

TLUD - Top Lit: Batchbetrieb, Entzündung zuoberst auf dem Brennstoff

Up-Draft: Zuführung der Primärluft von unten durch den Brennstoff nach oben in die Pyrolysezone

Dornacherstrasse 192 | 4053 Basel

www.kaskad-e.ch | info@kaskad-e.ch

Verfasser: Stephan Gutzwiller, 2015

TLUD-Pyrolysekoher «PyroCook»

Erster in Kleinserie hergestellter und kommerzieller Pyrolysekoher für den Einsatz in Europa, verfügbar seit 2012, in drei Varianten seit 2014

> mehr Infos:

Kaskad-E GmbH | www.kaskad-e.ch
+41 61 534 68 86 | info@kaskad-e.ch

TLUD-Verfahren in Detail

Mengenbeispiel für In- und Output

Input

2 kg Häckselmaterial
bei < 30% rel. Feuchte



Legende

Verbrennungszone, VZ:

Verbrennung der Pyrolysegase; sichtbare Flamme und nutzbare Wärme

Mischzone, MZ:

Vermischung von hochsteigenden heissen Pyrolysegasen mit Sekundärluft im Überschuss

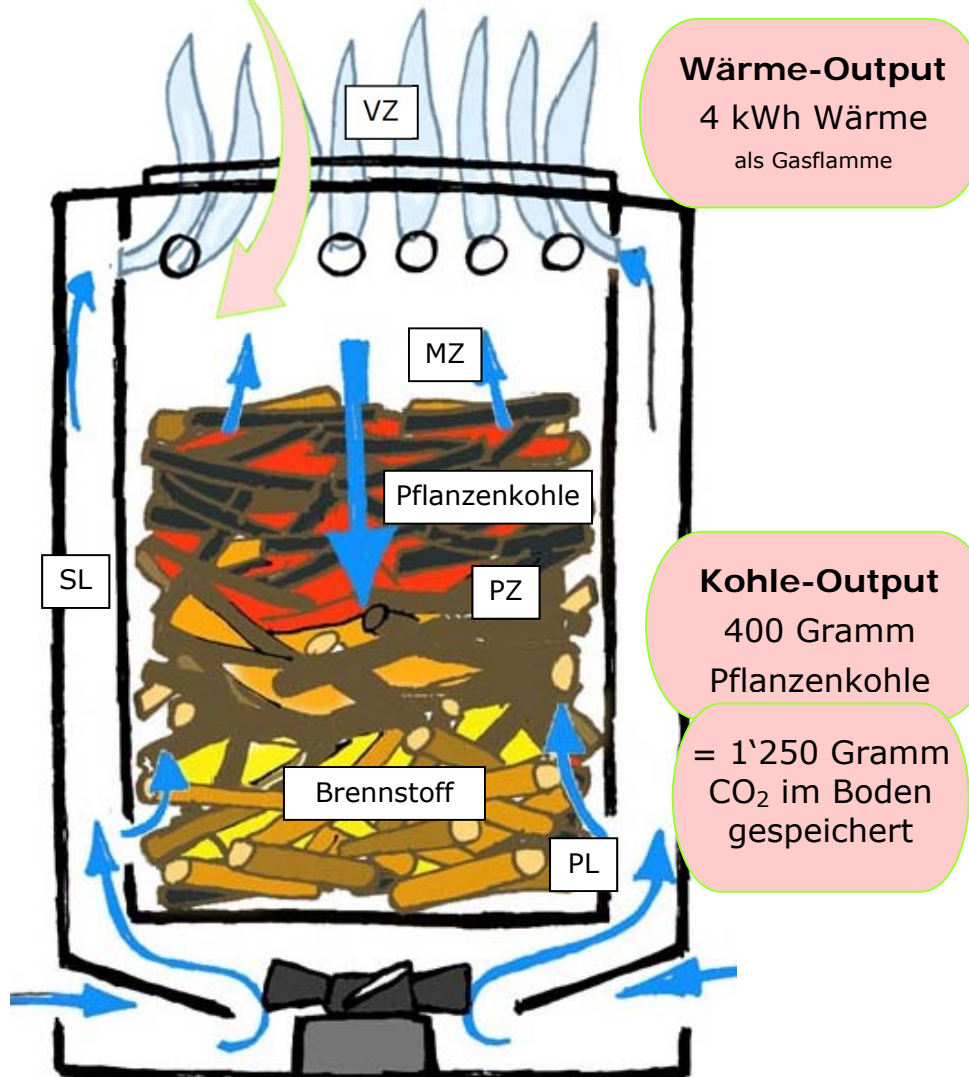
Pyrolysezone, PZ:

Nach unten wandernde, glühende Pyrolysefront; angefacht durch wenig Primärluft

Luftzufuhrregelung:

- Primärluft, PL ($\lambda=0.2$) strömt von unten in den Brennstoff und fliesst aufwärts zur PZ

- Sekundärluft, SL ($\lambda=2.5$) wird in der Doppelwand vorgewärmt und strömt in die MZ



Wärme-Output
4 kWh Wärme
als Gasflamme

Kohle-Output
400 Gramm
Pflanzenkohle
= 1'250 Gramm
CO₂ im Boden
gespeichert

Quelle Graphik: www.ithaka-journal.net
modifiziert durch Stephan Gutzwiller, 2011.

