



**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](mailto: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 CO<sub>2</sub> - 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](http://www.bionika.ch), [office@bionika.ch](mailto: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!!**



**RI NIKA AG**

### **Grossaffoltern BE**

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

**Vergleich: typischer Ackerboden mit wenig Humus**



**Betrieb von IG NoTill**

## 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“

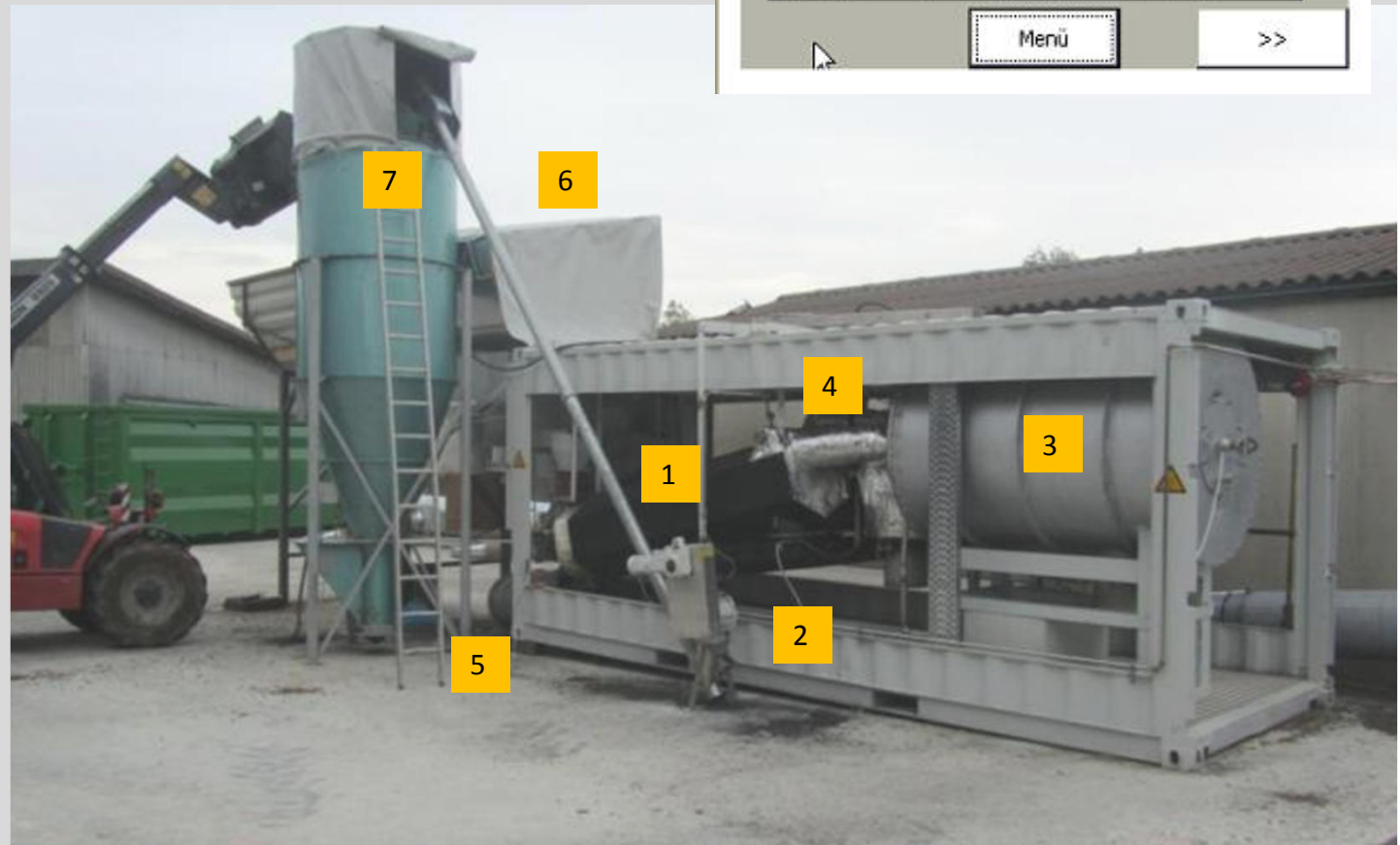
***Mehrfacher Klimaschutz (Klimafarming):***

