessert die Energieeffizienz der Verdauung, vermindert Milchzellen,
Adsorbiert gram positive Bakterien, Pestizide, Herbizide, reduziert
Geruchsbelastung, fixiert Nährstoffe, verbessert das Stallklima



Pflanzkohle – Nährhumusmischung:
Futterkohle Premix 0.5 - 1.0%

- Besseres Stallklima, geringere N-Verluste
- bessere Futtermittelverwertung
- weniger Fussballenkrankheiten, vitalere Hühner
- Hühnermist mit Mehrwert (N-Gehalt, Kohle)
- erste Resultate Versuch Mastpoulets (Aviforum, Zollikofen)

3. Stall Einstreu

Kaskadennutzung der Pflanzenkohle

3.

**5 - 10 % Pflanzenkohle in
Einstreu**



Reduziert Feuchtigkeit, Fixiert Nährstoffe, reduziert Ammoniak und Methan Emissionen, verbessert Hygiene, reduziert Hufinfektionen

4. Gullebehandlung

Kaskadennutzung der Pflanzenkohle

**1- 1,5 % Pflanzenkohle
in Gulle**



Verringert Ammoniak-Verluste, Methan-Emissionen, verbessert Pflanzennahstoffeffizienz, vermindert Nahstoffverluste, Verbrennungen und Geruchsbelastung

5. Kohledünger:

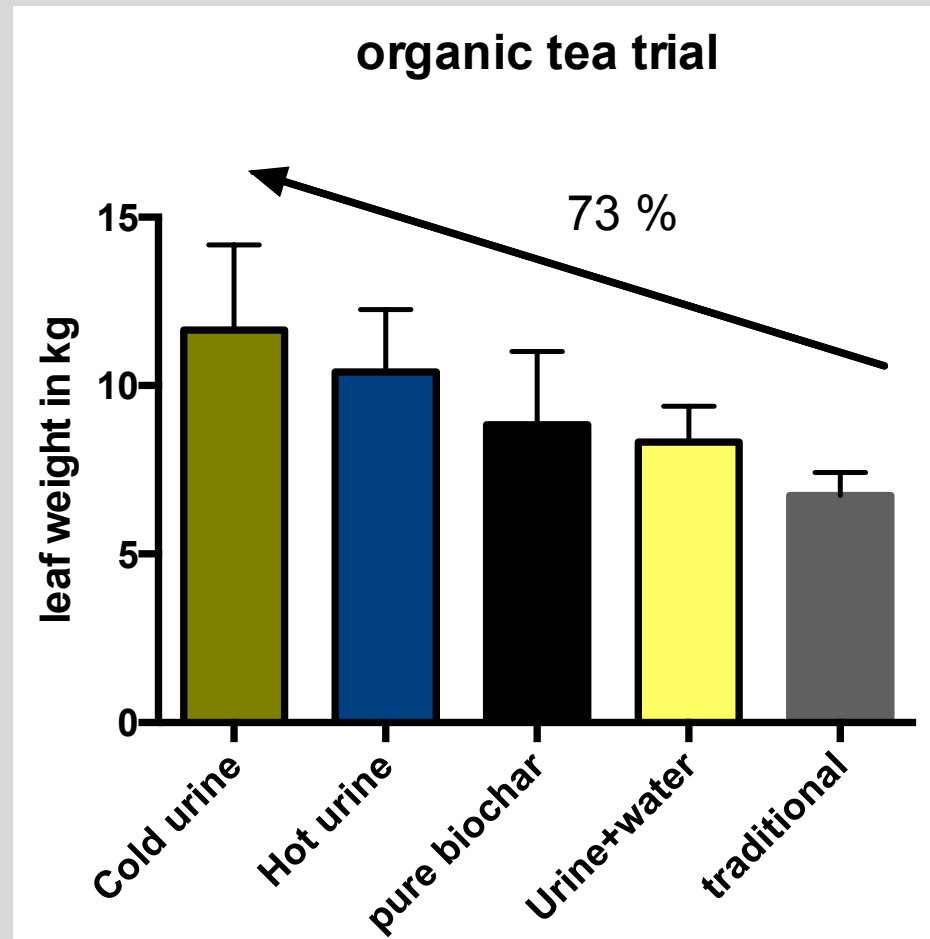
Pflanzenkohle mit
Frischgülle beladen
(Kuhurin)

