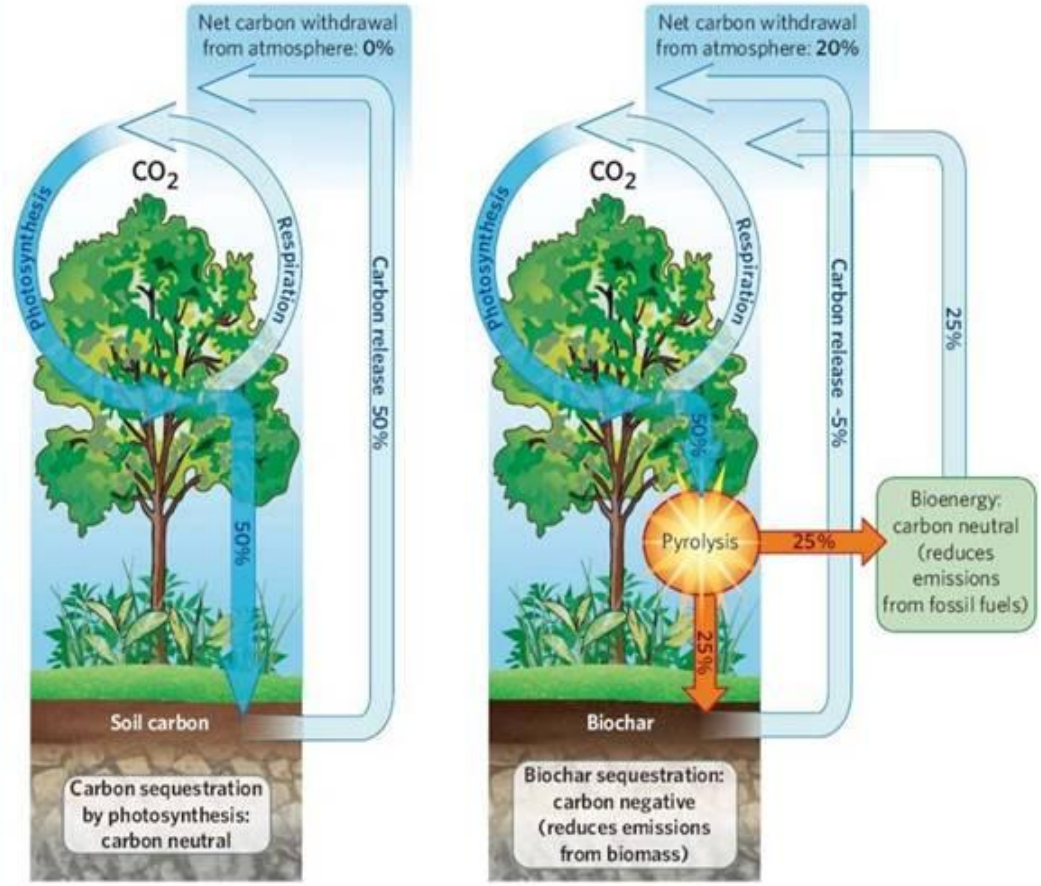
PYREG
Unternehmen Klimaschutz

Sicher, sauber, profitabel.

Die innovative PYREG Technologie.

Bekannte Prinzipien.

- CO_2 Sequestrierung **und** Bodenverbesserung durch Pflanzenkohle

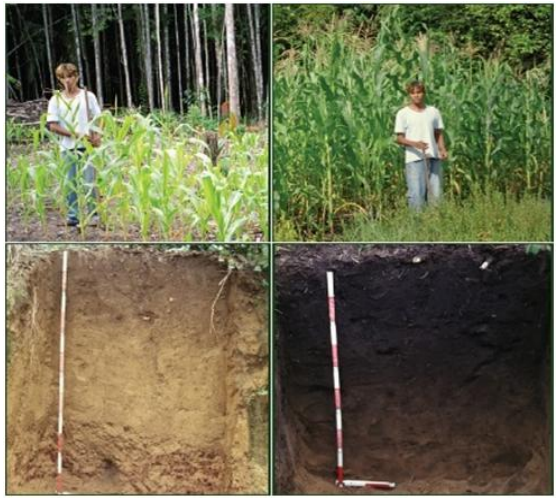


Lehmann, 2007, Nature

Terra Preta Böden

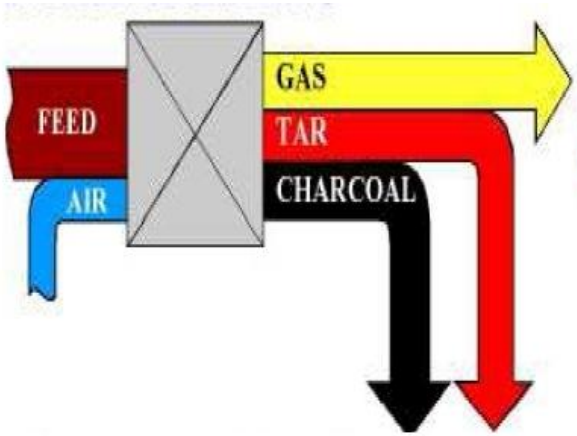
Bindung von atmosphärischen Kohlendioxid durch Verkohlung von Biomasse

- Zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit
- Zur Verminderung des globalen Klimawandels