- *CO<sub>2</sub>-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 %		

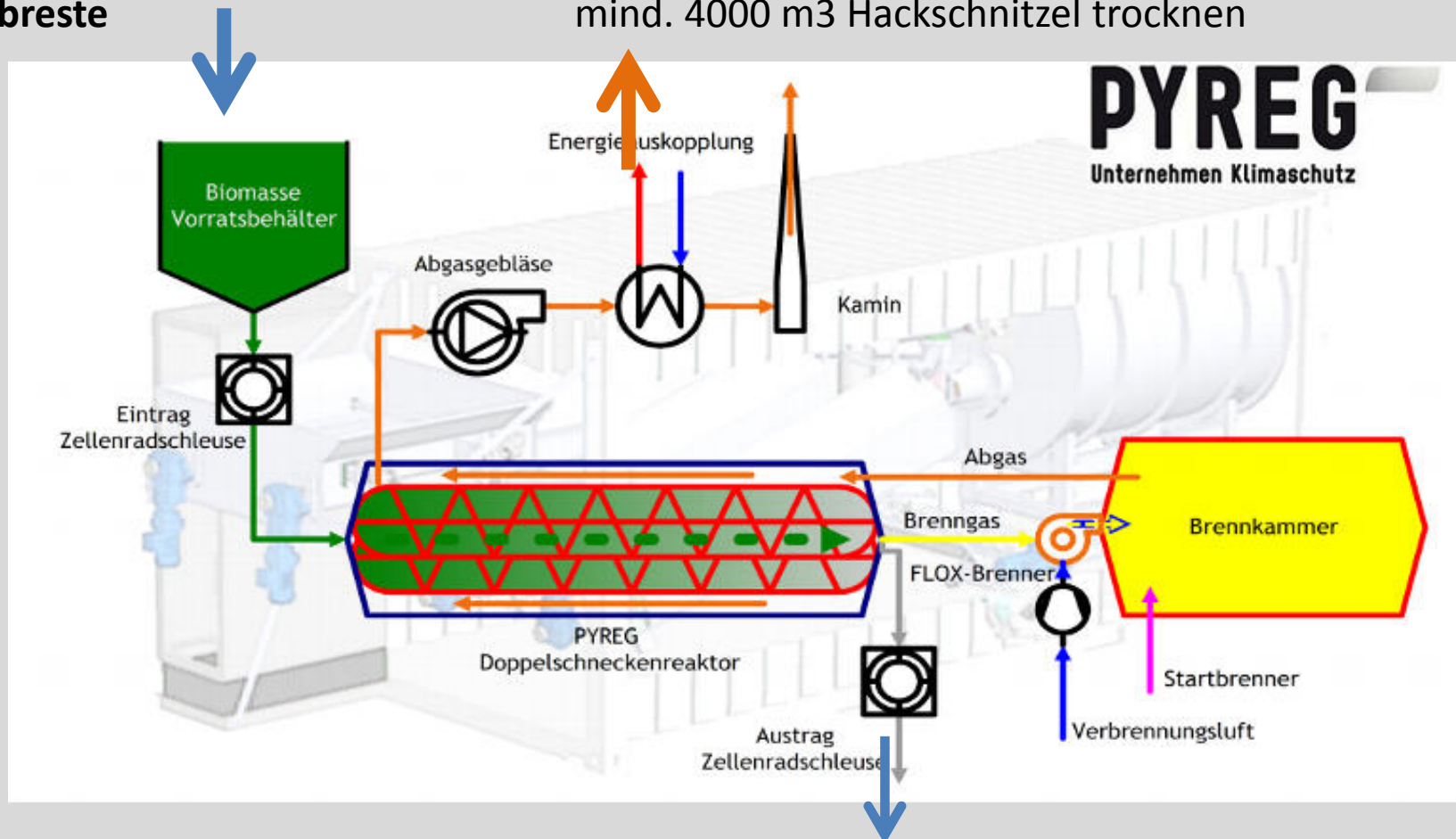
Menü

>>

## Pyreg-Anlage - Ziel - Massefluss pro Jahr

2500 m<sup>3</sup> Hackschnitzel -  
Siebreste

120 -150 kWh Wärmeenergie =  
mind. 4000 m<sup>3</sup> Hackschnitzel trocknen



600 - 700 m<sup>3</sup> Pflanzenkohle



## Aufbau der Pyreg Forschungs- und Entwicklungsanlage zur Herstellung von Pflanzenkohle und Trockenschnitzeln aus Baum- und Strauchschnitt (baulicher Stand Ende März 2012)

- 1 Vorlagebunker Hackschnitzel
- 2 Container Pyreanlage
- 3 Kohlesilo (mischen, abfüllen)
- 4 Abgasleitung mit Wärmeabsaugung
- 5 Container blau mit Wärmetauscher
- 6 Kamin
- 7 Trocknungscontainer