Versuche in Nepal

Kohlegabe < 1 t / ha

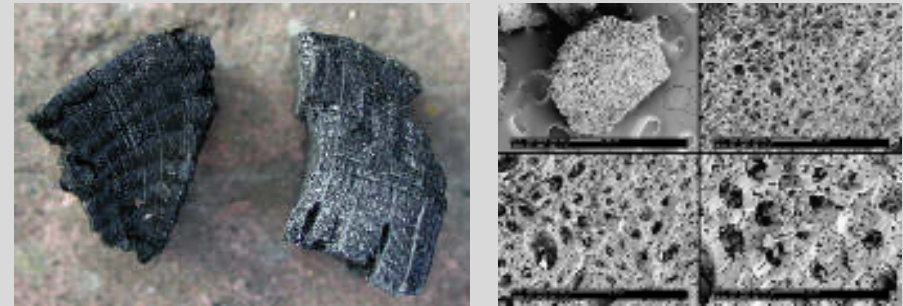


Teeplantage in Ilam, Nepal



2 t / ha Pflanzenkohle
600 l / ha Kuhurin

6. Zuschlagstoff in Kompostierung



**Kompostierversuche
Sommer 2011 (4 Betriebe)**

Vergleichsmieten

0%, 5%, 10%, 20%
Volumenanteil Fertigkompost

Schnelltests alle 2 Wochen

Nach 8 Wo. Laboranalyse,
Schnelltests, Chromatest

Offene Kleinmietenkompostierung

Ziel: minimale Verluste mit hoher Nährstoffeinbindung - Humusaufbau

Die Aufgabe des Kompostierers ist das richtige Rottemilieu im Kompost zu schaffen

Kompost umsetzen:



Rotteprozess überwachen:



Faktoren für optimalen Rotteprozess

- Temperatur max. 65 ° C
- genügend Sauerstoff min. 5 % oder
lüften ab Kohlendioxid (CO₂) 8 – 12 %
- Feuchtigkeit 55 – 60 %
- C : N Verhältnis 30 : 1
- Tonhaltiger Erdzusatz 10 %
- Kompostzusatz 10 %
- frisches Material min. 20 %
- Strukturmaterial 25 – 30 %

Kompostierung an Dreiecksmiete mit max. 3 m Breite und 1.2 m Höhe

Abdeckung mit Vlies (Schutz gegen Regen und Austrocknung / UV-Licht)

Nach 8 - 12 Wochen ist der optimal laufende Kompostierprozess abgeschlossen.

Nach bisherigen Versuchen bringt die Aufladung der Pflanzenkohle mit der gelenkten Kleinmietenkompostierung die besten Wirkungen als Bodenverbesserer.

Terra Preta-Kompost selber herstellen

VERORA
Ressourcenschonende Naturerzeugnisse

BIONIKA AG

Zusammensetzung für guten Handkompost:

10% Humuskompost, 10% tonhaltige Erde, 5 kg/m³ Urgesteinsmehl Biolit oder Eifelgold,

5 kg/m³ Bionika Bentonit, 5 - 10% Verora Pflanzenkohle

1/4 Schreddermaterial, max. 1/4 konservierte Küchenabfälle (mit EM- und Kohlezusatz)

Rest: frisches Gras und Rasenschnitt, Gejät, Gartenabfälle, frischer Stallmist etc.

1 bis 3 mal beim Umsetzen mit frischem Gras oder Rasen nachfüllen

Humuskompost und Erde beimpfen den Kompost und wirken wie Kohle als Puffer für Nährstoffe und Feuchtigkeit. Tonhaltige Erde fördert den Aufbau von Humusverbindungen.

Kompostmiete vor allem in den ersten beiden Wochen **mehrere Male umsetzen**, befeuchten, ev. später nachfüllen mit frischem Rasen/Gras.