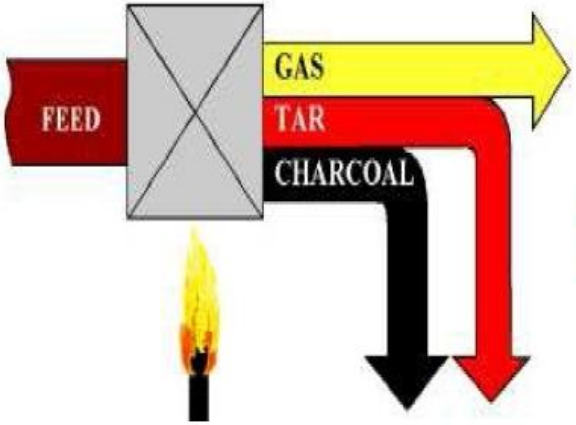


Mineralisierung, Verkohlung: Verfahrensprinzipien.

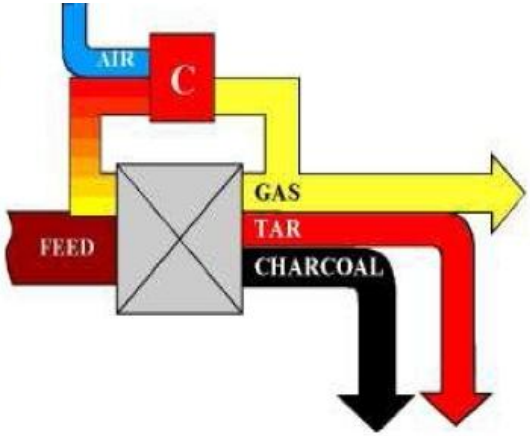
Innerer Energieumsatz



Äußere Energiezufuhr



Energierezirkulation



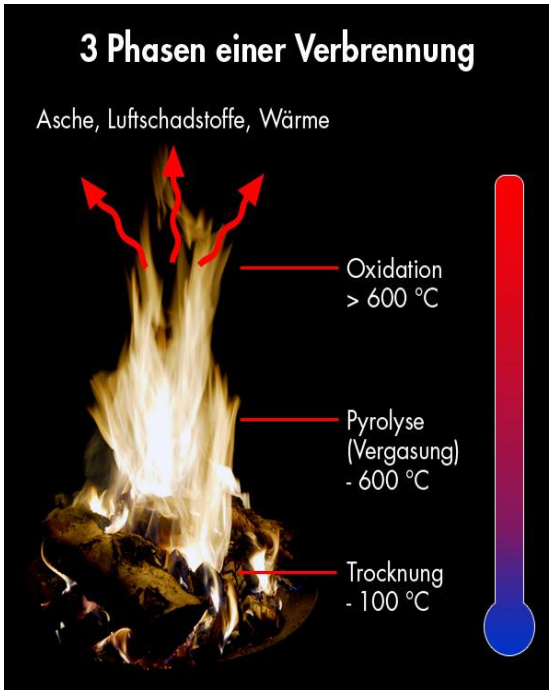
- Kontinuierlicher Verfahren (Durchlaufbetrieb)
- Diskontinuierliche Verfahren (Batchbetrieb)

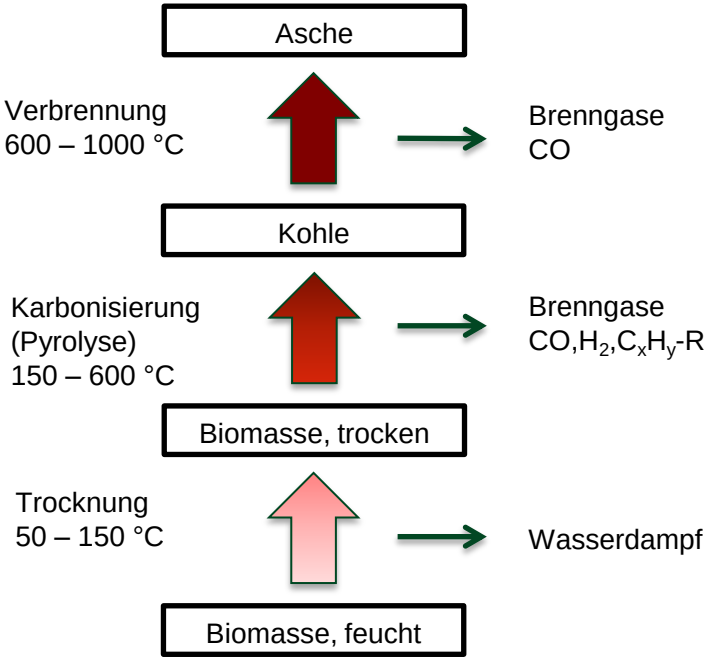
Die besten Lösungen sind einfach.

Eine PYREG®-Anlage arbeitet nach dem Karbonisierungsprinzip. Aber während die Kohlenproduktion mit Kohlemeilern damals wie heute die Umwelt schwer belastet, arbeitet eine PYREG® Anlage auf ganzer Linie sauber.

