ökozentrum

forschen | entwickeln | bilden

Klimapositive KWK+K
PyroPowerPlant mit 50 kW_e Heissluftturbine

befeuert mit Restholz aus Kompostierung

Zittau, 7. Juni 2018

Martin Schmid
Dipl. Ing. HTL

Stefan Baumann
Dipl. Ing. FH

We’re treating soil like dirt.
It’s a fatal mistake, as our lives depend on it.

George Monbiot

20 Milliarden Tonnen Humusboden* lässt die Weltwirtschaft pro Jahr verschwinden → falls diese Zahl stimmt, und die Hälfte ins Wasser und die andere Hälfte in den Himmel geht, dann sprechen wir von 25 Gigatonnen CO_2 zusätzlich zum fossilen Ausstoss = + 2/3!

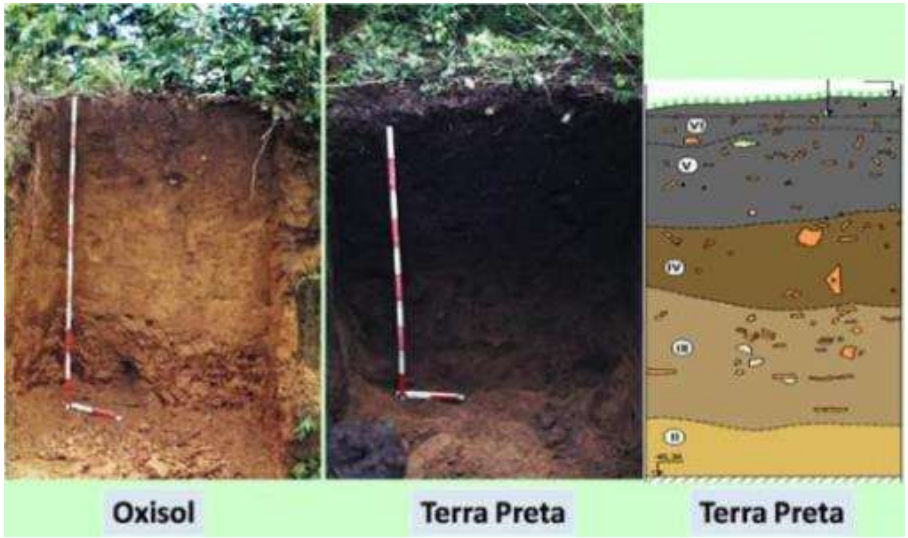
(* Quelle slowgrow.ch)

Globale Herausforderungen verbunden via Humusboden…..

- **Ernährungssicherheit**
- **Süsswasser-Versorgung**
- **Klima**
- **Energieversorgung**

…und der Kohlenstoff ist die Schlüsselgrösse

- Die häufigste Form von Kohlenstoff im Humusboden ist pyrolytischen Ursprungs weil Pflanzenkohle mindestens 300x länger im Boden bleibt als «kompostierte Biomasse»



Die seit 500 Jahren ohne Fruchtbarkeitsverlust bewirtschafteten schwarzen Böden (Terra Preta) enthalten menschgemachte Holzkohle einer früheren Hochkultur von vor 7’000 bis 3’000 Jahren.

Der Mensch kann also Humus-positiv wirtschaften!

→ **Pflanzenkohle ist die dauerhafteste Form von Kohlenstoff im Boden, kann Humus aufbauen und liefert bei sauberer Integration in die landwirtschaftlichen Prozesse zahlreiche Vorteile und zusätzliches Einkommen.**