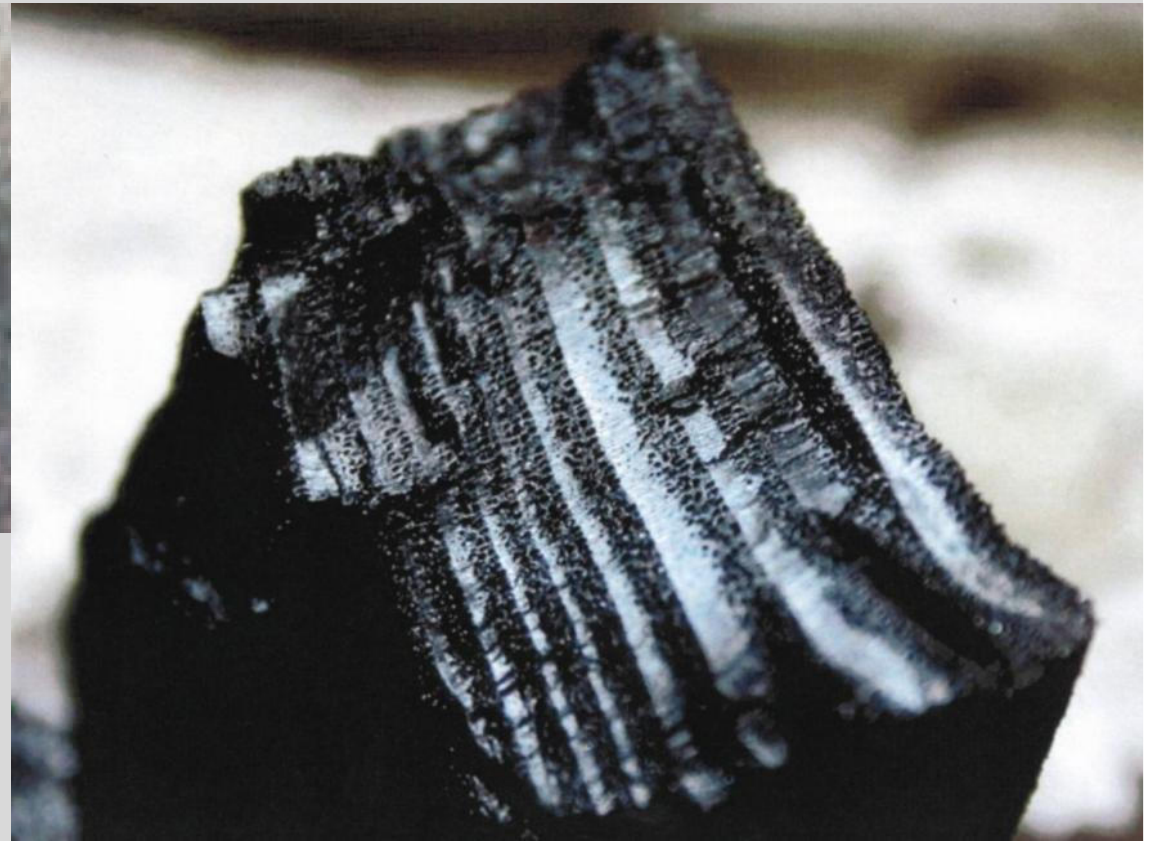


## Herstellung von Pflanzenkohle mit Pyreganlage

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“*

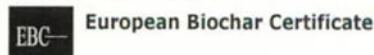
**Anforderung: sichere, unbedenkliche Qualität**  
**EBC Zertifikat als Bodenverbesserer und Futterqualität**

Numer 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](http://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](http://www.EASY-CERT.com/CH/70404) publiziert.

Produkte	Tätigkeiten	Standards	Zertifizierungsstatus	Zertifizierung gültig bis
<b>Verora Pflanzenkohle (Holzkohle), premium, Ident. nr. 3 - 03</b>	Aufbereitung Handel	European Biochar Certificate	Anerkannt	31.12.2015
<b>Verora Pflanzenkohle (Holzkohle), premium, Ident. nr. 3 - 04</b>	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](http://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](http://www.bio-inspecta.ch)



## 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 +  
Stammschnitzelsiebreste

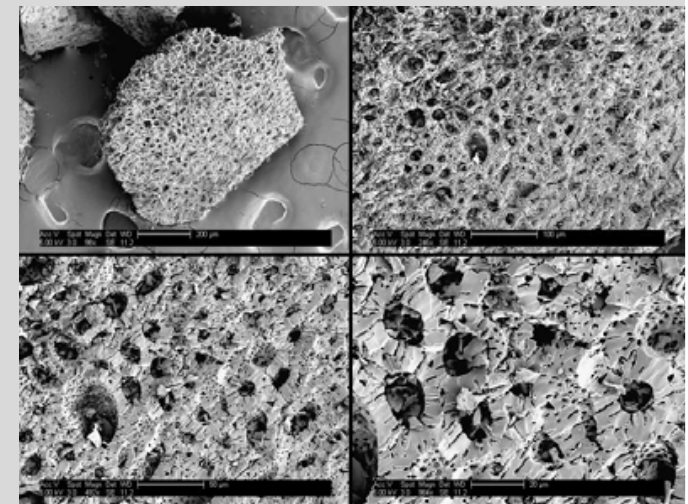


## Klimaschutz durch Einsatz von Pflanzenkohle

### Ziele:

- Herstellung von zertifizierter Pflanzenkohle als Futterzusatzmittel oder Bodenverbesserer
- Tiergesundheit
- Reduktion Klimagasemissionen (Methan, Ammoniak, Lachgas)
- Bodenverbesserung mit C-Sequestrierung
- Ersatz von Torf in Topfpflanzenerden

