

# Pyrolyse zur Pflanzenkohleproduktion

## Herstellungsverfahren und Anlagenangebot





**Die Geschichte beginnt  
mit der Holzkohle für die  
Eisenverhüttung...**  
(Holzkohle = Pflanzenkohle)

Seit Beginn der Eisenzeit vor 2'800-4'000 Jahren ist Holzkohle als effizienter Bodenverbesserer fast überall in der Welt bekannt (Japan, China, Indonesien, Europa, Afrika, Südamerika...)



Doris Wicki im Einsatz, 2018

# «Interne» Pyrolyse

TLUD-Prinzip  
(Top Lit Up-Draft)  
= Batch

Beispiele:

- PyroCook
- Carbon Queen
- Haiti Stove
- Sampada Stove
- PyroGrill
- PyroFarm

## Verbrennungszone, VZ:

Verbrennung der Pyrolysegase; sichtbare Flamme und nutzbare Wärme

## Mischzone, MZ:

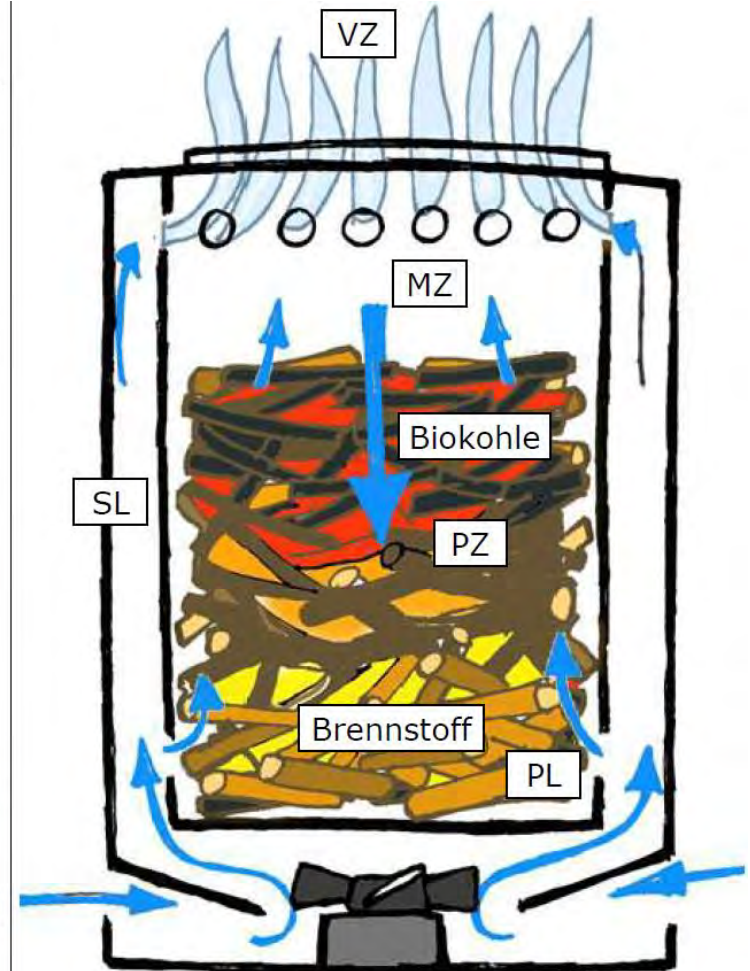
Vermischung von hochsteigenden heissen Pyrolysegasen mit Sekundärluft im Überschuss

## 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

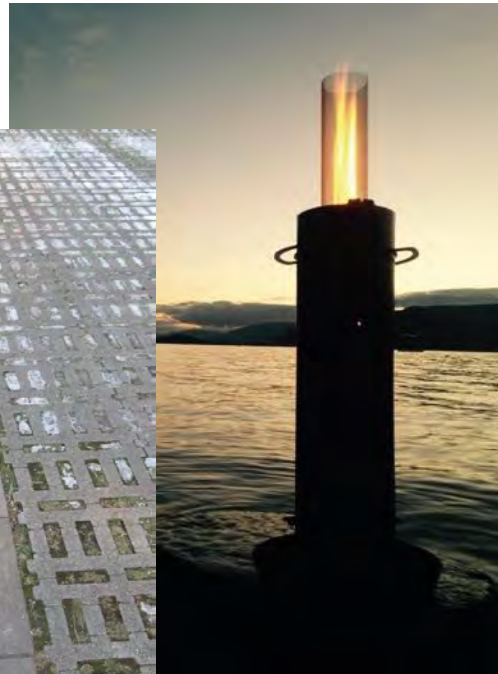


Quelle: [www.ithaka-journal.net](http://www.ithaka-journal.net), modifiziert durch Stephan Gutzwiller

# PyroCook, 3kW<sub>th</sub>

eigener Garten

- Kleinserienprodukt seit 2012
- Preis: ca. 650 CHF
- 180 Stück verkauft



[www.kaskad-e.ch](http://www.kaskad-e.ch)

# PyroGrill, 5kW<sub>th</sub> eigener Garten



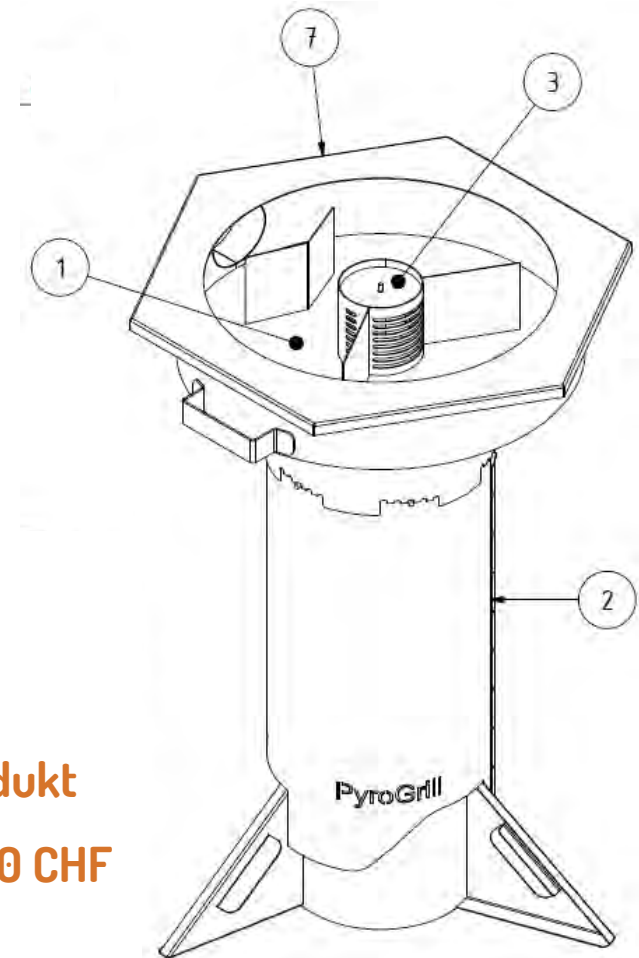
links, Kaskad-E:

- in Entwicklung
- Preis: ca. 1'800 CHF
- 2 Prototypen

[www.kaskad-e.ch](http://www.kaskad-e.ch)

rechts, Kaskad-E:

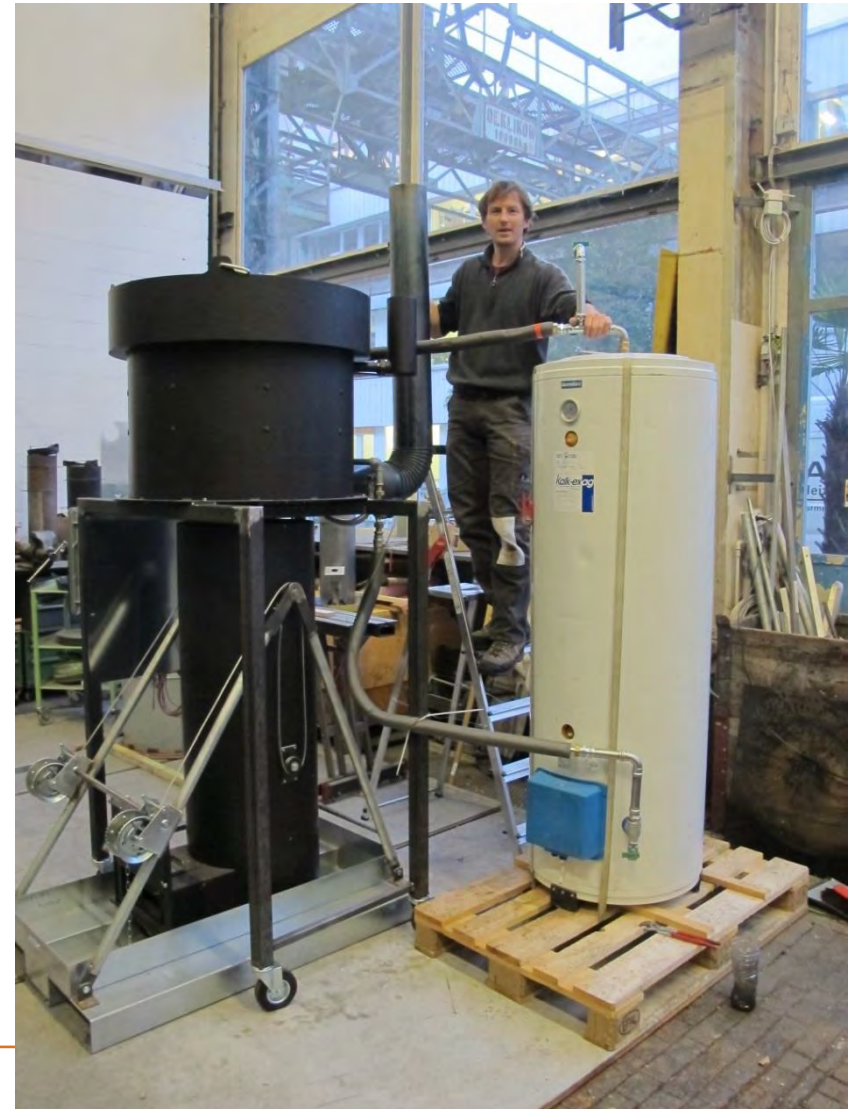
- Vorserienprodukt
- Preis: ca. 3'200 CHF