Climatetechwiki.org

Kaskadische Integration

Silage-Führung

Futterzusatz

Einstreu

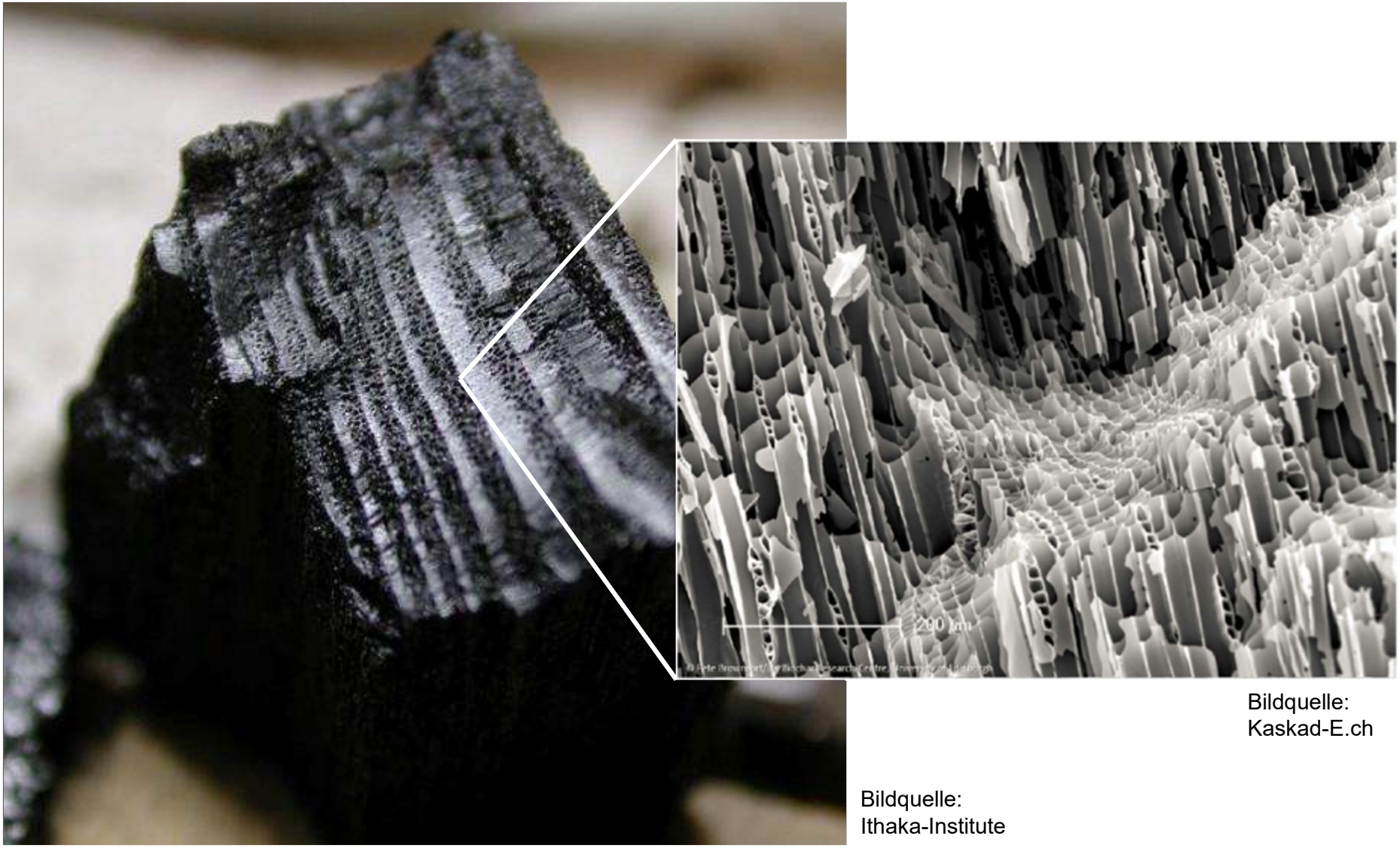
Gülle-Behandung

Kompostzuschlag

Bodenverbesserung + Düngung

Source:
Ithaka-Institute

Was ist Pflanzenkohle?