Quellen: div. wissenschaftliche Arbeiten



## Einsatz von Pflanzenkohle in Landwirtschaft - mehrstufige Nutzung = aufladen für Bodenverbesserung



- 
1. Futtermittelzusatz / Silage
  2. Stall-Einstreu
  3. Behandlung von Gülle / Mist
  4. Zuschlagstoff in Kompostierung
  5. Pflanzenkohledünger
  7. etc .....
  6. Bodenverbesserer - Humusaufbau



## Mehrwert aus Baum- und Strauchschnitt – Herstellung von Wertprodukten

### Produktion von Pflanzenkohle / Entwicklung von Kohleprodukten

Qualischnitzel  
WSP 45 W18Q



Pflanzenkohle  
EBC zertifiziert



+

Nährhumus  
Bionika geprüft



#### Produktentwicklung:

- eigene Versuche
- Projekt mit Hochschule
- Studentenarbeiten
- Support Fachberater
- Qualitätsicherung

#### Verkauf Pflanzenkohle:

- Landwirte (Futter- und Einstreuzusatz, Güllezusatz)
- Zuschlagstoff Kompostierung
- Hobbygärtner



#### Verkauf Nährhumus-Kohleprodukte:

- Schwarzerde Nährhumus 10% PK
- Schwarzerde Nährhumus 30% PK für Hobbygärtner, Spezialkulturen, Garten- und Baumpflege
- Kohle-Kompoststarter
- Rote Einstreu für Geflügel (Projekt)

#### Projektpartner:

Zürcher Hochschule  
für Angewandte Wissenschaften



Entwicklung unterstützt durch:





# Pflanzkohle in Tierhaltung



## 1. Silierzuslag:

1 – 2 kg / m<sup>3</sup> 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 Futterverwertung
- 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. Güllebehandlung

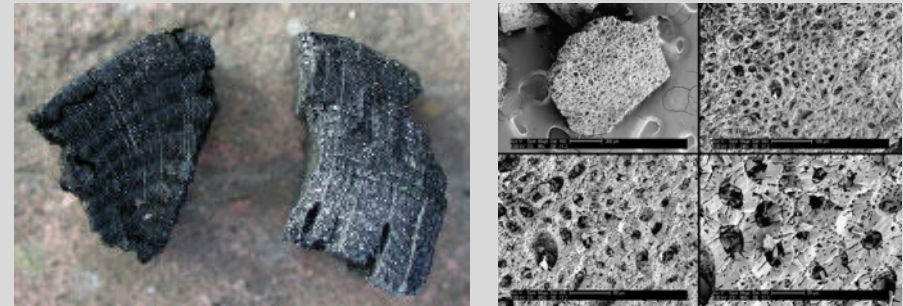
## Kaskadennutzung der Pflanzenkohle

**1- 1,5 % Pflanzenkohle  
in Gülle**



Verringert Ammoniak-Verluste, Methan-Emissionen, verbessert Pflanzennährstoffeffizienz, vermindert Nährstoffverluste, Verbrennungen und Geruchsbelastung

## 6. Zuschlagstoff in Kompostierung



**Kompostierversuche  
Sommer 2011 (4 Betriebe)**

**Vergleichsmieten**

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

Schnelltests alle 2 Wochen

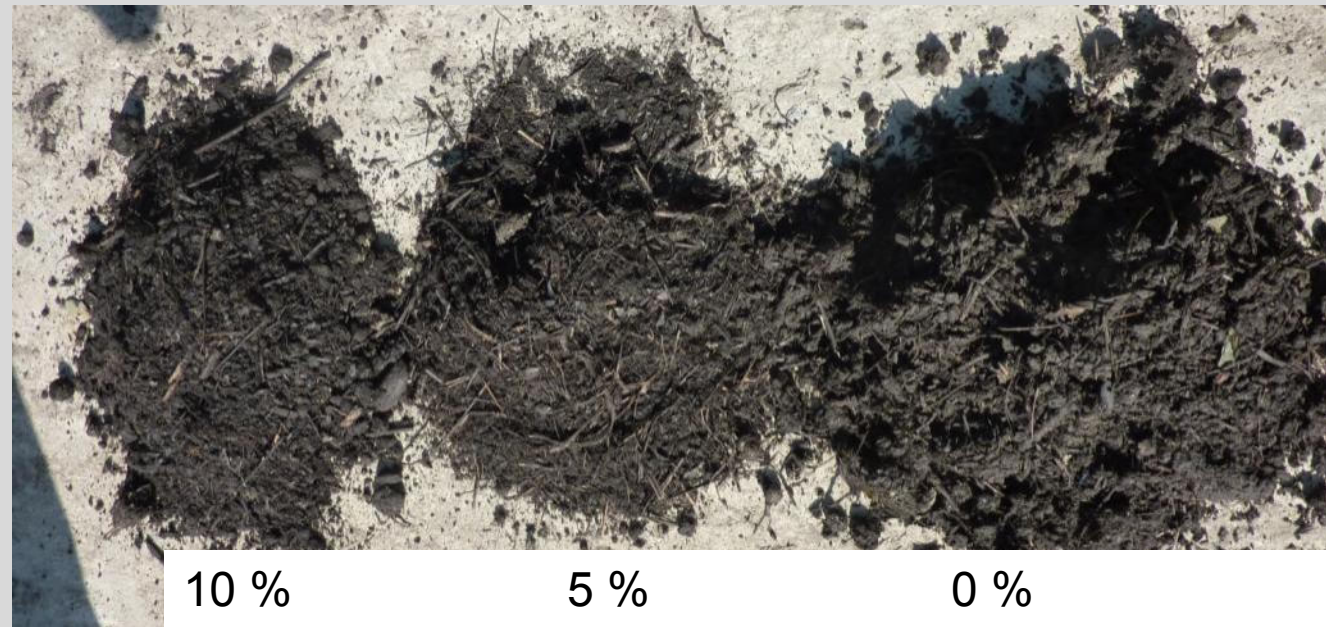
Nach 8 Wo. Laboranalyse,  
Schnelltests, Chromatest