# PyroFarm, 30kW<sub>th</sub> (Prototyp) Landwirtschaft Schweiz

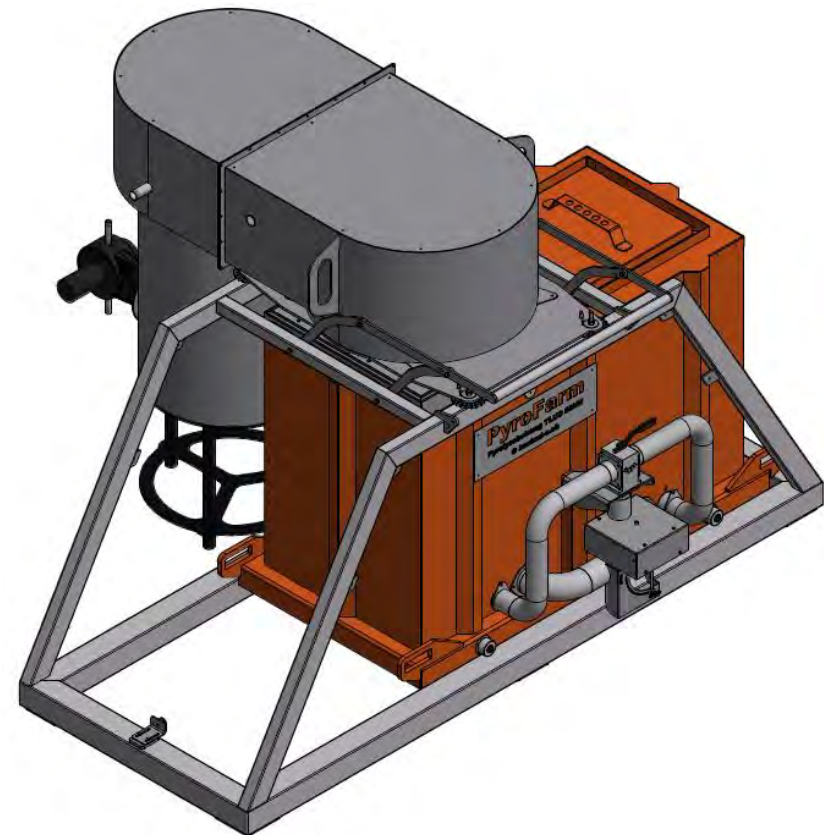
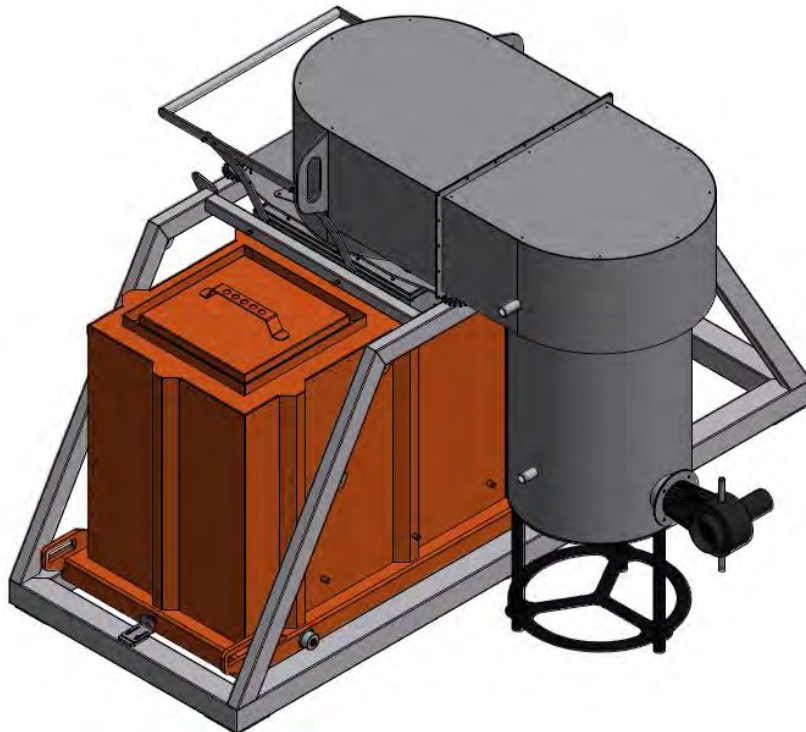


[www.kaskad-e.ch](http://www.kaskad-e.ch), 2014



# PyroFarm, 50kW<sub>th</sub>

## Landwirtschaft Schweiz

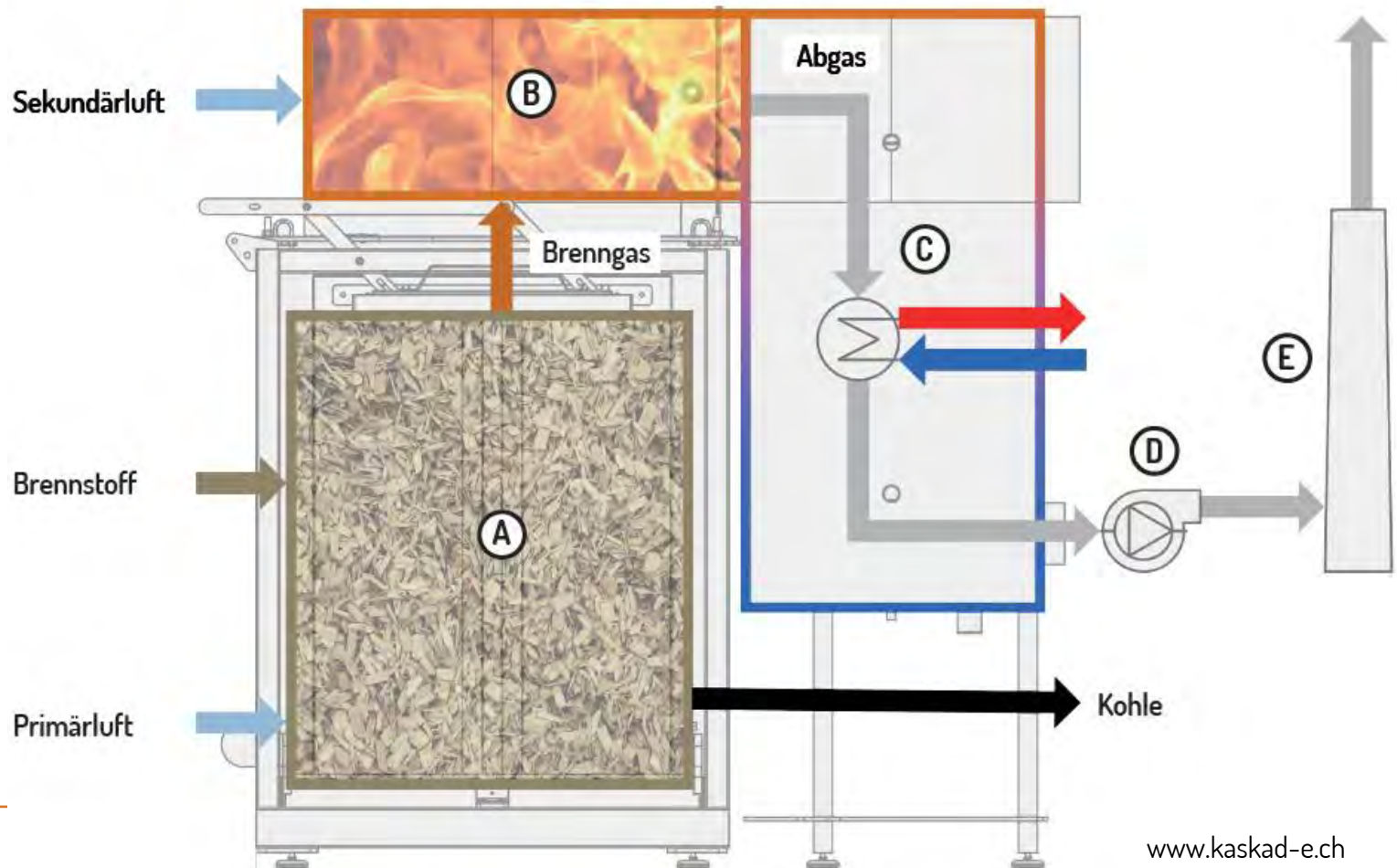


- in Entwicklung durch Kaskad-E  
(unterstützt durch die Klimastiftung Schweiz)
- 2 Prototypen
- 1 Feldtestanlage in Stettlen (BE) ab November 2020