Abdecken mit Kompostvlies

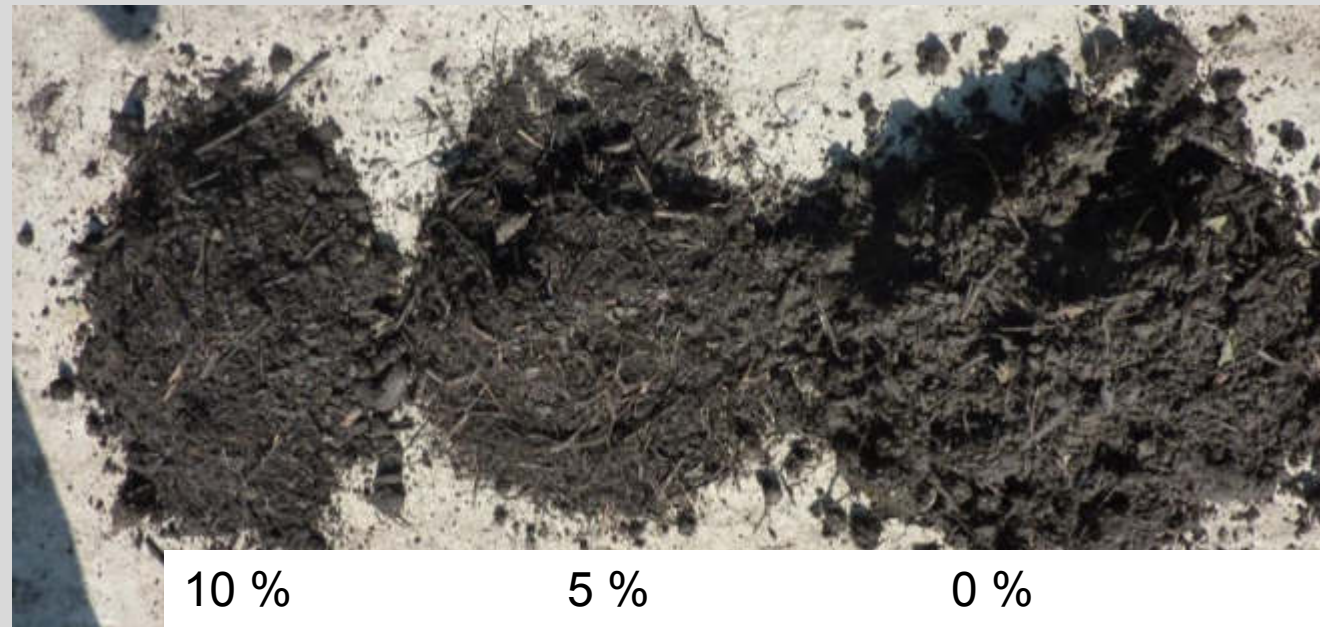


Kompostierversuche mit Pflanzenkohle (Sommer 2011)

Wichtigste Resultate in Heissrottephase:

- **deutliche Geruchsreduktion**
- Kohle bindet **Feuchtigkeit**, **weniger und kleinere Knollen**
- leicht höhere CO₂ Messwerte mit Kohle (Primingeffekt im Abbau)

Komposte in 3. Woche:



10 % 5 % 0 %
Anteile Pflanzenkohle

Kompostierversuche mit Pflanzenkohle (Sommer 2011)

Wichtigste Resultate nach 8 Wochen:

Kressetest:

- Leichte Tendenz:
besser mit Kohle
- Kohle ersetzt
Erdzuschlag nicht!!
- Alle Komposte erreichen
höhere Qualitäten nach 8
Wochen



Kompostierversuche mit Pflanzenkohle (Sommer 2011)