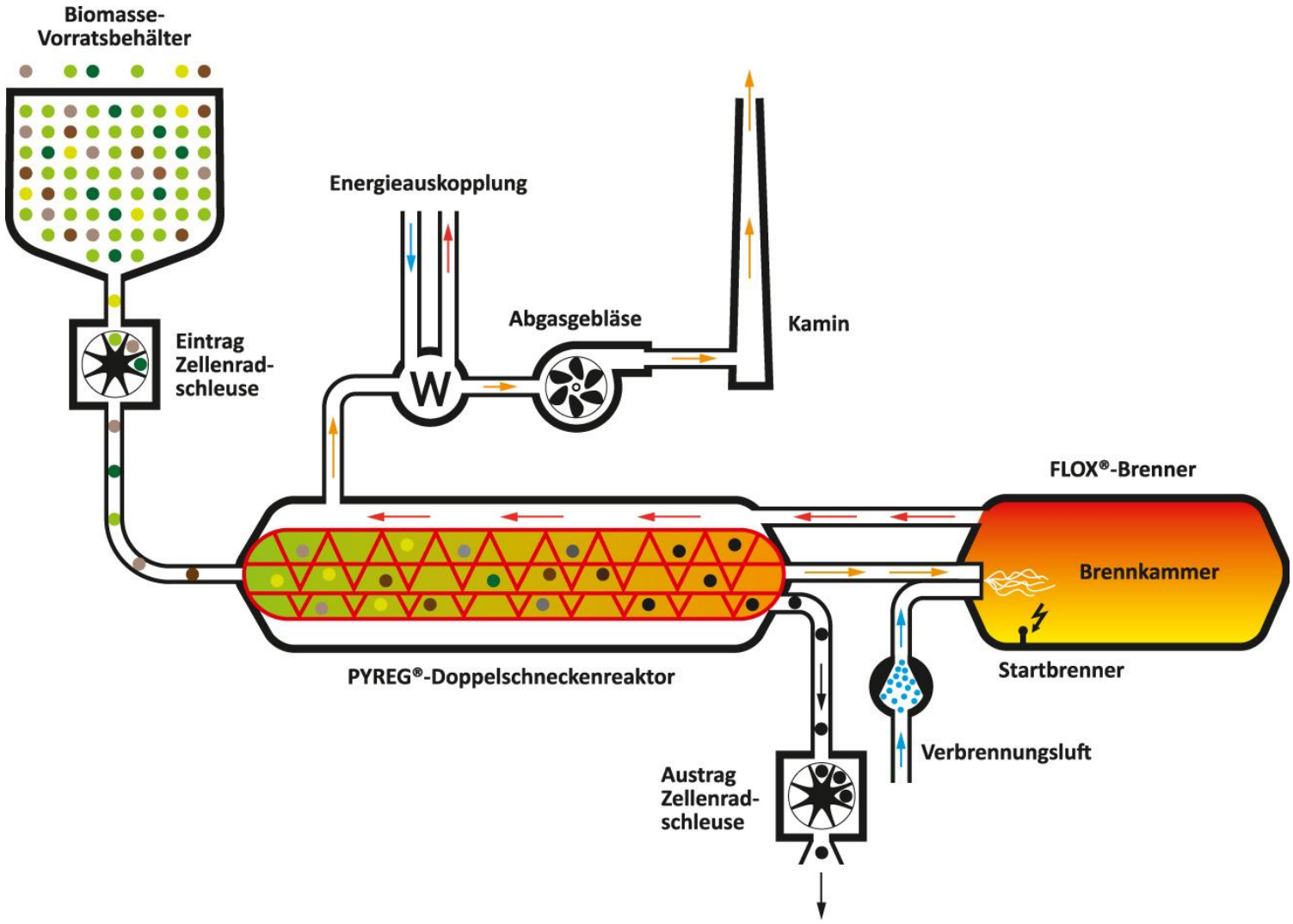
Ablaufkette thermische Biomasseverwertung.

- Die Karbonisierung, Pyrolyse und Vergasung sind Teilschritte der klassischen Verbrennung.
- Durch gezielte Verfahrensführung kann der Zutritt von Luft an die Kohle verhindert werden.
- Hierdurch wird die Kohle für eine stoffliche Verwertung verfügbar.





Das innovative PYREG®-Verfahren.