Innovation und Nutzen

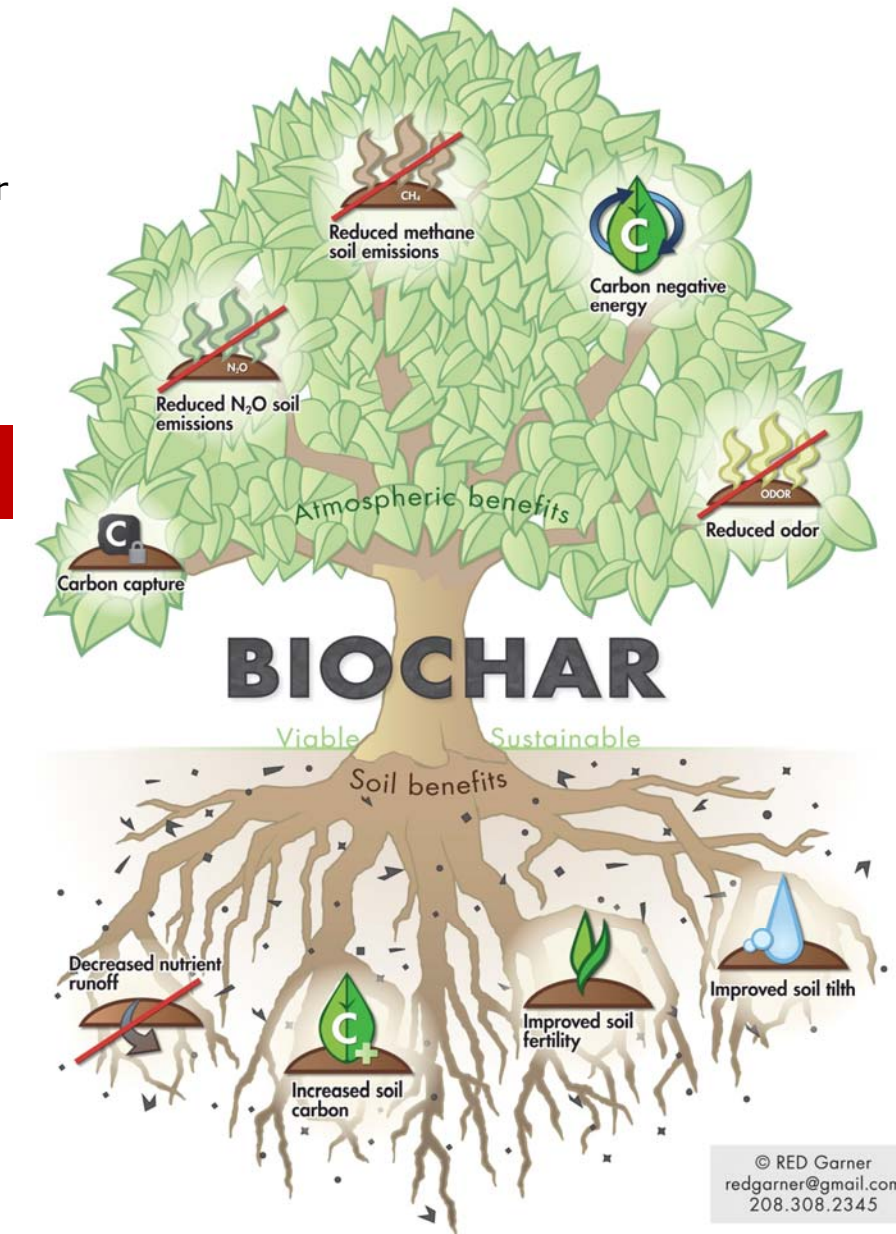
Klein-Pyrolysegeräte sind pro Leistung kostengünstiger als Grossanlagen (umgekehrter Skaleneffekt) und ermöglichen im Gemüsegarten, in der Kleingärtnerei oder auf dem Bauernhof eine Steigerung der Wertschöpfung aufgrund folgender Nutzen:

Pyrolyse als Energie- und Nährstoffbereitstellung

- Saubere Wärmeenergie-Produktion aus aschereichen Holzrückständen (Wurzeln, Rinde, Äste, Laub)
- gleichzeitig stoffliche Nutzung dieser Substrate durch Rückführung der unoxidierten Aschefraktionen (=Nährminerale) in der Pflanzenkohle in den Boden
- zusätzlich: Einsparung der Entsorgungskosten für diese Substrate

Kohle als Bodenverbesserer und dauerhafte CO₂-Senke

- Biologische Aktivierung der Kohle: Einmischung in den Kompost, Einstreu in Laufstall oder Beigabe in Güllegrube → Prozessstabilisierung, Reduktion von Lachgasemissionen, Steigerung des Düngerwerts
- Kohle mit grosser innerer Oberfläche im Boden: effizienter Wasser- und Nährstoffspeicher sowie Lebensraum für Mikroorganismen → Steigerung der Bodenfruchtbarkeit und des Humusaufbaus
- Kohle mit hohem Cfix-Gehalt im Boden : dauerhafte CO₂-Senke → Pyrolyseprozess = CO₂-negativ und klimapositiv.



Testprototyp von «PyroFarm»

Ausgeführt als 15 kW_{th} Ofen, mobil und kippbar ohne Wärmetauscher und Speicher

> mehr Infos unter: www.kaskad-e.ch | info@kaskad-e.ch



Fabrikneuer Testprototyp

Mobil und kippbar konzipiert auf einem metallischen Euro-Palett. Test im Januar 2015.

Bildquelle: S. Gutzwiller 2015



Input
65 kg Hackschnitzel
bei < 30% rel. Feuchte

Brenner abnehmbar

Brennstoffbehälter zur Befüllung und Kohleentleerung voneinander trennbar.

Befüllung mit z.B. Hackschnitzeln (Schüttung) oder 1m-Holzsplittern und -ästen (senkrechte Einschichtung). Entzündung von oben (Top Lit) und Einklinken des Brennstoffbehälters in den Brenner.

Bildquelle: S. Gutzwiller 2015



Pflanzkohle

Nach dem Ende des Pyrolyseprozesses = Nach Erlöschen der Gasflamme im Brenner (Bild oben): Kohleentnahme durch Kippen des Brennstoffbehälters und Ablöscherung mit Wasser.

Bildquelle: S. Gutzwiller 2015

Kohle-Output
16 kg Pflanzkohle
in Bioqualität

= 50 kg CO₂
im Boden
gespeichert



Steckbrief «PyroFarm» Endversion

Ausgeführt als 21 kW_{th} Zentralheizung mit externem Wärmetauscher und einem 1'500 Liter Speicher, welcher die gesamte erzeugte Wärme eines Batch aufnehmen kann.

Mengenbeispiel für In- und Output für Endversion (Mengen für Testprototyp ca. 1.5mal weniger)

Pyrolysebrenner für z.B. Hackschnitzel

- Fassungsvermögen Brennstoffbehälter: 290 Liter = ca. 65 kg Hackschnitzel
- Brenndauer einer vollen Füllung: ca. 5.5 Stunden
- Leistung Hackschnitzel-Input: 50 kW
- Leistung Brauch- und Heizwassererzeugung: 21 kW

Energiebilanz pro Batch/Füllung

- Input (Hackschnitzel): 65 kg = 265 kWh
- Kohle-Output: 16 kg = 120 kWh
- Pyrolysegas: 130 kWh
davon Nutzwärme (85% Wirkungsgrad): 111 kWh

Produktionskapazität Pflanzkohle

- 5'000 kg Pflanzkohle pro Anlage pro Jahr
- Annahme: 5 kg Kohle pro Quadratmeter
> 100 Jahre Kohleproduktion auf 10-ha-Betrieb
- 80% der Kohle langfristig im Boden gespeichert
> 15 Tonnen CO₂ pro Jahr (1 Schweizer = 7 Tonnen)

Meilensteine

- Juni 2013: Machbarkeit nachgewiesen
- Dezember 2014: Fertigstellung Testprototyp
- Bis Dezember 2015: Testanlage mit voller Funktion
- Bis Dezember 2016: erste Anlage der Kleinserie
- Bis Ende 2017: Installation von 20 Anlagen



1'500 Liter Speicher

Warm- und Heizwasser für landwirtschaftlichen Betrieb aus Pufferspeicher

5h verkohlen – 48h heizen

Bildquelle: Jenni Solarspeicher, www.laube-solar.ch

Wärme-Output
111 kWh Wärme
in isoliertem 1'500 Liter Speicher