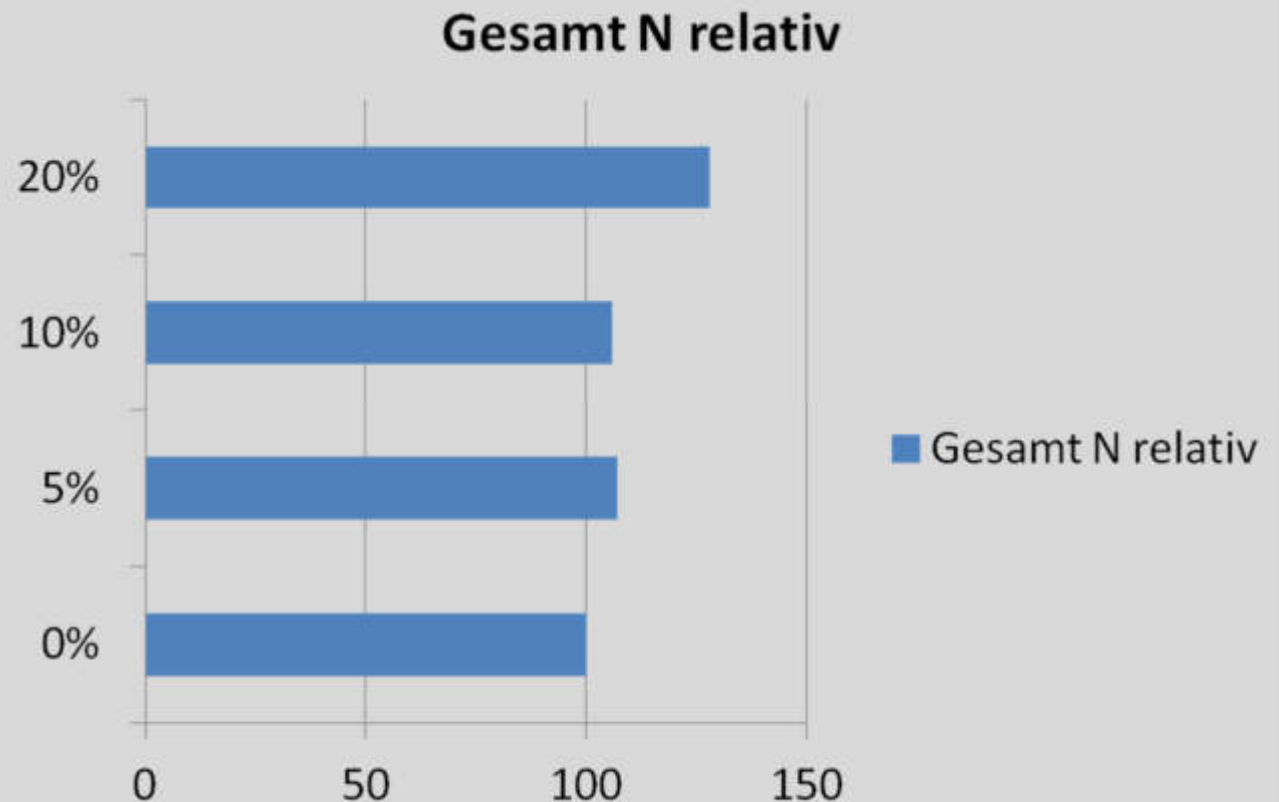
Wichtigste Resultate nach 8 Wochen:

- Höhere Gesamt-Stickstoffgehalte bis + 26%
= geringere N-Verluste

- Aufladung Kohle

- tiefere C-Verluste

- weniger Geruch



Kompost aus gewerblicher Entsorgungsanlage



- enthält noch viel Rohorganik
- Stickstoffblockade im Boden
- relativ wenig Mikroorganismen

Kompost von offener Mietenkompostieranlage



- hoher Abbaugrad
- liefert sofort Nährstoffe
- enthält bereits Ton-Humuskomplexe
- mikrobiell reich belebt