Anlagenbeispiel Fa. Geiger Pflanzenkohle und Energie

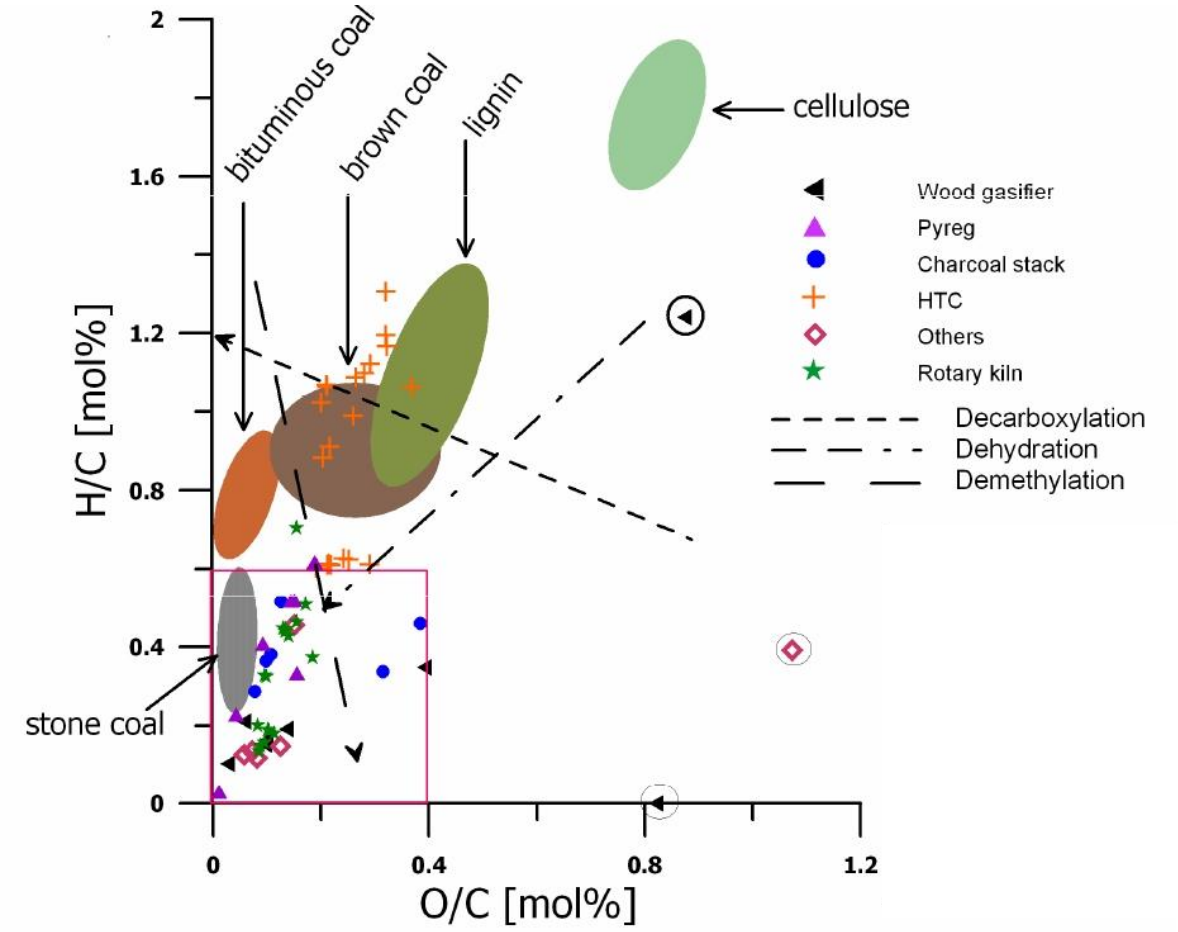
Brennstoffe – Anforderungen und Beispiele.

- Heizwert: >10 MJ/kg
- Wassergehalt: < 50%, (Feuchte <100%)
- Partikel: <30 mm

z.B.: Grünschnitt, Schlachtabfälle, Papierfaserschlamm, Rinde, Holz, Nadeln, Laub, Biotonne, Getreideabfälle, Stroh, Rapspresskuchen, Rübenschnitzel, Traubentrester, Olivenkerne, Nussschalen, Klärschlamm, Gärreste, Rechengut, Kaffeepulver, Kompost, Straßenbegleitgrün, Gummi, Biertreber, Miscanthus, Maissilage, Babywindeln, …