## Kompostierungsversuche mit Pflanzenkohle (Sommer 2011)

Wichtigste Resultate in Heissrottephase:

- **deutliche Geruchsreduktion**
- Kohle bindet **Feuchtigkeit**, **weniger und kleinere Knollen**
- leicht höhere CO<sub>2</sub> Messwerte mit Kohle (Primingeffekt im Abbau)

Komposte in 3. Woche:



10 %

5 %

0 %

Anteile Pflanzenkohle

## Kompostierversuche mit Pflanzenkohle (Sommer 2011)

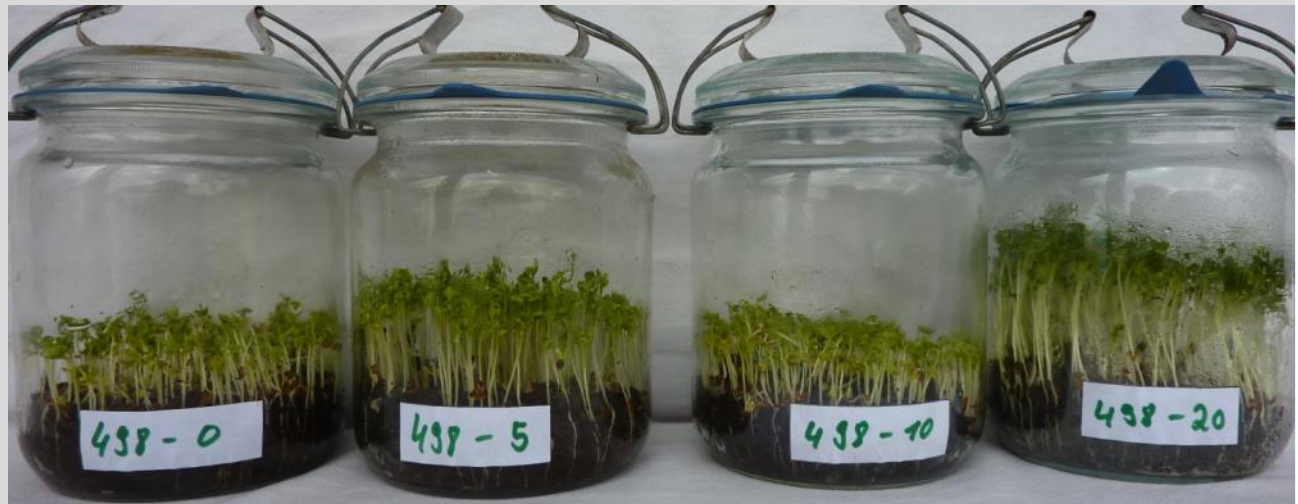
Wichtigste Resultate nach 8 Wochen:

### Kressetest:

- Leichte Tendenz:  
besser mit Kohle

- Kohle ersetzt  
Erdzuschlag nicht!!