# PyroFarm, 50kW<sub>th</sub>

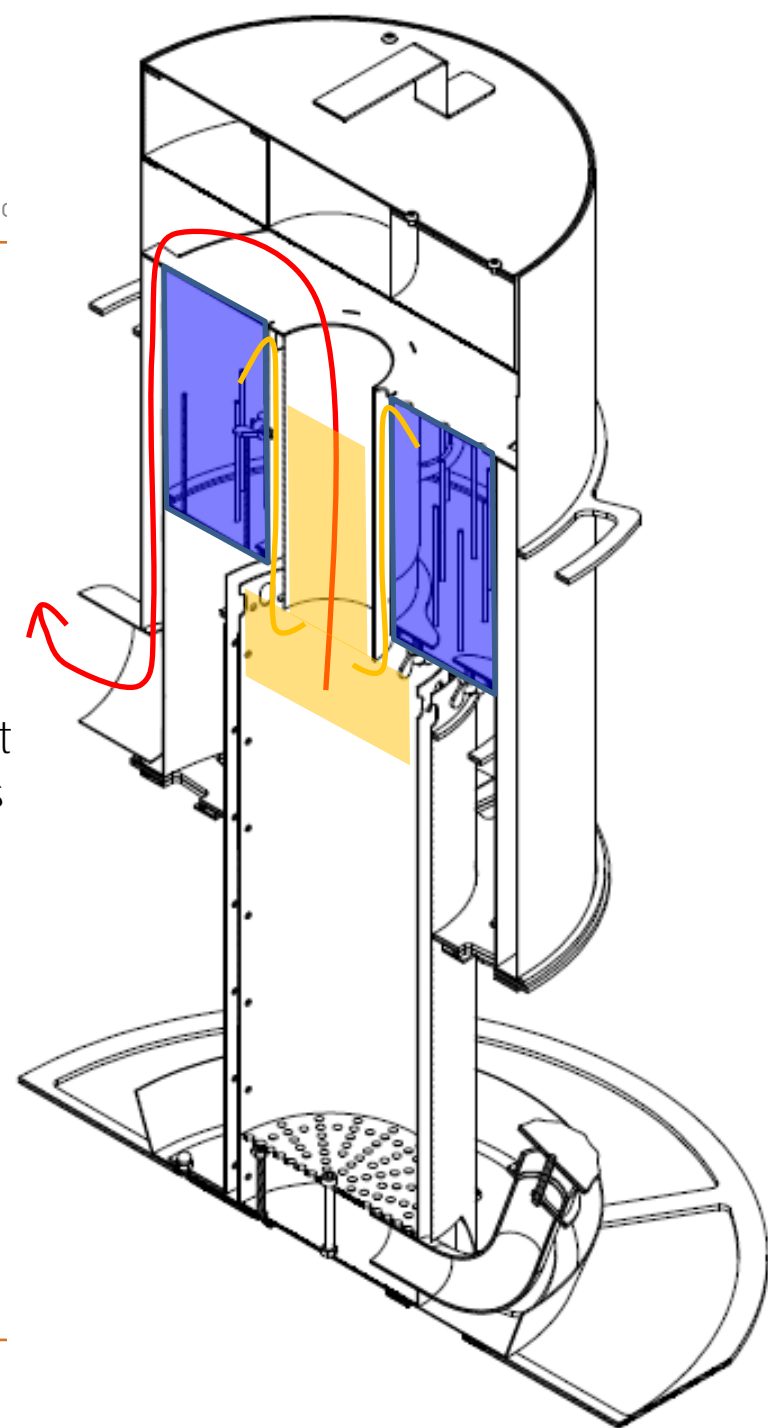
## ANLAGE UND FUNKTION



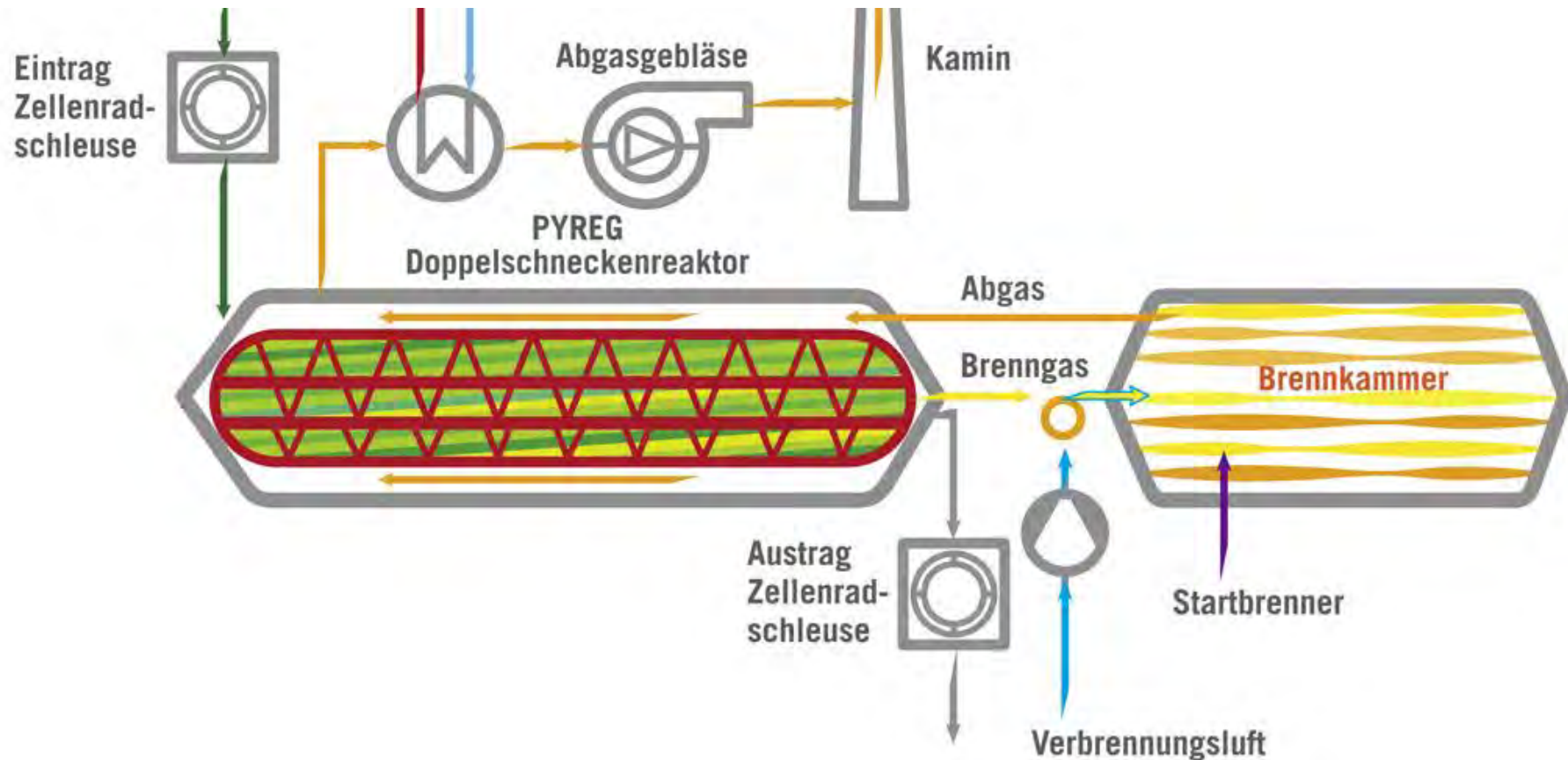
## «Externe» Pyolyse

Bsp. PyroCook mit Aufsatz für  
feuchte Biomasse

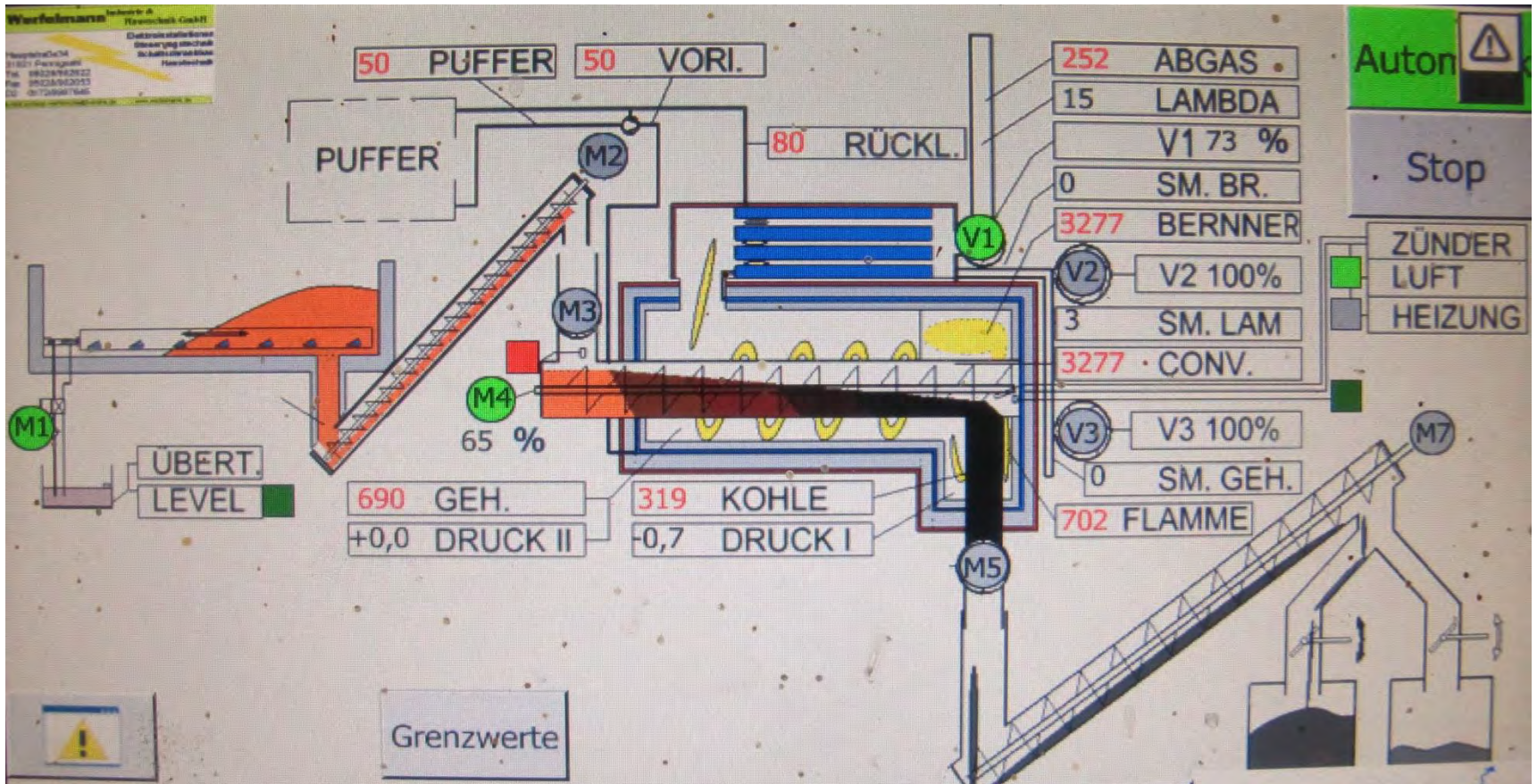
- Energie für Trocknung und Aufheizung kommt aus PyroCook-Brenner
- Pyrolysegas aus feuchter Biomasse strömt in den **Brennraum** des PyroCook-Brenners