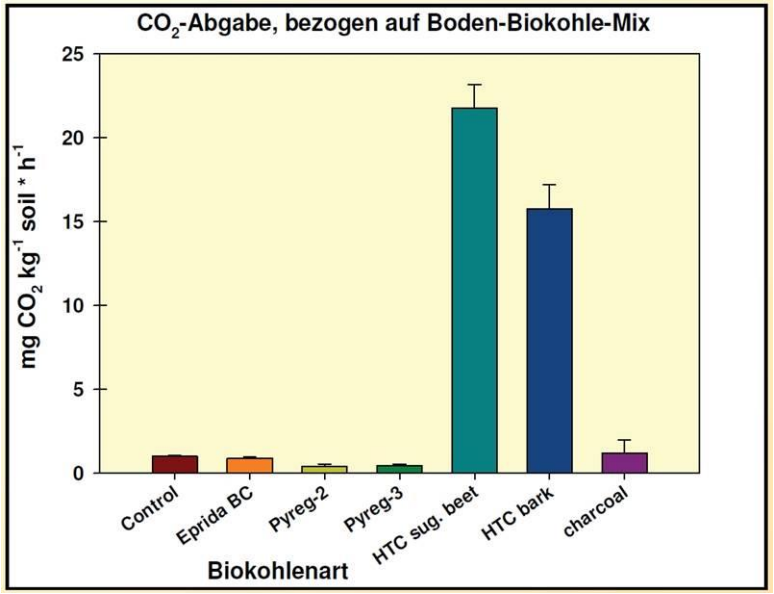
Pflanzenkohle Beispiele

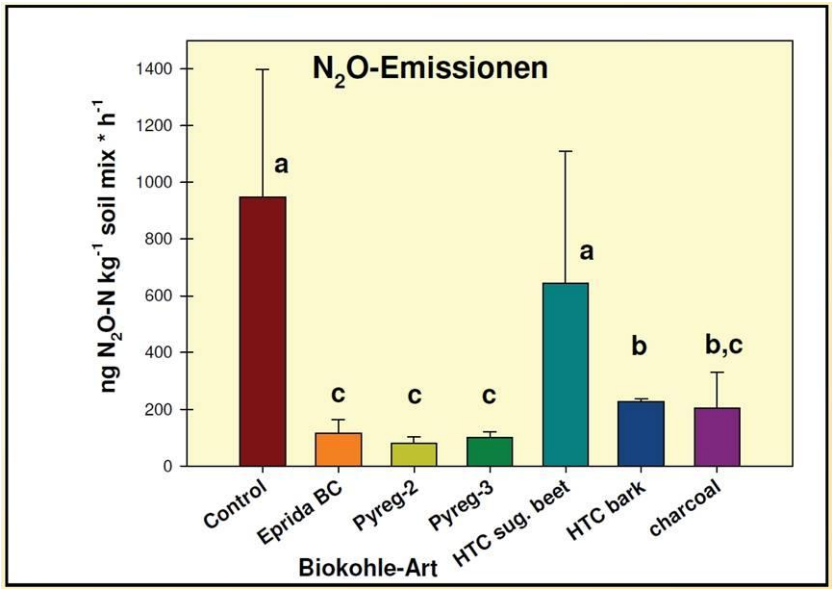
Klassifizierung Kohlenstoff, van Krevelen Diagramm.



Schimmelpfennig und Glaser (2012) JEQ doi:10.2134/jeq2011.0146

Stabilität Kohle im Boden.





[Kammann 2009]

- Geringe Emissionen von Lachgas und Kohlendioxid zeigen dass die PYREG Pflanzenkohle über mehrere tausend Jahre stabil bleibt.

Effekte von Pflanzenkohle in der Biogasanlage

Autor:	Biogasprozess:	Zugabe Biochar [%/kg TS]	Art der Kohle:	Versuchstage [d]	Biogas-mehrertrag
Kumar et al. (1986)	Batch (6,5 l)	5 %	Holzkohle	40	17 %
	Semikonti (6,5 l)	5 %	Holzkohle	40	34,7 %
Inthapanya, S. (2012)	Batch (1,4 l)	1 %	Reisschale	30	31 %
	Batch (1,4 l)	3 %	Reisschale	30	31 %
	Batch (1,4 l)	1 % (Nylon-Bag)	Reisschale	30	35 % (-8% CH_4)

Loewen et. al. (2013): + 21,7 % Biogasmehrertrag

[Loewen et. al. (2013)]

Versuchsdurchführung

- 5 Versuche mit je drei Wiederholungen
- Homogenisierung der Substrate
- Tägliche Gasmessung in den ersten 4 Wochen
  - danach im 3-Tages Intervall
- Biogas wird auf Menge und Zusammensetzung (CH_4, CO_2, H_2S, O_2) untersucht
- Einhaltung der VDI-Richtlinie 4630

[Loewen et. al. (2013)]