Kresstest offen / geschlossen nach 7 Tagen

Kompost aus gewerblicher Entsorgungsanlage



Frischkompost (10 Wochen) mit RAL
Gütesiegel

Kohle Nährhumus von offener
Mietenkompostieranlage

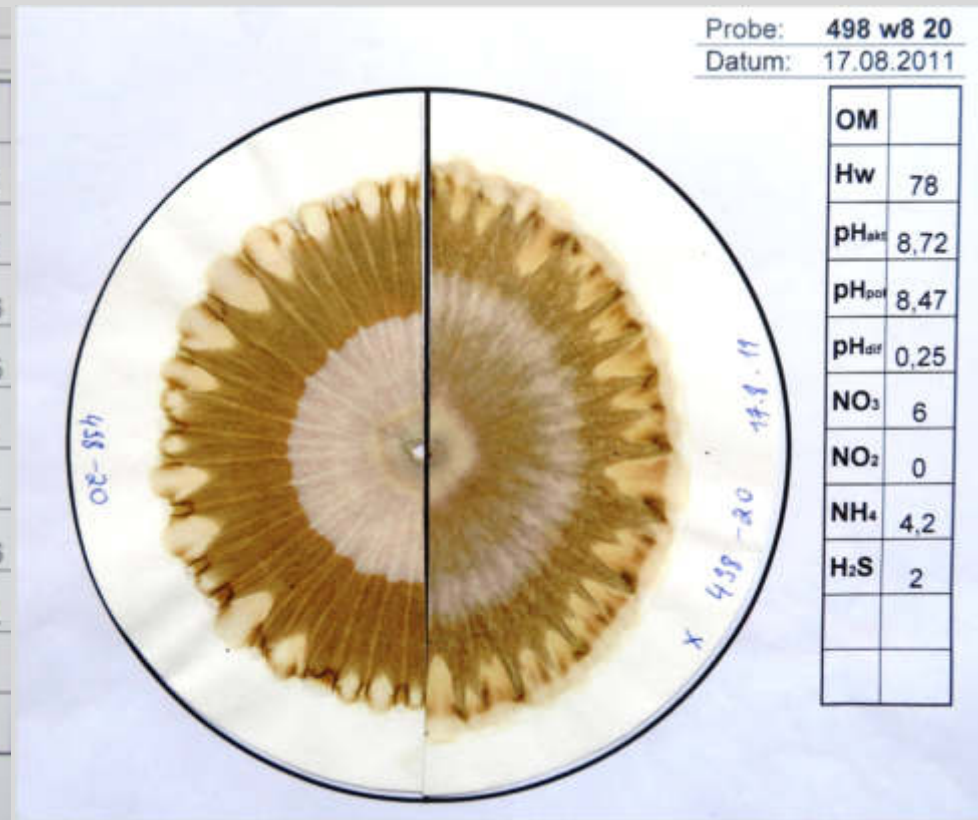
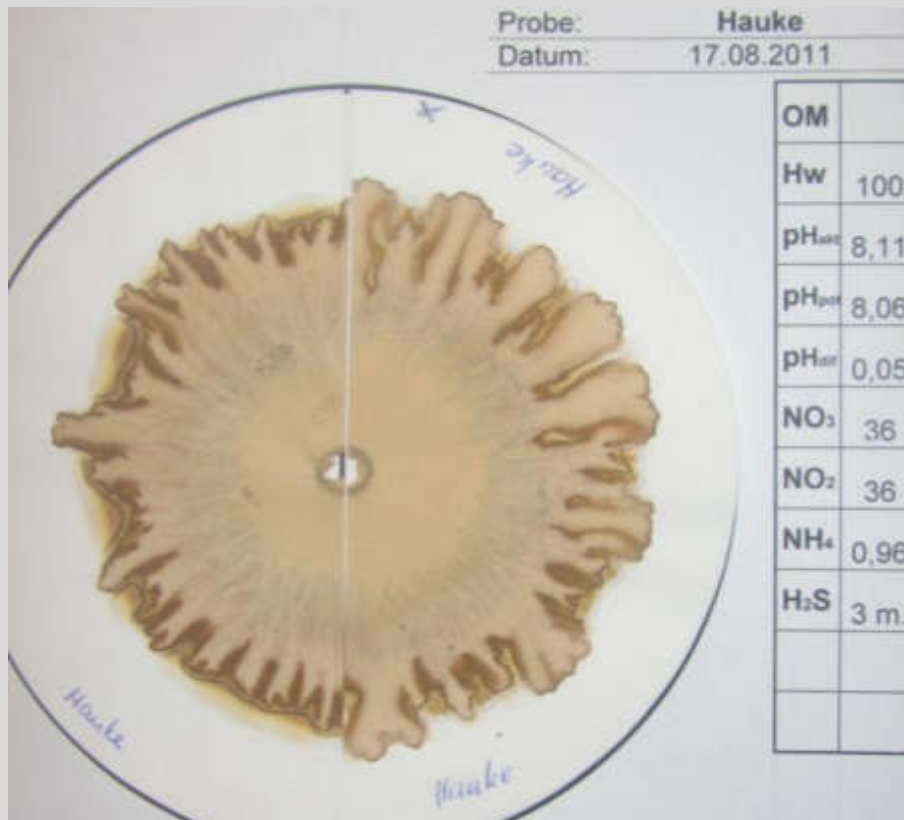