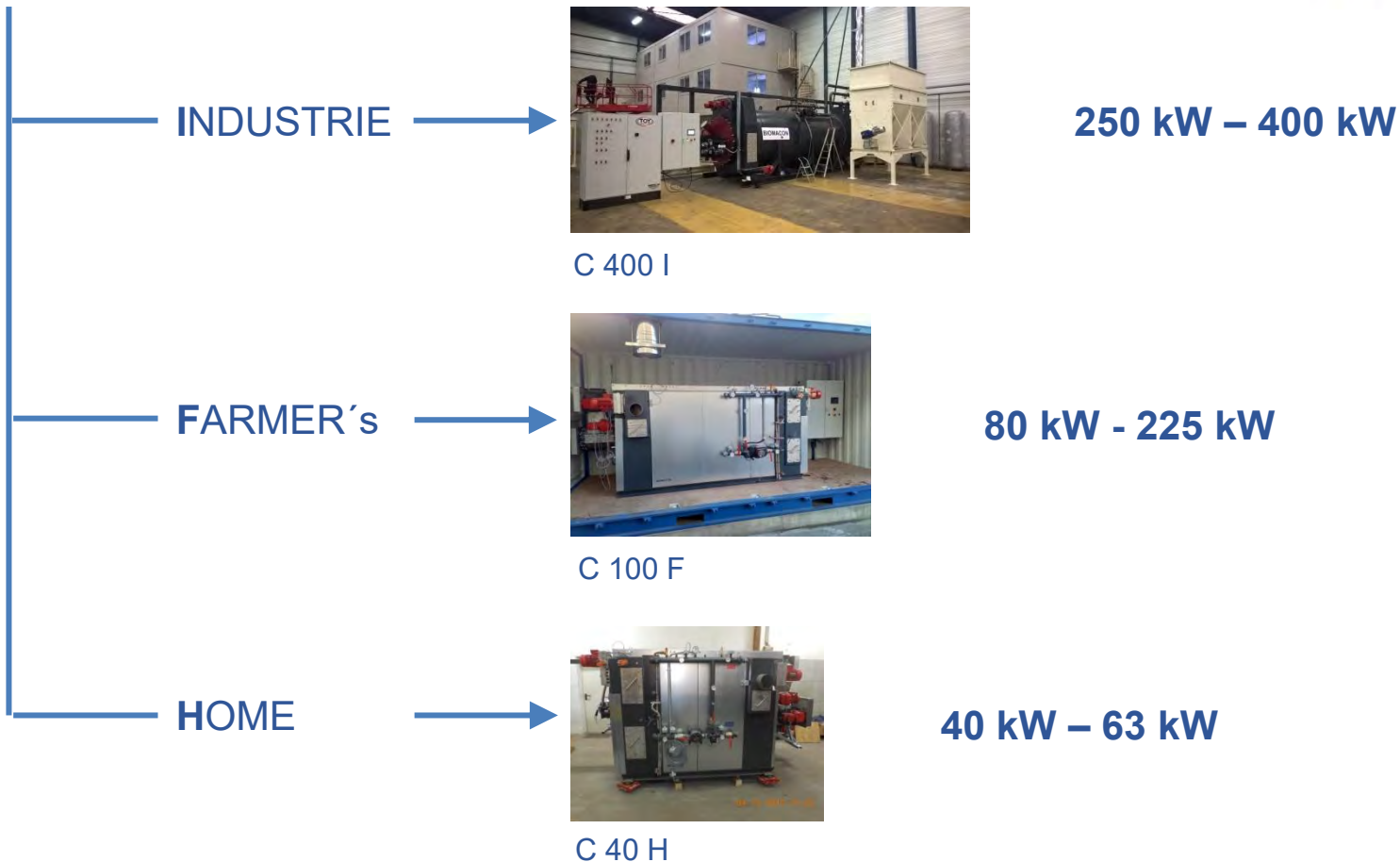
# «Externe» & kontinuierliche Pyrolyse



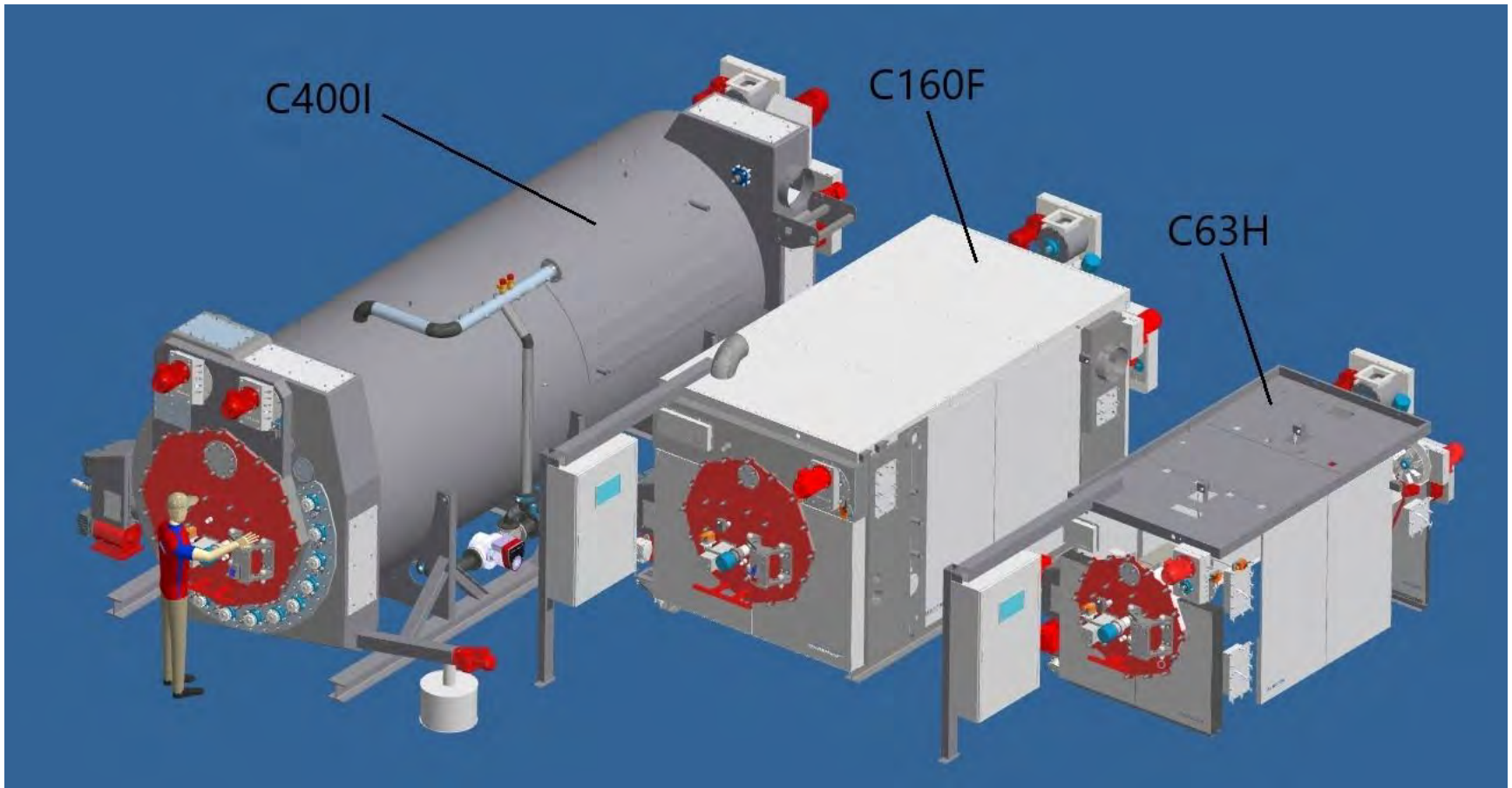
# Biomacon – der Prozess



# Biomacon – das Angebot



# Biomacon – das Angebot



# Biomacon 400kW<sub>th</sub>



- Kleinserienprodukt seit 2012
- Preis: 85'000-400'000 EUR
- ca. 18 Anlagen europaweit

[www.biomacon.de](http://www.biomacon.de)