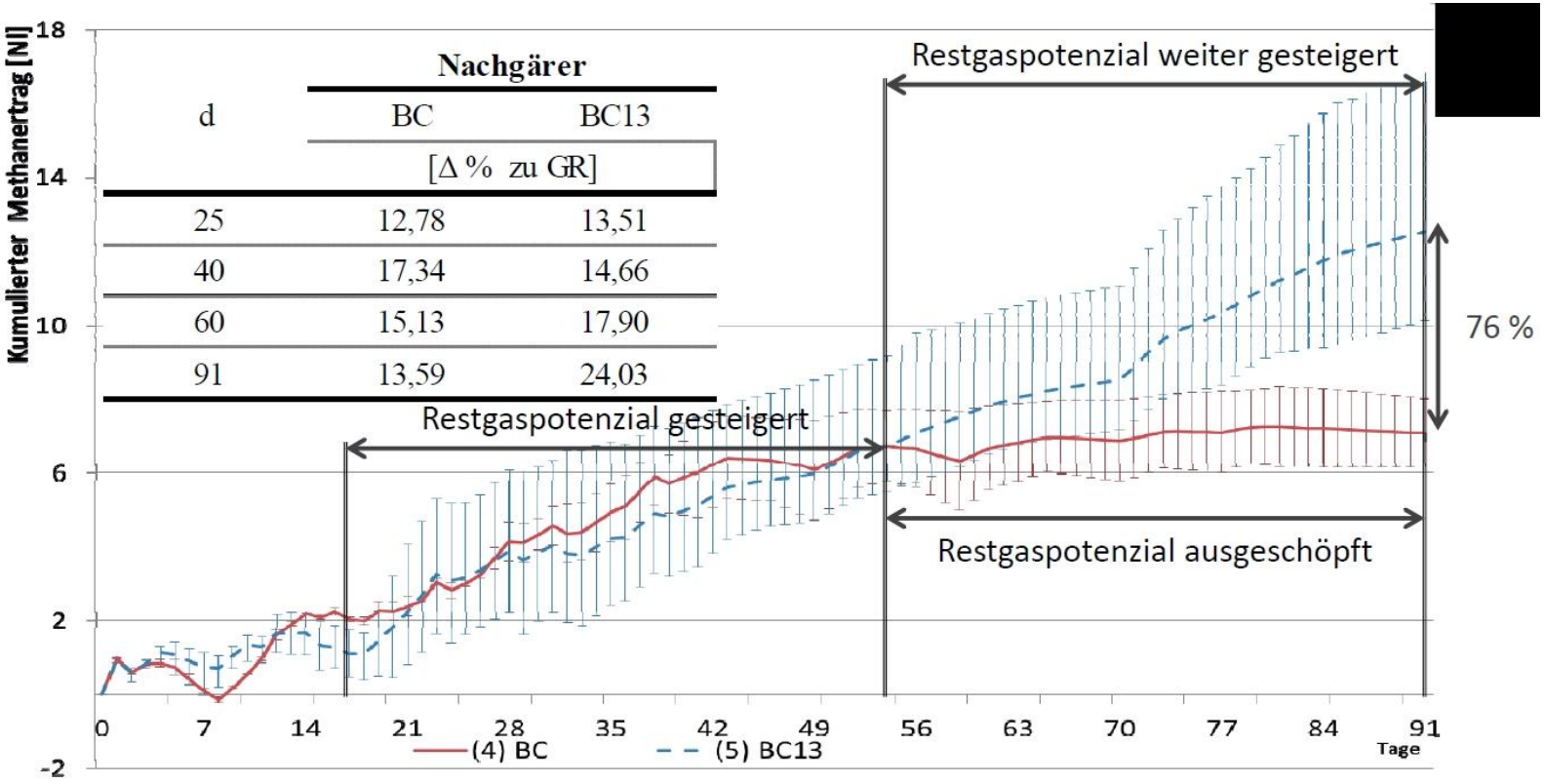
Hauptfermenter

d	MS	MS/BC	Delta
	[Ndm³CH4/kgoTS]		[Δ % zu MS]
25	377	449	18,93
40	398	485	21,70
60	431	508	17,81
91	488	532	8,89

- Einfluss auf Abbaukinetik leicht abbaubarer Substanzen
- Höherer Abbaugrad der Organik

A. S

[Loewen et. al. (2013)]



d	Nachgärer BC	Nachgärer BC13
	[Δ % zu GR]	
25	12,78	13,51
40	17,34	14,66
60	15,13	17,90
91	13,59	24,03

- Höherer Nutzungsgrad des Restgaspotenzials
- Einfluss der Aufwuchsfläche und mikrobiellen Aktivität

Pflanzenkohle Analyse (Beispiel PAK, Dioxin).

eurofins | Umwelt

Tabelle Analysenergebnisse

Probe		Verora Pflanzenkohle		Grenzwerte gemäß Richtlinie European Biochar Certificate für die Produktion von Pflanzenkohle	
Labor-Nr.:		112039596			
Parameter	Einheit	anl	wf = TM	Qualitätsstufe basic	Qualitätsstufe premium
Schüttdichte	kg/m³	340	-		
Wasser gesamt	Ma.-%	31,7	-		
2,3,7,8-TetraCDD		< 0,19	ng/kg TM		
1,2,3,7,8-PentaCDD		< 0,26	ng/kg TM		
1,2,3,4,7,8-HexaCDD		< 0,52	ng/kg TM		
1,2,3,6,7,8-HexaCDD		< 0,52	ng/kg TM		
1,2,3,7,8,9-HexaCDD		< 0,52	ng/kg TM		
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD		< 0,58	ng/kg TM		
OctaCDD		< 7,76	ng/kg TM		
2,3,7,8-TetraCDF		< 0,34	ng/kg TM		
1,2,3,7,8-PentaCDF		< 0,47	ng/kg TM		
2,3,4,7,8-PentaCDF		< 0,47	ng/kg TM		
1,2,3,4,7,8-HexaCDF		< 0,43	ng/kg TM		
1,2,3,6,7,8-HexaCDF		< 0,43	ng/kg TM		
1,2,3,7,8,9-HexaCDF		< 0,43	ng/kg TM		
2,3,4,6,7,8-HexaCDF		< 0,43	ng/kg TM		
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF		< 0,56	ng/kg TM		
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF		< 0,41	ng/kg TM		
OctaCDF		< 1,51	ng/kg TM		
WHO(1998)-PCDD/F TEQ exkl. BG		**(n. b.*)**	**ng/kg TM**		
WHO(1998)-PCDD/F TEQ inkl. BG		**1,09**	**ng/kg TM**		
WHO(2005)-PCDD/F TEQ exkl. BG		**(n. b.*)**	**ng/kg TM**		**< 20**
WHO(2005)-PCDD/F TEQ inkl. BG		**0,989**	**ng/kg TM**		
I-TEQ (NATO-CCMS) exkl. BG		**(n. b.*)**	**ng/kg TM**		**< 20**
I-TEQ (NATO-CCMS) inkl. BG		**0,971**	**ng/kg TM**		
Eisen (Fe)	Ma.-%	-	0,16		
Silicium (Si)	Ma.-%	-	1,91		
Schwefel (S)	Ma.-%	-	0,06		