Nährhumus (8 Wochen) mit 10 % Erde +
20% Pflanzenkohle

Rundbildchroma

Kompost aus gewerblicher Entsorgungsanlage

Kompost von offener Mietenkompostieranlage



Frischkompost (12 Wochen) mit RAL Gütesiegel

Kohle-Nährhumus (8 Wochen) mit 10% Erde + 10% Pflanzenkohle

Nr.	Probebezeichnung	pH akt	pH pot	Nitrat	Nitrit	Ammonium	Sulfid	Filtratfarbe	Kressetest
1655	Qualikomp Juni 16	8.76	8.24	30	0	0.6	III	hellbraun	5 Tage: offen 100%, 6 cm, Blätter grün, dick, dichte lange Wurzeln; geschl. 100%, 4cm, grün, kleine Blätter, dichte Wurzeln
	Zielwerte fertiger Nährhumus	7 - 8	7 - 8	< 300 So < 100 Wi	0	< 2	I		offen >75% geschl. >50%
	Grenzwerte Kompost Gartenbau im Freiland	< 7.8	< 7.8	> 80	< 20	< 200			offen >50% geschl. >25%

Kressetest

Testdatum: 12. Juli 2016

Bemerkungen:

Sehr guter Kressetest nach 7 Wochen, gutes Wurzel- und Blattwachstum im geschlossenen Glas.

- Bereits guter Reifegrad
- tiefer Nitratwert, steigt mit weiterer Pflege, pH-Wert sinkt



Rosen: Pflege mit Nährhumus und Komposttee – ohne Chemie



Rosen: Pflege mit Nährhumus und Komposttee – ohne Chemie



Werkhof Riehen BS: Baumpflanzversuch 2016

Vergleichsversuch: Kontrolle 10 Monate nach Pflanzung

Lokaler Werkkompost in Oberboden
(keine sichtbare Bodenverbesserung,
Kompost ist verschwunden)



Bionika Schwarzerde in Oberboden
(Krümelbildung, Regenwurmaktivität,
Bäume mit schönerem Laub)