1. Fachtagung Pflanzenkohle & P



Pflanzenkohle  
für Boden & Klima  
**Pyrolyse-Verfahren**

Kaskad

**Biomacon 400kW<sub>th</sub>**  
in Flaach seit 2019

**300 Tonnen Kohle pro Jahr**



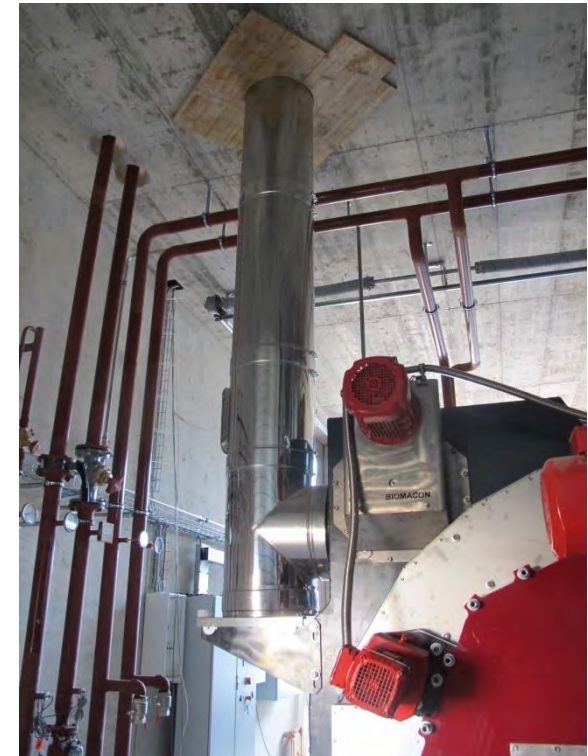


# Biomacon 400kW<sub>th</sub>

Einbringung in Flaach am 28.2.2019



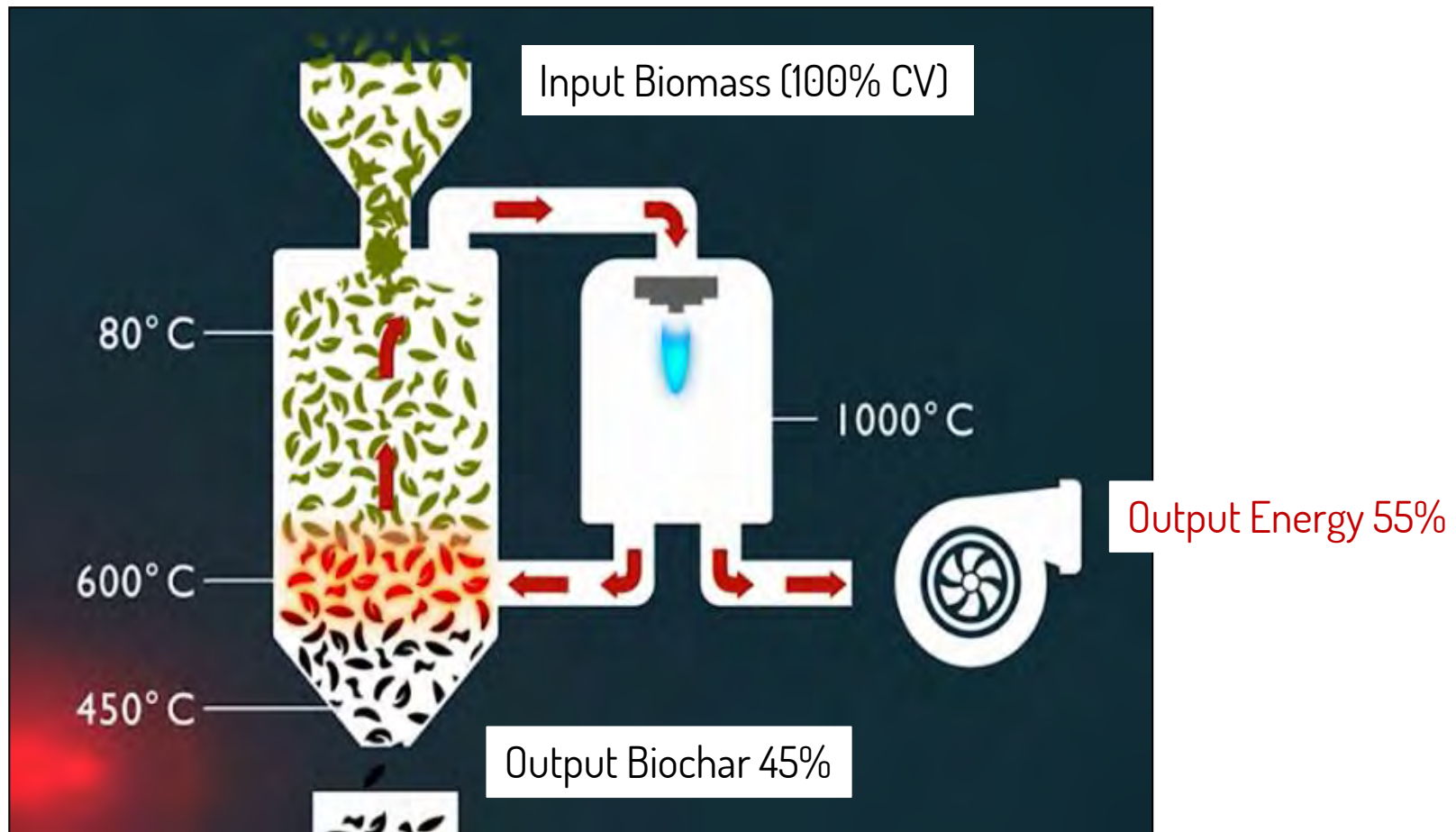
# Wärmenutzung in Flaach: Fernwärme



# Wärmenutzung in Flaach: Biomassetrocknung



# Pyro Power Plant (PPP) – der Prozess

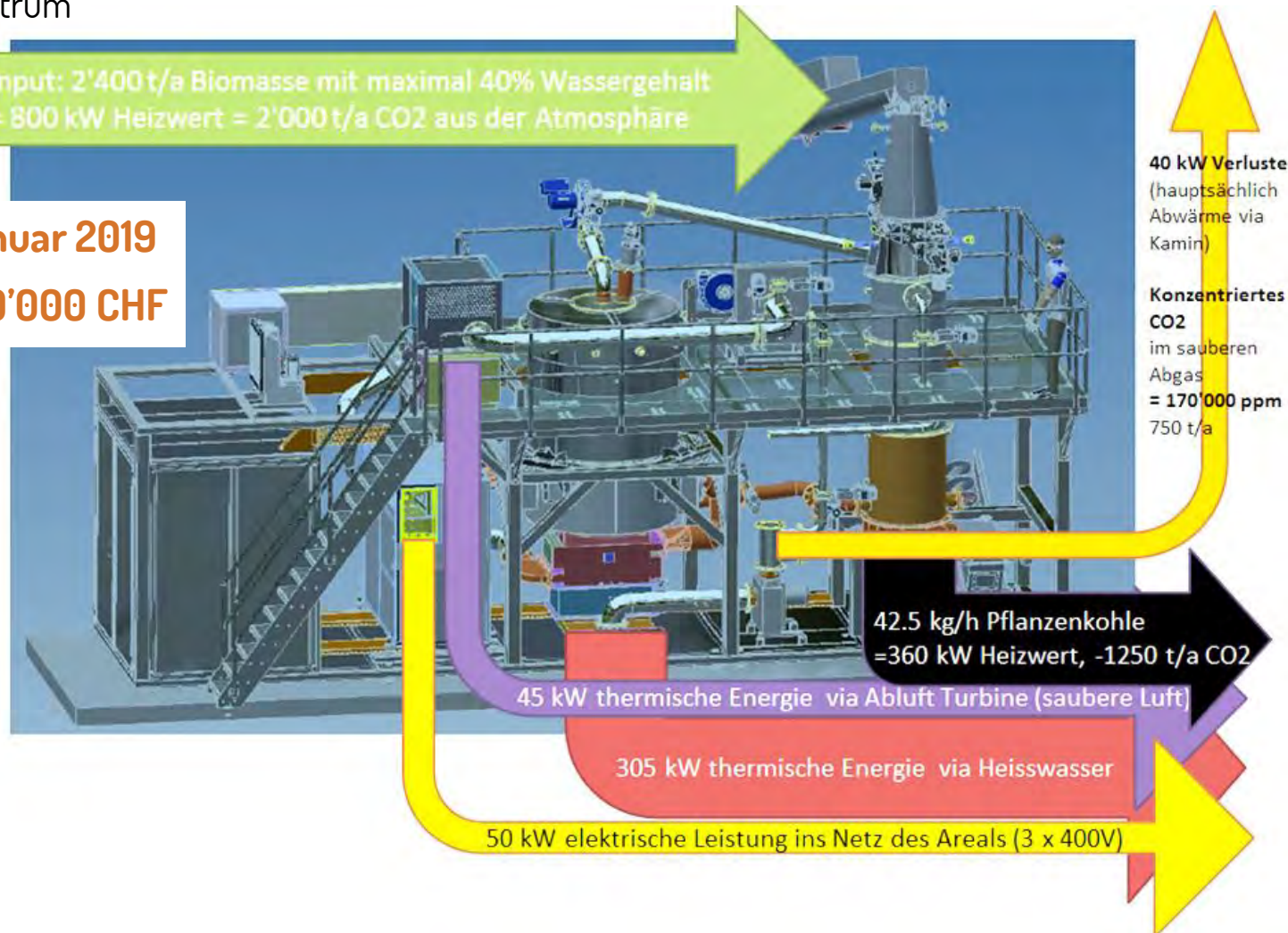


# PPP – Pilotanlage CPP 800 von Compag

Entwicklung: Oekozentrum

Input: 2'400 t/a Biomasse mit maximal 40% Wassergehalt  
= 800 kW Heizwert = 2'000 t/a CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre

- Pilotanlage seit Januar 2019
- Preis: 550'000-830'000 CHF



# PPP – Pilotanlage CPP 800 von Compag



unterstützt durch



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Federal Office of Energy SFOE  
Cleantech