(Ho,V), (Hu,p) - Brenn- bzw. Heizwert bei konstantem Volumen / Druck

eurofins | Umwelt

Fortsetzung Tabelle Analysenergebnisse

Probe		Verora Pflanzenkohle			
Labor-Nr.:		112039596			
Parameter	Einheit	anl	wf = TM	Qualitätsstufe basic	Qualitätsstufe premium
Summe PAK (16 nach EPA)	**mg/kg**	-	**0,66**	< 12	< 4
Naphthalin	mg/kg	-	0,66		
Acenaphthylen	mg/kg	-	< 0,1		
Acenaphthen	mg/kg	-	< 0,1		
Fluoren	mg/kg	-	< 0,1		
Phenanthren	mg/kg	-	< 0,1		
Anthracen	mg/kg	-	< 0,1		
Fluoranthen	mg/kg	-	< 0,1		
Pyren	mg/kg	-	< 0,1		
Benz-[a]-anthracen	mg/kg	-	< 0,1		
Chrysen	mg/kg	-	< 0,1		
Benzo[b]fluoranthen	mg/kg	-	< 0,1		
Benzo[k]fluoranthen	mg/kg	-	< 0,1		
Benzo[a]pyren	mg/kg	-	< 0,1		
Indeno[1,2,3,-cd]-pyren	mg/kg	-	< 0,1		
Dibenz-[a,h]-anthracen	mg/kg	-	< 0,1		
Benzo[ghi]perylen	mg/kg	-	< 0,1		

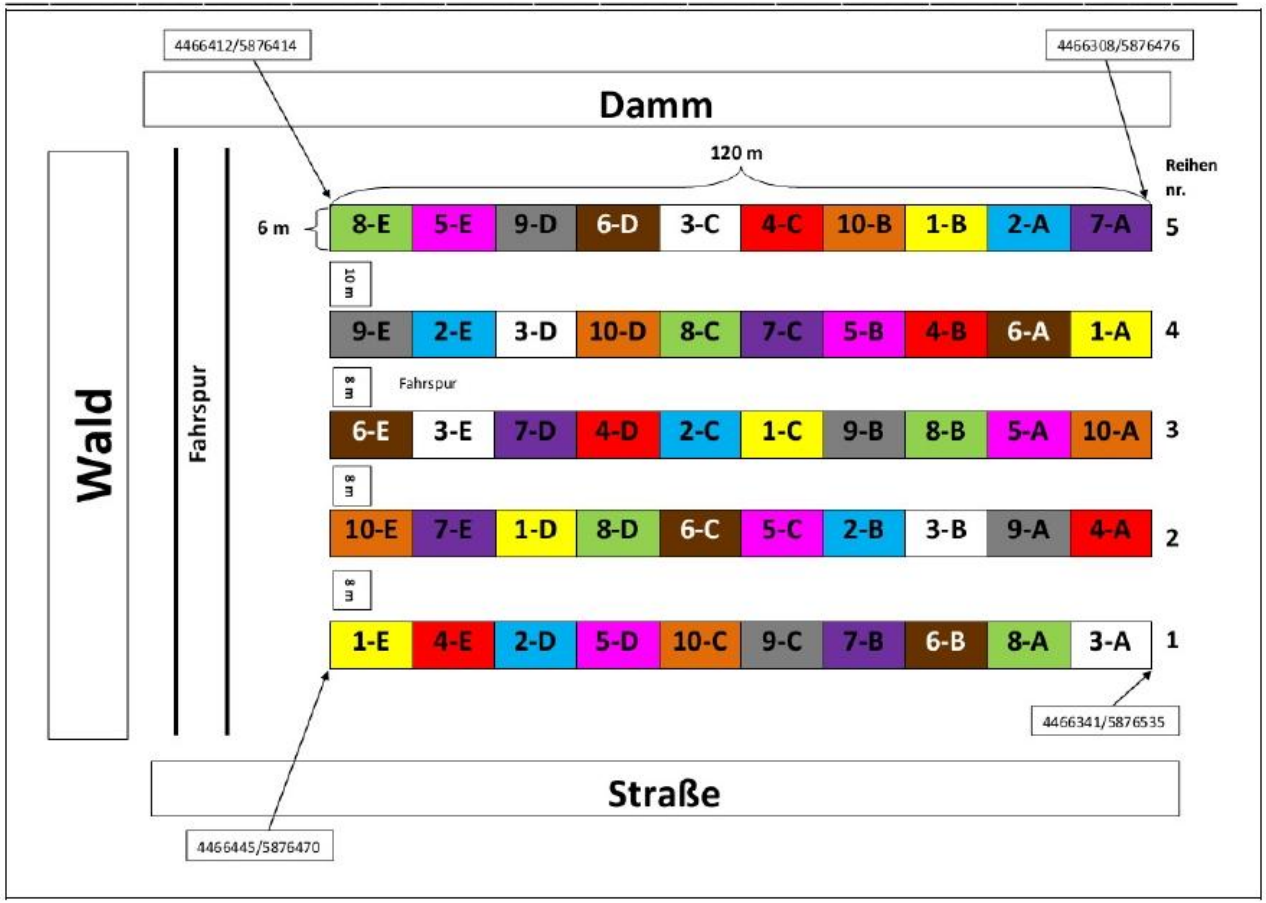
wf = TM	Qualitätsstufe basic	Qualitätsstufe premium
0,66	**< 12**	**< 4**