Einsatz von Pflanzenkohle und
Swiss Terra Preta in
Siedlungs-Baumpflanzungen

Versuch Pflanzung 10 Eichen bei
Neubau Umgebung BLV Liebefeld, Bern

Pflanzung April 2015

Stand Juli 2018

hinten ohne PK / TP

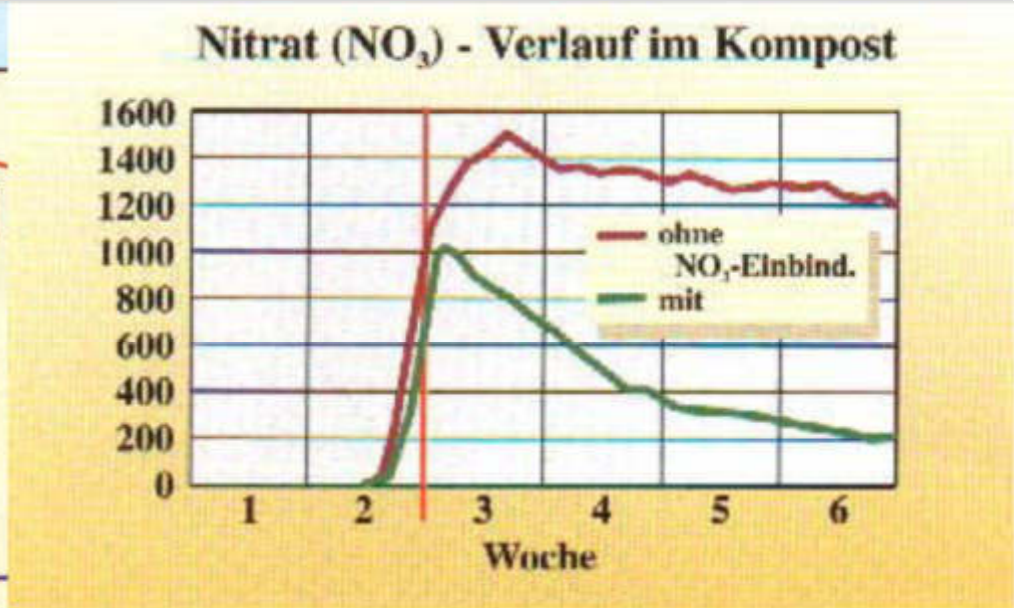
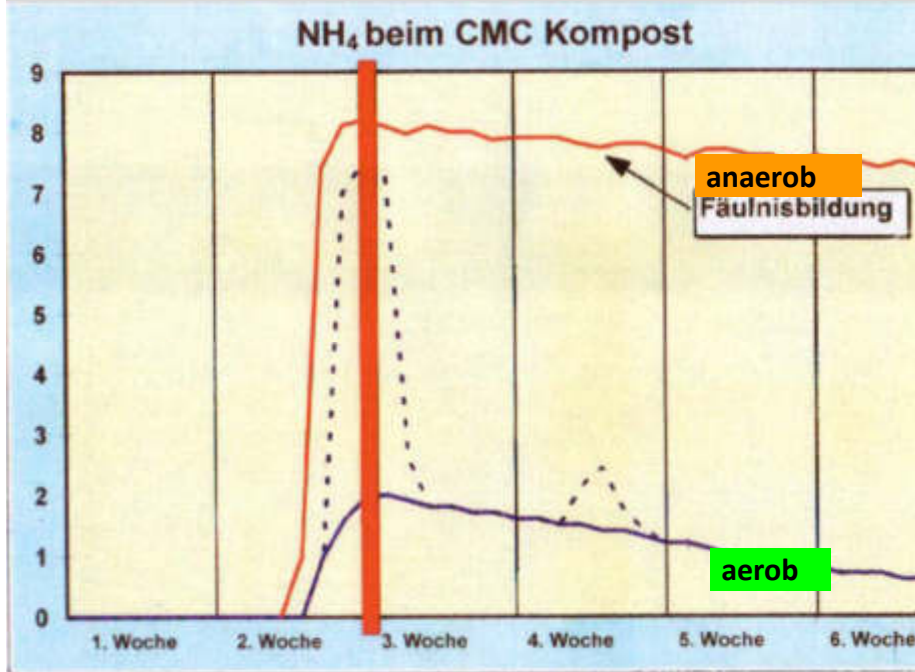
vorne mit PK / TP



Pflanzkohle beeinflusst Stickstoffkreislauf

aus Eiweiss wird NH_4 – NO_2 – NO_3 – Humus-N

Ziel: N-Verluste reduzieren



Anaerobes Milieu (Gülle, Mist, Gärgut, Boden verdichtet)

= viel NH_4 -N, Lachgas, wenig NO_3 -N

= schnelle, kurze Düngewirkung

= Ammonium wirkt ätzend (Regenwürmer, Krümel)

Aerobes Milieu (Kohle, Kompost, Bodengare)

= wenig NH_4 -N, mehr NO_3 -N

= langsame, lange Düngewirkung

= weniger N-Verluste

Mehrere Forschungsarbeiten mit Einsatz von Pflanzkohle im Boden = 40 – 60 % tiefere Lachgas-Emissionen und tiefere Nitratverluste

Betriebs-Nutzen des Humusaufbaus: Bessere Erträge ohne chemische Hilfsmittel



„Brämenweid“ Kunstwiese Jahr 2017 mit Kleegrasmischung:

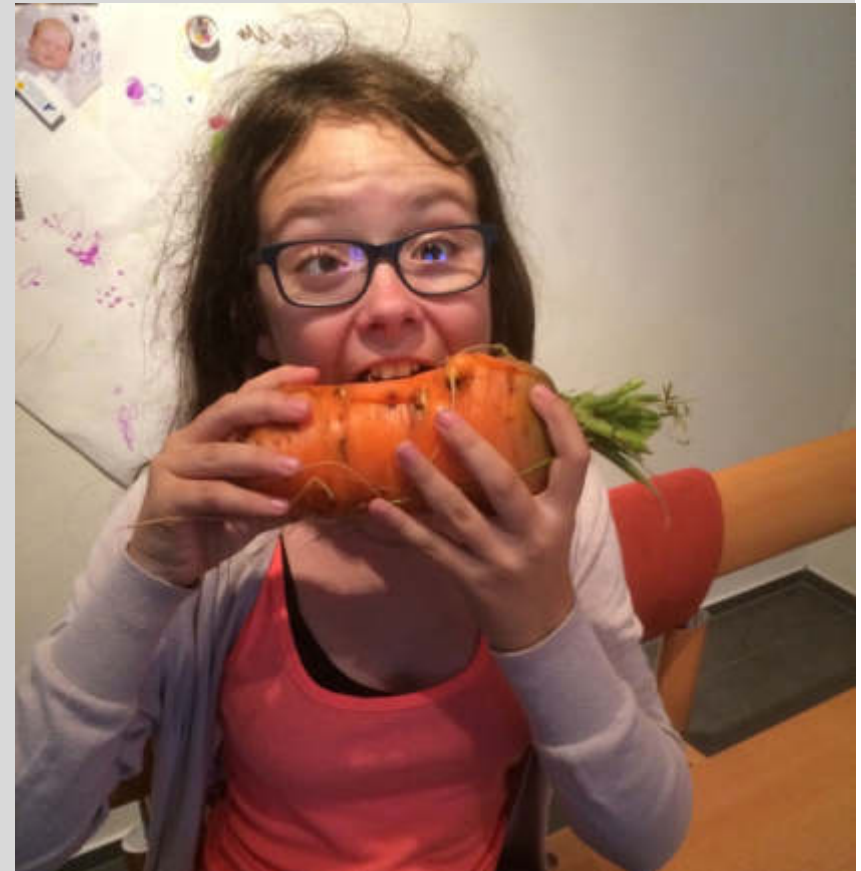
- Hohe Erträge mit kleinen N-Gaben,
- Verunkrautung mit Blacken ist kein Problem.
- trockenheitsresistenter: hohe Erträge auch im Sommer 2018

Parzelle „Unterland“ Weizen im Jahr 2007
Saat + 1 x striegeln

- mittlerer Ertrag mit hoher Backqualität
- konkurrenzschwaches Unkraut am Boden
- Ernte 2018: 58 kg/a Sommerhafer ohne Düngung und Pflegemassnahmen



Schwarzerde = „Wundererde“ für Hobbygarten und Spezialkulturen



Pflanzenkohle und Schwarzerde sind zum Geheimtipp geworden

Schnelltests Nitrat, Vitamin C, Zuckergehalt plus Pflanzenchroma-Bild

Kartoffeln aus unterschiedlichen Böden



Klimafarming – eine Initiative von Zuger Bauern

Verluste reduzieren - Bodenfruchtbarkeit fördern - hochwertige Lebensmittel
gute Erträge - hohe Biodiversität – natürliche Kreisläufe schliessen



VERORA
Ressourcenschonende Naturerzeugnisse



BIONIKA AG



Hochwertige Pflanzenkohle und mikrobiell hochaktiver Humuskompost sind Schlüssel-Hilfsmittel zur zeitnahen Wiederherstellung natürlicher Bodenfruchtbarkeit für die Ernte von leckeren, nahrhaften Lebensmitteln

Bionika AG, Heiterstalden 1, CH-6313 Edlibach, www.verora.ch. www.bionika.ch