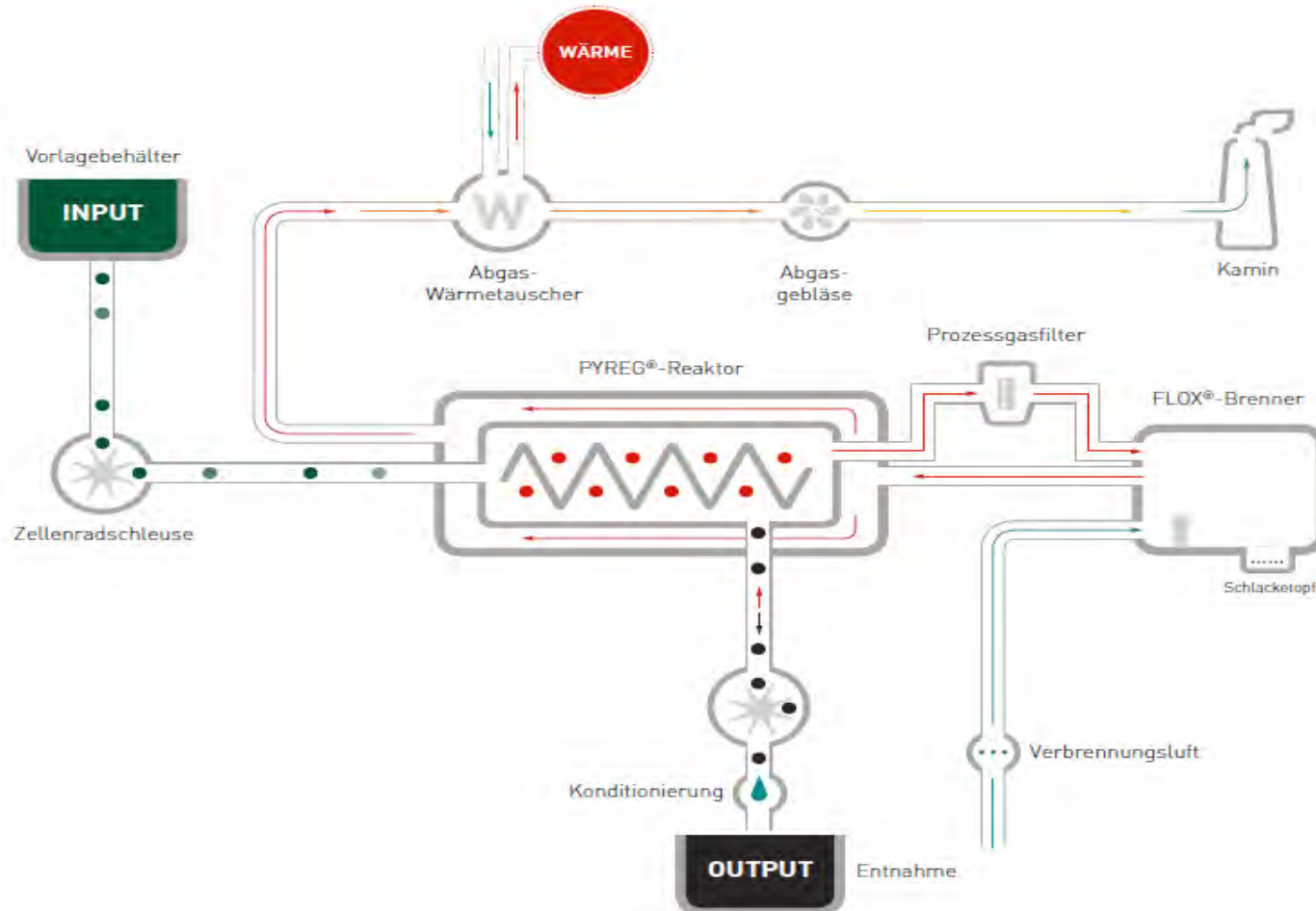
**STADTWERK**  
WINTERTHUR

# PPP – CPP 800

Ideale Integration in den Gewächshaus- und Kompostierbetrieb



# PYREG – der Prozess





# PYREG - Anlagenangebot



	P500	P1500
Größe	l 9.000 mm b 3.000 mm h 5.800 mm	l 12.000 mm b 3.000 mm h 5.800 mm
Brennstoffleistung	500 kW	1.500 kW
Jahresdurchsatz <small>TS, Trockensubstanz</small>	ca. 750 t pro Jahr	ca. 2.250 t pro Jahr
Jahresproduktion	ca. 190 t	ca. 560 t
Nutzbare Wärmeenergie	ca. 150 kW <sub>th</sub>	ca. 600 kW <sub>th</sub>
Betriebsstunden	bis zu 7.500 h/a	bis zu 7.500 h/a
Stromverbrauch	ca. 10 kW <sub>el</sub>	ca. 20 kW <sub>el</sub>
Zusätzliches Technik-Modul	l 3.000 mm b 3.000 mm h 2.800 mm	l 6.000 mm b 3.000 mm h 5.800 mm

**Pyreg500, 250kW<sub>th</sub>** in Neuheim CH, seit 2012



- Kleinserienprodukt seit 2009
- Preis: 350'000-400'000 EUR
- ca. 25 Anlagen europaweit

# Pyreg500, 250kW<sub>th</sub>



Lausanne, April 2010  
Bsp. Verkohlung Kaffeepulpe



[www.pyreg.de](http://www.pyreg.de)

# Pyreg1500 in Basel ab November 2020

Pilotanlage Kleinhüningen

## Pilotanlage auf IWB-Areal Kleinhüningen



- Vorprojekt Sommer 2019 → Entscheid Okt. 2019 → Baubeginn Juli 2020 → Inbetriebnahme Nov. 2020
- Modulare Container-Bauweise auf Standfläche 56 x 11 m
- Pflanzenkohleanlage Pyreg P1500, 600 kW Nutzwärmeleistung, 3500 t/a Landschaftspflegeholz (fällt in Region Basel an)
- Fernwärmeeinspeisung von 1.5 GWh (~170 Haushalte) im Winterhalbjahr
- 550 t Pflanzenkohle mit Fokus auf regionales Anwendernetzwerk, keine CO<sub>2</sub>-Zertifikate



Anlieferung Holz  
in Container

Vortrocknung mit  
Abwärme

Container  
getrocknetes  
Holz

Pflanzenkohleanlage  
mit Kohleabfüllung

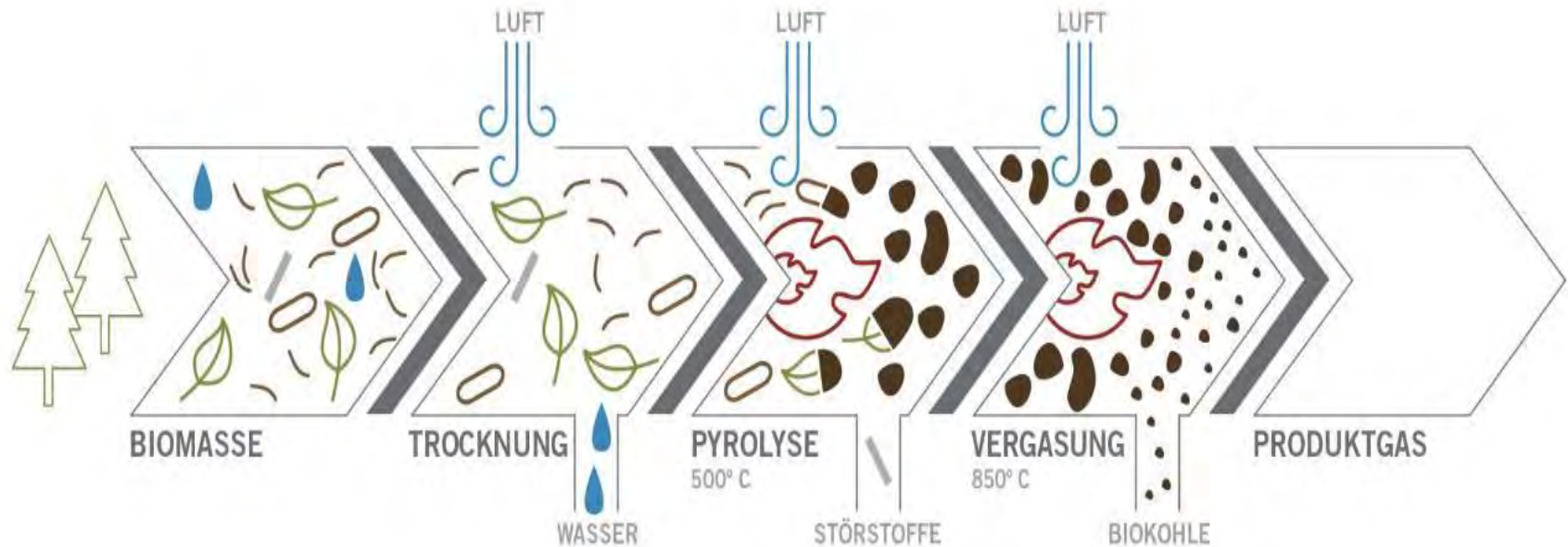
Wärmespeicher

## PYREG – USP

- Wärmenutzung als Warmwasser (bis 100°C), Heißwasser (bis 160 °C), Thermalöl (bis 350°C) oder Dampf möglich
- Verstromung mittels ORC-Anlagen und einem integrierten Konzept aus Thermalöl- und Heißwasserkessel möglich
- auch im Abfallbereich etabliert: problematische und/oder gefährliche Abfälle können verwertet werden.

# Syncraft - der Prozess

## Prozessflussdarstellung



Mehrstufige Umwandlung der feuchten, festen Biomasse in ein sauberes Produktgas

# Syncraft - das Angebot

Holzwerkwerke

mit einer Leistung von 200 kW bis 5 MW\*



**NEU 2020**  
**CW1800x2-1000**  
fragen Sie nach!

MODELL	CW700-200+	CW1000-300	CW1200-400	CW1800-500
elektrische Leistung	200 kW	300 kW	400 kW	500 kW
thermische Leistung 90 °C	326 kW	488 kW	615 kW	770 kW
thermische Leistung ~50 °C	155 kW	231 kW	305 kW	383 kW
Brennstoffwärmeleistung	721 kW	1.067 kW	1.368 kW	1.754 kW
Brennstoffbedarf (trocken)	140 kg/h	208 kg/h	267 kg/h	342 kg/h
spezifischer Brennstoffbedarf (trocken)	0,70 kg/kWh el	0,69 kg/kWh el	0,67 kg/kWh el	0,68 kg/kWh el
Premium-Holzkohle	1,98 m <sup>3</sup> /Tag	2,9 m <sup>3</sup> /Tag	3,7 m <sup>3</sup> /Tag	4,7 m <sup>3</sup> /Tag

\* Realisiert in Kombination von mehreren CW1800x2-1000 Kraftwerken

# Syncraft – Referenz Ilg GmbH





## Syncraft – die Vorteile



- Waldrestholz inkl. Feinanteil und Rinde

Reduzierte Betriebskosten mit Ausbaupotential (Altholz)