Analyse 08.08.2012
PYREG Verora GmbH,
Neuheim, Switzerland

F+E Projekt CLIMACARBO

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. Projektträger im DLR



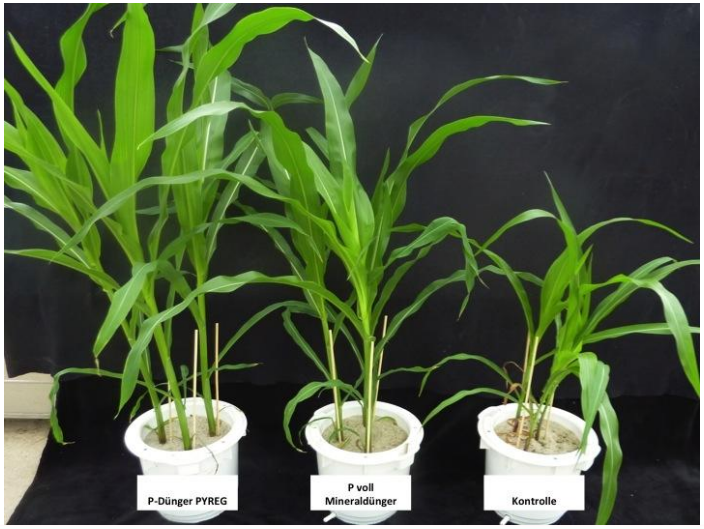
Einsatz verschiedener PYREG Substratmischungen in der Landwirtschaft.

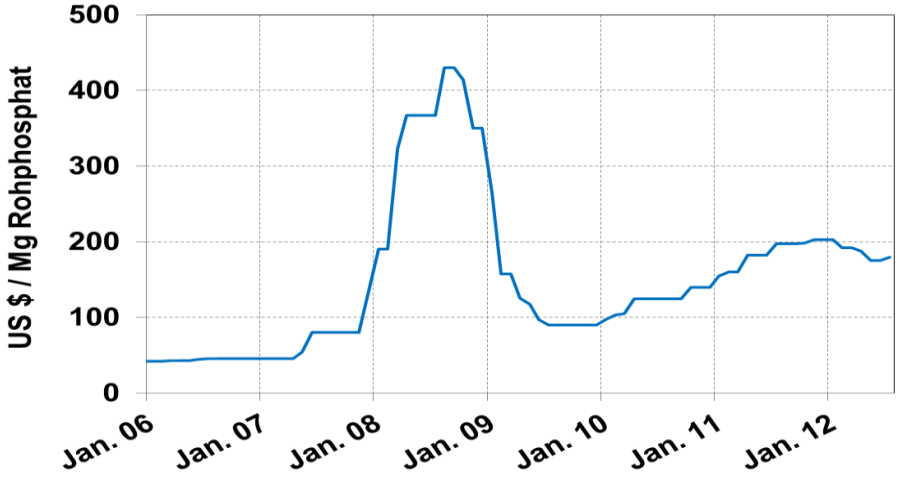
Fokus: Gärreste von Biogasanlagen

[Glaser et. al. 2013]

Wertsteigerung durch Phosphor.

- » Phosphor ist das Nadelöhr des Lebens « [Isaac Asimov 1959]. Das Element ist alternativlos zum Aufbau von biologischen Organismen
- Die weltweiten Phosphorressourcen sind endlich. Haupterzeuger in politisch problematischen Regionen: Marokko, West-Sahara, China. Peak Phosphor erwartet in 2040.
- Eine PYREG® Anlage karbonisiert auch Klärschlämme in Düngersubstrate. Dabei wird wertvoller Phosphor zurückgewonnen. .





Einhaltung der Grenzwerte auch mit Problemstoffen.

Beispiel Klärschlamm

Grenzwerte gemäß
2000/76/EU bzw.
17. BImSchV (D, ab 2013):

Legende:
Werte für therm. Leistung < 50 MW bezogen auf 11 % Sauerstoffgehalt im trockenen Rauchgas.
[1] Tagesmittelwert.
[2] Halbstundenmittelwert.
[3] Mittelwert über die Messdauer..

Komponente	Einheit	Grenzwert	Betriebswert, max.
CO	mg/m³	50 [1] 100 [2]	6 [2]
Staub - Gesamtstaub	mg/m³	10 [1] 20 [2]	< 5 [1] < 7 [2]
org. Komponenten als C-ges	mg/m³	10 [1] 20 [2]	2,2 [2]
SO_2 und SO_3 als SO_2	mg/m³	50 [1] 200 [2]	2,0 [2]
HCl	mg/m³	10 [1] 60 [2]	1,3 [2]
HF	mg/m³	1 [1] 4 [2]	0,5 [2]
NO und NO_2 als NO_2	mg/m³	200 [1] 400 [2]	< 200 [2]
Schwermetalle: Hg	mg/m³	0,03 [1] 0,05 [2]	0,004 [2]
Schwermetalle: Cd, Tl	mg/m³	0,05 [3]	0,027 [3]
Schwermetalle: Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	mg/m³	0,5 [3]	0,37 [3]
Dioxine und Furane	ng/m³	0,1 [3]	0,013 [3]

Alle Vorteile auf einen Blick.

- Dezentrale Verwertung auch problematischer Stoffströme.
- Regenerative Energiegewinnung.
- Niedrige Betriebskosten.
- Wertvolle Düngemittelsubstrate.
- Zertifizierbare Pflanzenkohle.
- Effektiver Klimaschutz durch dauerhafte CO_2 Bindung.
- Eine PYREG Anlage fixiert das CO_2 von 500 PKW.

Vielen Dank!

PYREG GmbH
Dipl.-Ing. Helmut Gerber
Trinkbornstrasse 15-17
D-56281 Dörth
Tel: +49 6747 95388 0
www.pyreg.de
info@pyreg.de