- Alle Komposte erreichen  
höhere Qualitäten nach 8  
Wochen





## Kompostierversuche mit Pflanzenkohle (Sommer 2011)

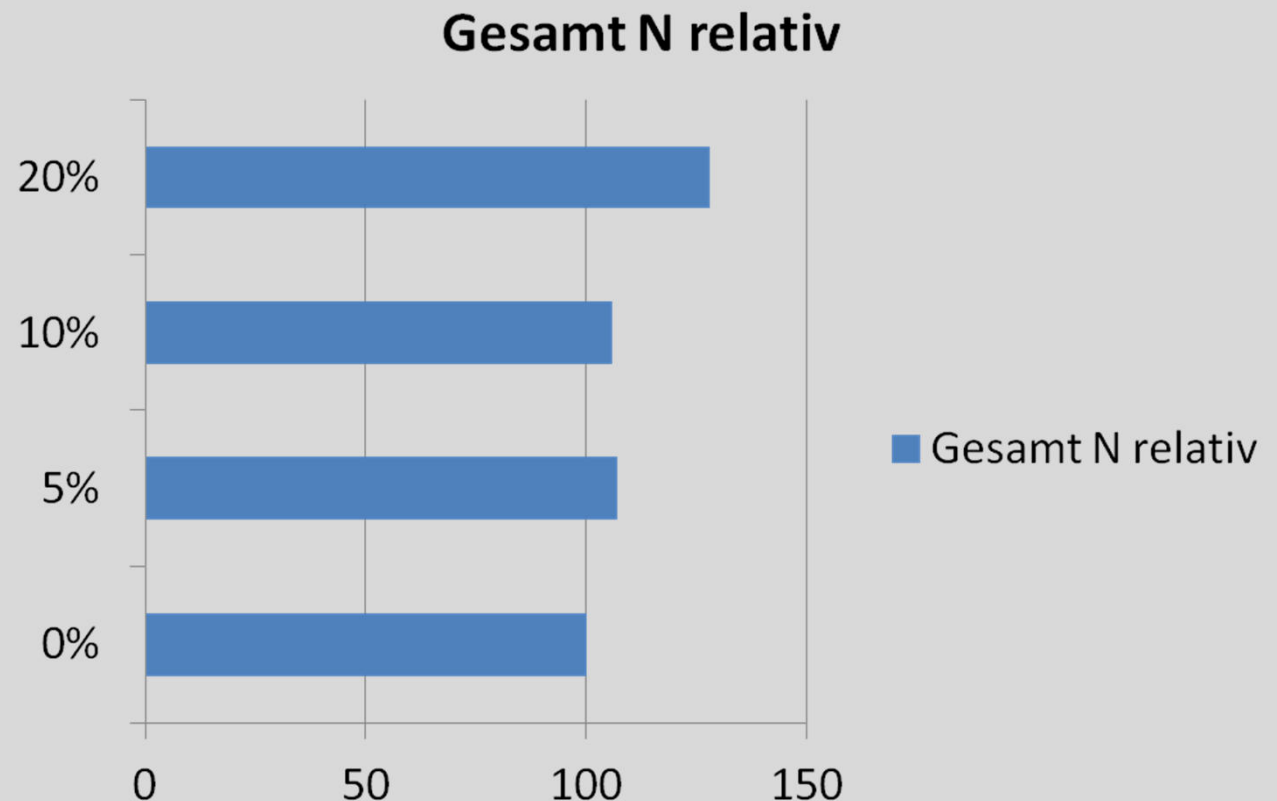
Wichtigste Resultate nach 8 Wochen:

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

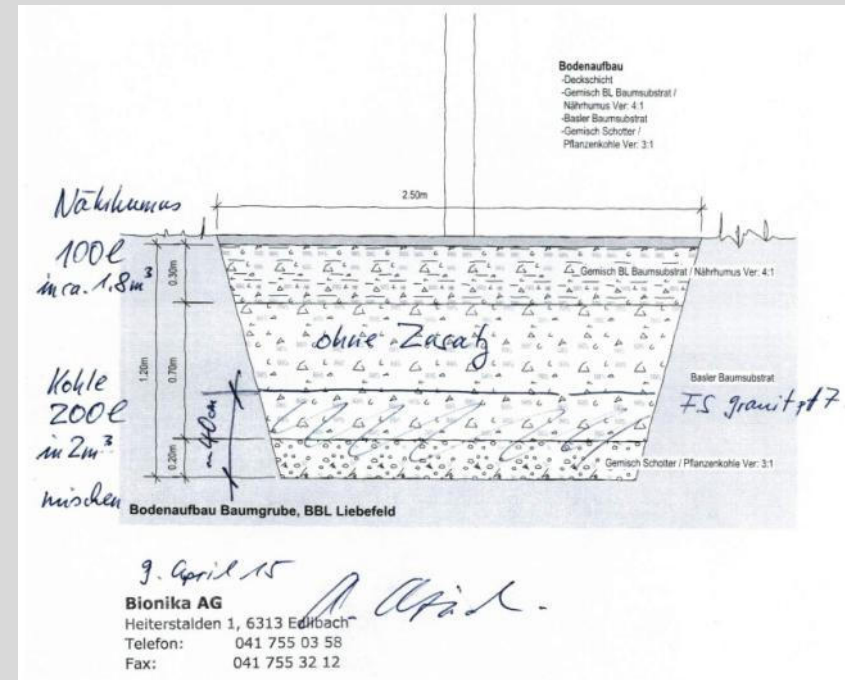
- Aufladung Kohle

- tiefere C-Verluste

- weniger Geruch



## Einsatz von Pflanzenkohle und Kohle-Nährhumus in Siedlungs-Baumpflanzungen



Versuch Pflanzung 10 Eichen bei Neubau Umgebung BLV Liebefeld, Bern

Grundlage: 3 jährige Erfahrungen von Erni Baumpflege, Neuheim

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

Zürcher Hochschule  
für Angewandte Wissenschaften

**zhaw**



## Werkhof Riehen BS: Baumpflanzversuch 2016

Vergleichsversuch: Kontrolle 10 Monate nach Pflanzung

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

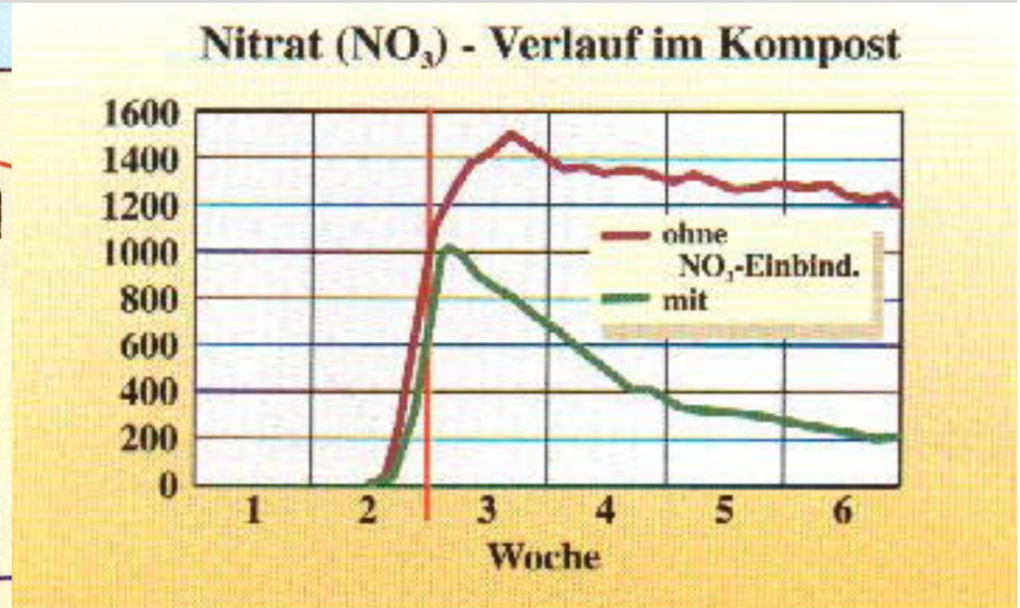
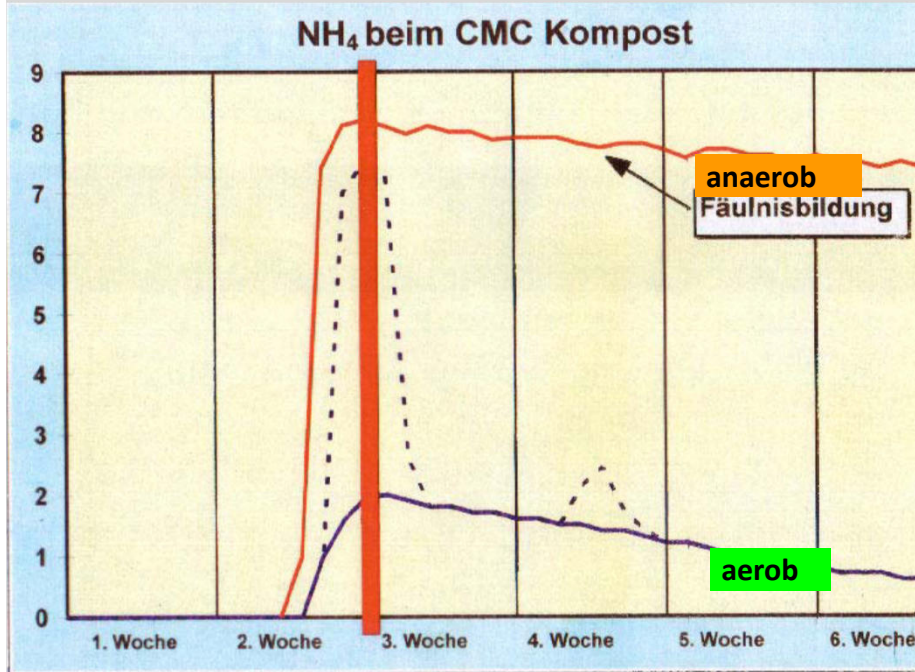
**Bionika Schwarzerde in Oberboden**  
(Krümelbildung, Regenwurmaktivität,  
Bäume mit schönerem Laub)



# Pflanzkohle beeinflusst Stickstoffkreislauf

aus Eiweiss wird  $\text{NH}_4$  –  $\text{NO}_2$  –  $\text{NO}_3$  – Humus-N

**Ziel: N-Verluste reduzieren**



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

= viel  $\text{NH}_4$ -N, Lachgas, wenig  $\text{NO}_3$ -N

= schnelle, kurze Düngewirkung

= Ammonium wirkt ätzend (Regenwürmer, Krümel)