- Höchste Effizienz

Weiter reduzierte Betriebskosten durch abgesenkten Brennstoffbedarf

- Hochwertig und keine Reinigung

Edelstahl Design und sauberes Gas erlauben niedrigste Betriebskosten über Jahre

- Extra Erträge

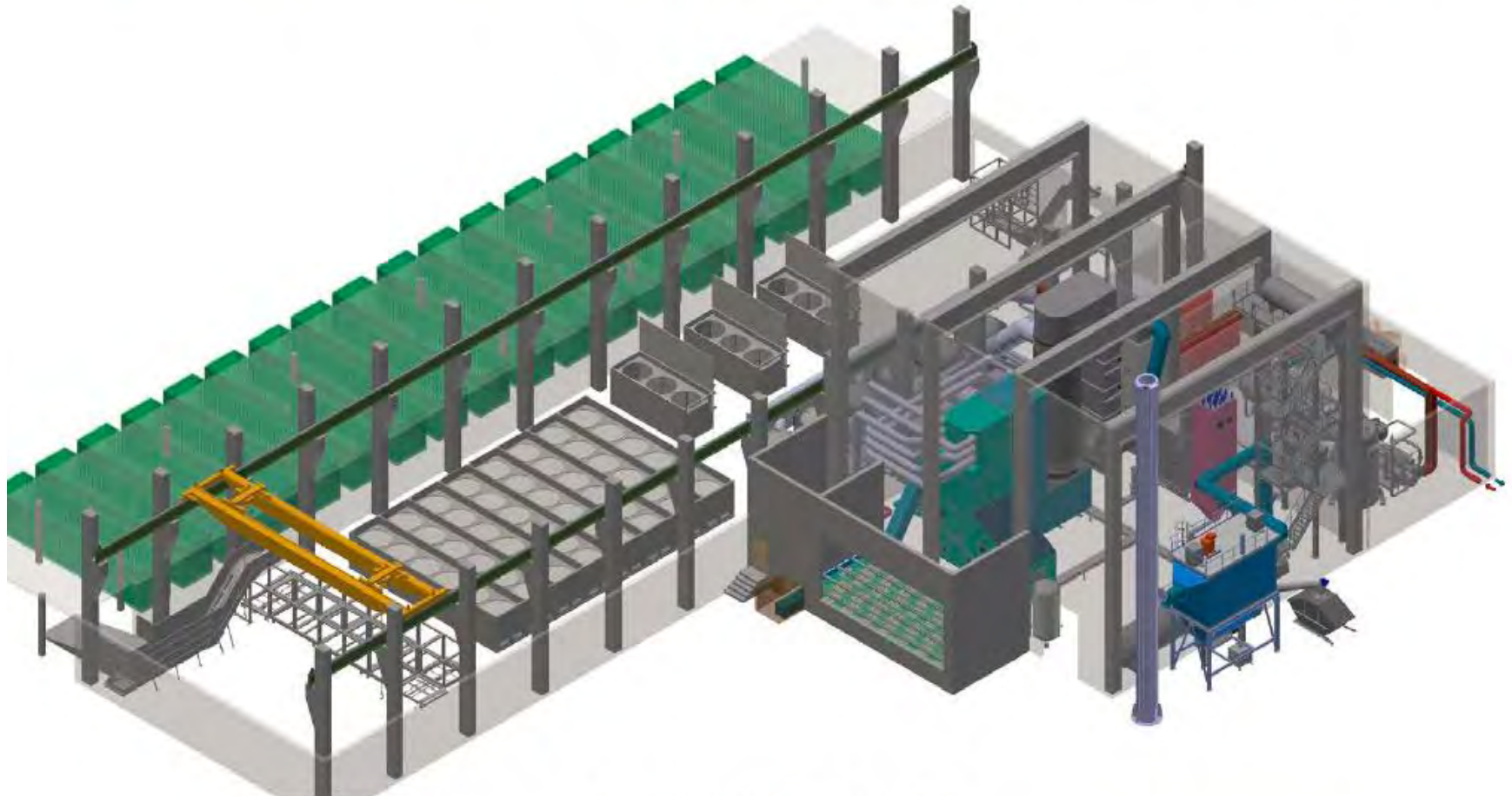
Da wir hochwertige Holzkohle (anstatt Asche) in Säcken abpacken generieren wir respektable Zusatzeinnahmen

→ **ca. 6 Anlagen europaweit**

**High Tech Pyrolyse KWK**

4,500 t/a of Biokohle / Biochar – 6.7 MW<sub>th</sub> - 1.3 MW<sub>e</sub>

**POLYTECHNIK**  
Biomass Energy

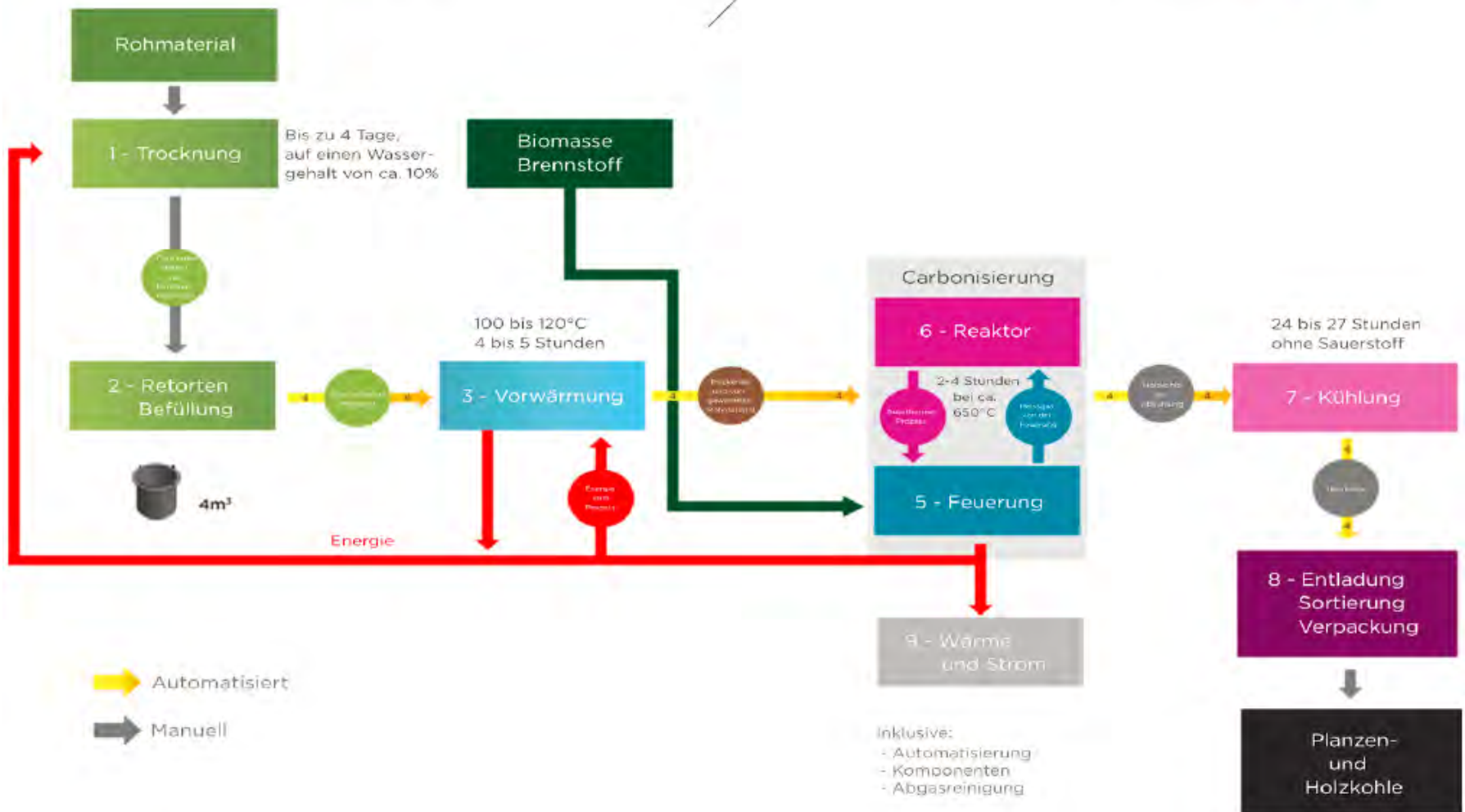


**POLYTECHNIK**  
Biomass Energy

**CARBON NEGATIVE**  
Co- and Trigeneration

**GreenCarbon**

### Pyrolyse Anlage Green Carbon Prozess



Pyrolyse Anlage  
Kühlung



**POLYTECHNIK**  
Biomass Energy

GreenCarbon

30 Stellplätze

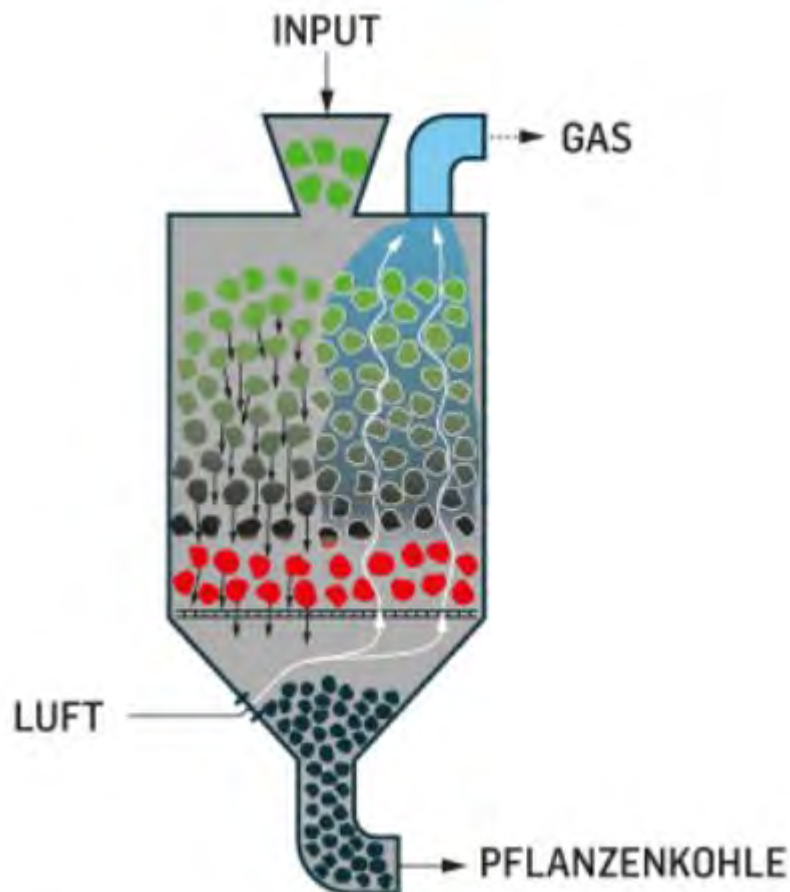


Kühlung unter  
Luftabschluss



Bis zu 27h

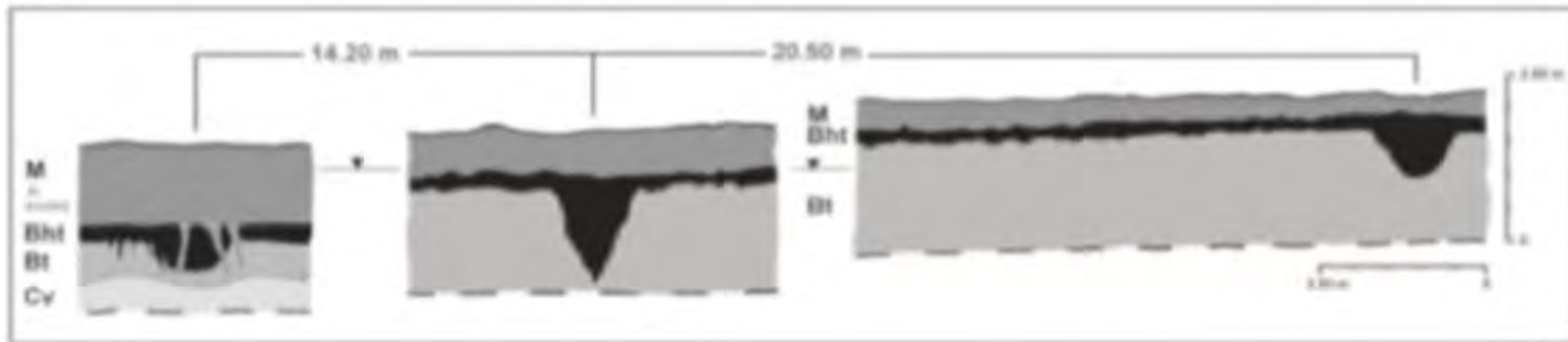
# Schottdorf-Meiler



- kontinuierlicher Prozess
- einfache Technik (günstig)
- feuchte Biomasse möglich
- gute Kohlequalität (Glutzone am Prozessende)
- lange Zeit die grösste Pflanzenkohleproduktionskapazität Europas
- Korrosionsanfällig wegen feuchtem Pyrolysegas im gesamten Meiler

# Terra Preta pits west of Cologne

## Historische Erdmeiler in Köln



Typical profile section of a soil west of Cologne. Among the superficial unconsolidated sediments is a black soil horizon containing deep black soil pits up to 2 m deep with high proportions of charcoal. (from: Gerlach et al 2012)

# Erd-Kontik – uralt und neu lanciert





## Pflanzenkohleherstellung mit Erd-Kontiki im Emmental

Balmeggberg, 2016



## CH – LRV: offene Feuer

Rechtlich gesehen, erlaubt Art. 26b der Luftreinhalteverordnung (LRV, Lockerung seit 1.1.2017) offene Feuer (z.B. Kon-Tiki), wenn trockene naturbelassene Biomasse eingesetzt wird:

- <sup>1</sup> Natürliche Wald-, Feld- und Gartenabfälle dürfen ausserhalb von Anlagen verbrannt werden, wenn sie so trocken sind, dass dabei **nur wenig Rauch** entsteht.
- <sup>2</sup> Die Behörde kann im Einzelfall das Verbrennen von nicht ausreichend trockenen Wald-, Feld- und Gartenabfällen bewilligen, wenn ein überwiegendes Interesse besteht und keine übermässigen **Immissionen** entstehen.
- <sup>3</sup> Sie kann das Verbrennen von Wald-, Feld- und Gartenabfällen ausserhalb von Anlagen für **bestimmte Gebiete oder Zeiten** einschränken oder verbieten, wenn übermässige Immissionen zu erwarten sind.

# Biochar Making in Nepal

## Erdmeiler (Kon-Tiki)

World CharDay 2015

→ CH-Kontext: Waldrandpflege



# Voraussetzungen für eine erfolgreiche Pflanzenkohle-Wirtschaft

- Robuste Anlagen mit kalkulierbarer Lebensdauer
- Brennstoff günstig und in genügenden Mengen vorhanden (möglichst «Abfall»-Biomasse anzapfen)
- Abnahme & Wertschöpfung der Kohle gesichert (Eigenverbrauch oder Verkauf, optimierte Kaskadennutzung)
- Hohe Anlagenauslastung und hoher Nutzungsgrad der (Ab)wärme
- Kurze Wege & einfache Logistik

## Angebot Kaskad-E GmbH

- Offerte und Planung Biomacon-Anlagen
- Betriebsoptimierung Pyrolyseanlagen
- Verkauf eigener Pyrolyseanlagen (PyroCook + PyroFarm)
- Fernwärmeplanung
- Referate & Kurse

## KONTAKT

### Adresse

#### Kaskad-E GmbH

Telefon: +41 61 534 68 86

Email: > [info@kaskad-e.ch](mailto:info@kaskad-e.ch)

### Büro- und Postadresse

Kaskad-E GmbH

Dornacherstrasse 192

4053 Basel

Lageplan: [maps.google.com](https://maps.google.com), Bau 1, 3

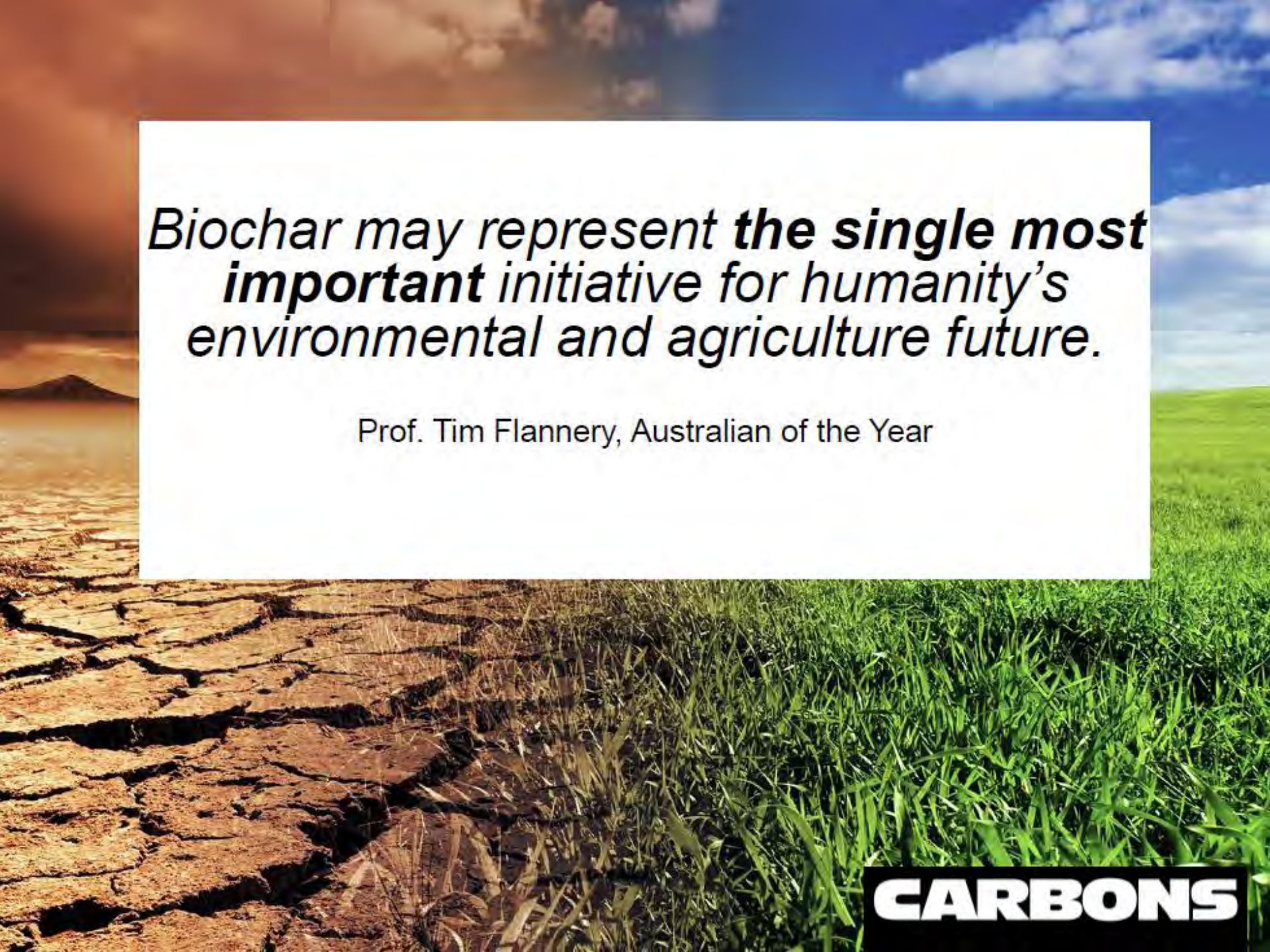
### Werkstatt

Entwicklung TLUD-Pyrolyseanlagen

Dornacherstrasse 192

4053 Basel

Lageplan: [maps.google.com](https://maps.google.com), Halle 2 Ost, 13



*Biochar may represent **the single most important** initiative for humanity's environmental and agriculture future.*

Prof. Tim Flannery, Australian of the Year

**CARBONS**

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Mehr Informationen:

→ [www.kaskad-e.ch](http://www.kaskad-e.ch)

→ [www.charnet.ch](http://www.charnet.ch)

→ [www.biomacon.com](http://www.biomacon.com)

→ [www.ithaka-institut.org](http://www.ithaka-institut.org)

→ [www.oekozentrum.ch](http://www.oekozentrum.ch)

→ [www.a-p-d.ch](http://www.a-p-d.ch)

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