**Aerobes Milieu** (Kohle, Kompost, Bodengare)

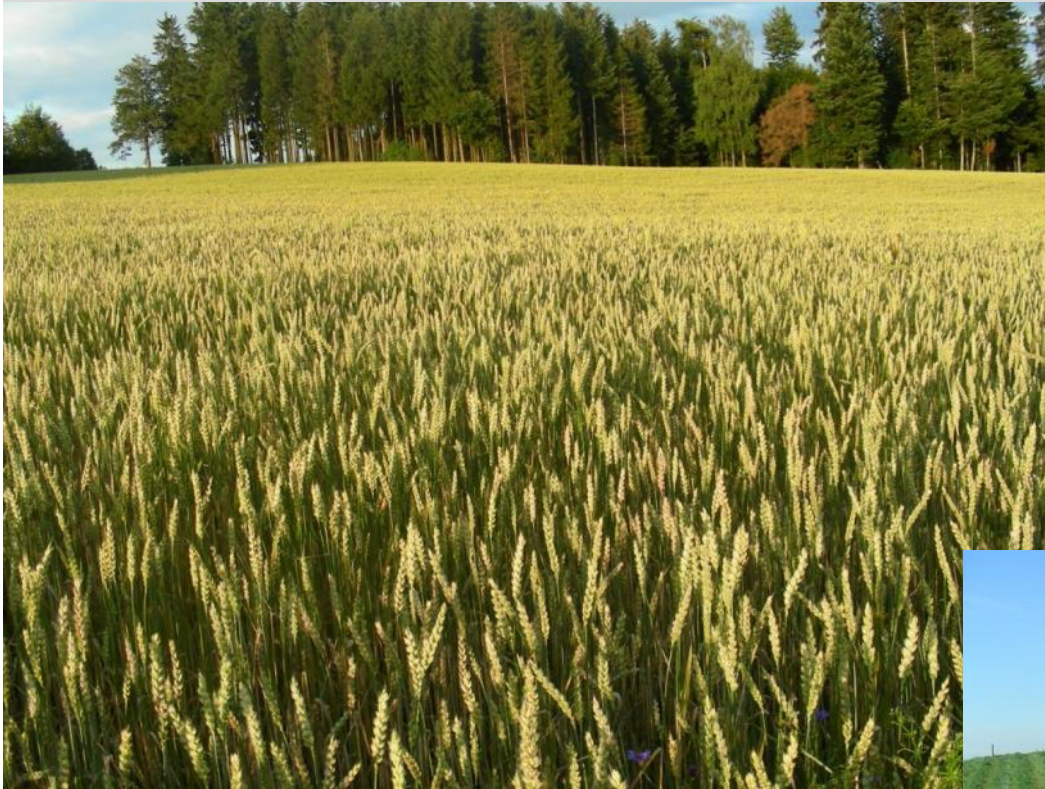
= wenig  $\text{NH}_4$ -N, mehr  $\text{NO}_3$ -N

= langsame, lange Düngewirkung

= weniger N-Verluste

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

## Betriebs-Nutzen des Humusaufbaus: Bessere Erträge ohne chemische Hilfsmittel



Parzelle „Unterland“ Weizen  
Saat + 1 x striegeln, keine weitere Pflege  
oder Düngung

- Mittlerer Ertrag mit hoher Backqualität
- Konkurrenzschwaches Unkraut am Boden

### Biobetrieb 950 m ü.M .

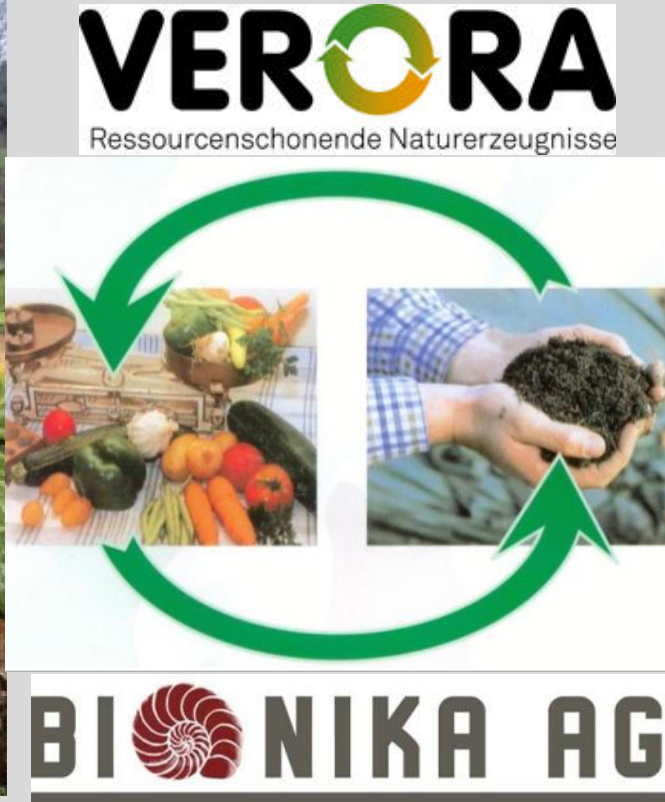
„Brämenweid“ Kunstwiese mit  
Kleegrasmischung:

- Hohe Erträge mit kleinen N-Gaben, -  
Verunkrautung mit Blacken ist kein  
Problem.



# Klimafarming – eine Initiative von Zuger Bauern

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



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](http://www.verora.ch). [www.bionika.ch](http://www.bionika.ch)