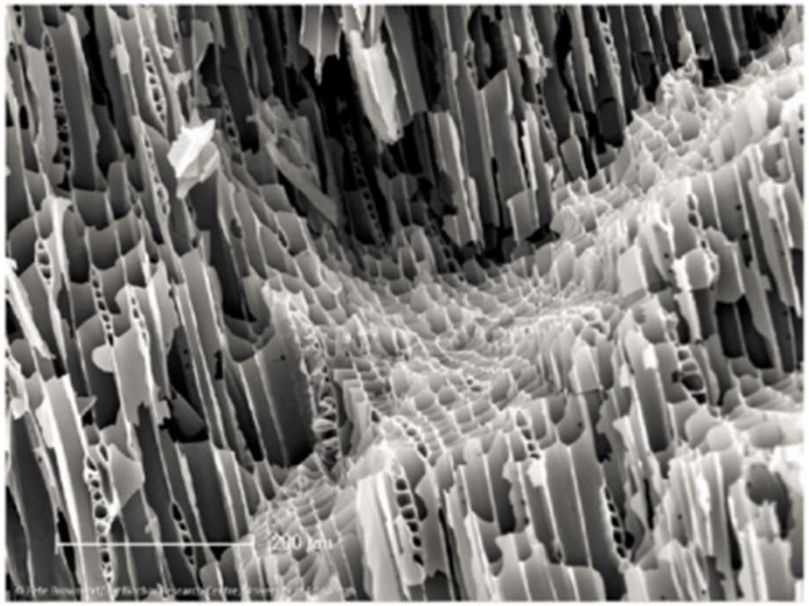


Bildquelle:
Kaskad-E.ch

Bildquelle:
Ithaka-Institute

Was ist Pflanzenkohle? Biochar? Biougol?

- *Aus Biomasse erzeugte Aktivkohle (englisch und französisch: Biochar, russisch: Bio-ugol – aber im deutschsprachigen Raum war „Bio“ ein mehrfach besetzter Ausdruck; Holzkohle ist auch eine Pflanzenkohle-Art)*
- *Sehr porös – 200 bis 1‘500 m2/g*
- *Enorme Wasserhaltekapazität (100 bis zu 500% der Eigenmasse*
- *Geruchlos*
- *Geschmacklos ausser bei hohem Mineral-gehalt*
- *Basisch – pH >9.0*
- *So gut wie kristaline Struktur*
- *Elektrisch gut leitend*
- *Sehr hohe KAK (Kationen-Austausch-Kapazität)*
- *katalytisch und reduzierend*
- *Thermisch stabil gegen Oxidation bis ca. 375°C – langlebigste C-Form*
- *Stabiler schwarzer Farbstoff (E153) „Pflanzenkohle“*



Beispiel: Kohle aus Siebüberstand Kompostierung

Projekt: Pflanzenkohleanalytik gemäß EBC-Richtlinie

Untersuchung nach Biochar according to European Biochar Certificate (Auswahl)

Parameter	Einheit	BG	Grenzwer GW 1	GW	PPP "gut" 29.9 Nr.1 116083046 anl	wf
Bestimmung aus der Originalsubstanz (</= 2mm gebrochenes Material						
Wasserhaltekapazität	Ma.-%				-	134,2
Schüttdichte	kg/m³				175	-
spezifische Oberfläche BET-Verfahren	m²/g				-	234
Reindichte	g/cm³				-	1,72
Gesamtwasser	Ma.-%	0,1			4,2	-
Aschegehalt 550 °C	Ma.-%	0,1			10,5	10,9
Brennwert (Ho,V)	kJ/kg	200			29016	30293
Heizwert (Hu,p)	kJ/kg	200			28639	30007
Wasserstoff	Ma.-%	0,1			1,28	1,34
Kohlenstoff gesamt (TC)	Ma.-%	0,2	> 50	> 5	80,9	84,5
Stickstoff gesamt	Ma.-%	0,05			1,13	1,18
Bestimmung aus dem Boraufschluss der Asche 550°C nach DIN 5172R-JE02)						
Eisen berechnet als Fe2O3	Ma.-%	0,1			-	2,1
Calcium berechnet als CaO	Ma.-%	0,1			-	17,3
Kalium berechnet als K2O	Ma.-%	0,1			-	18,9
Magnesium berechnet als MgO	Ma.-%	0,1			-	5,1
Natrium berechnet als Na2O	Ma.-%	0,1			-	1,3
Phosphor als P2O5 ber.	Ma.-%	0,1			-	7,5
Schwefel berechnet als SO3	Ma.-%	0,1			-	1,6
Silicium berechnet als SiO2	Ma.-%	0,1			-	24,5

Düngermineralien + N pro Tonne Kohle:

Calcium: 17 kg CaO

Kalium: 19 kg K2O

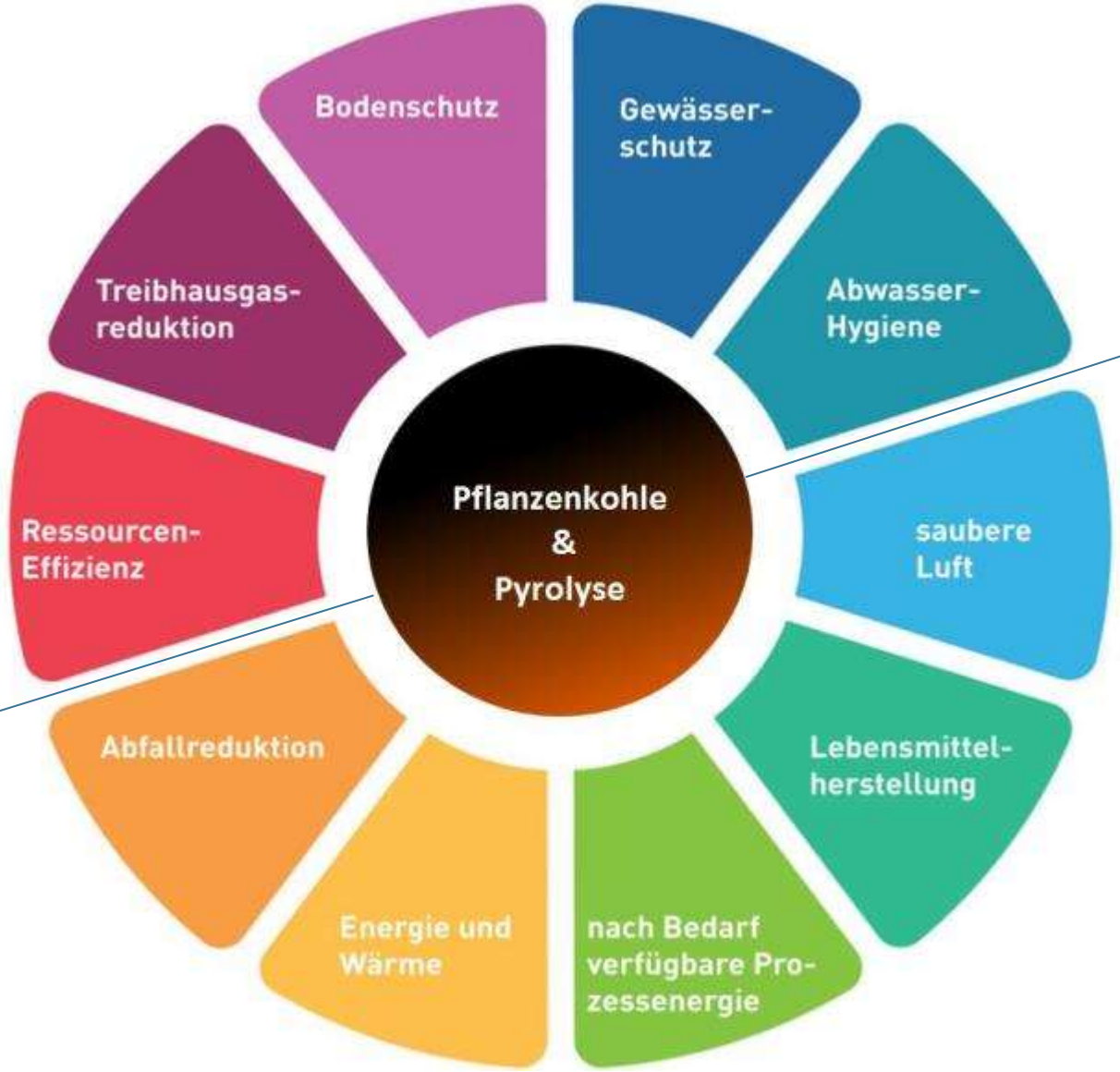
Phosphor: 8 kg P2O5

Stickstoff: 11 kg N

Pflanzenkohle und Pyrolyse sind sehr multidisziplinär

8 von 17 SDG werden tangiert

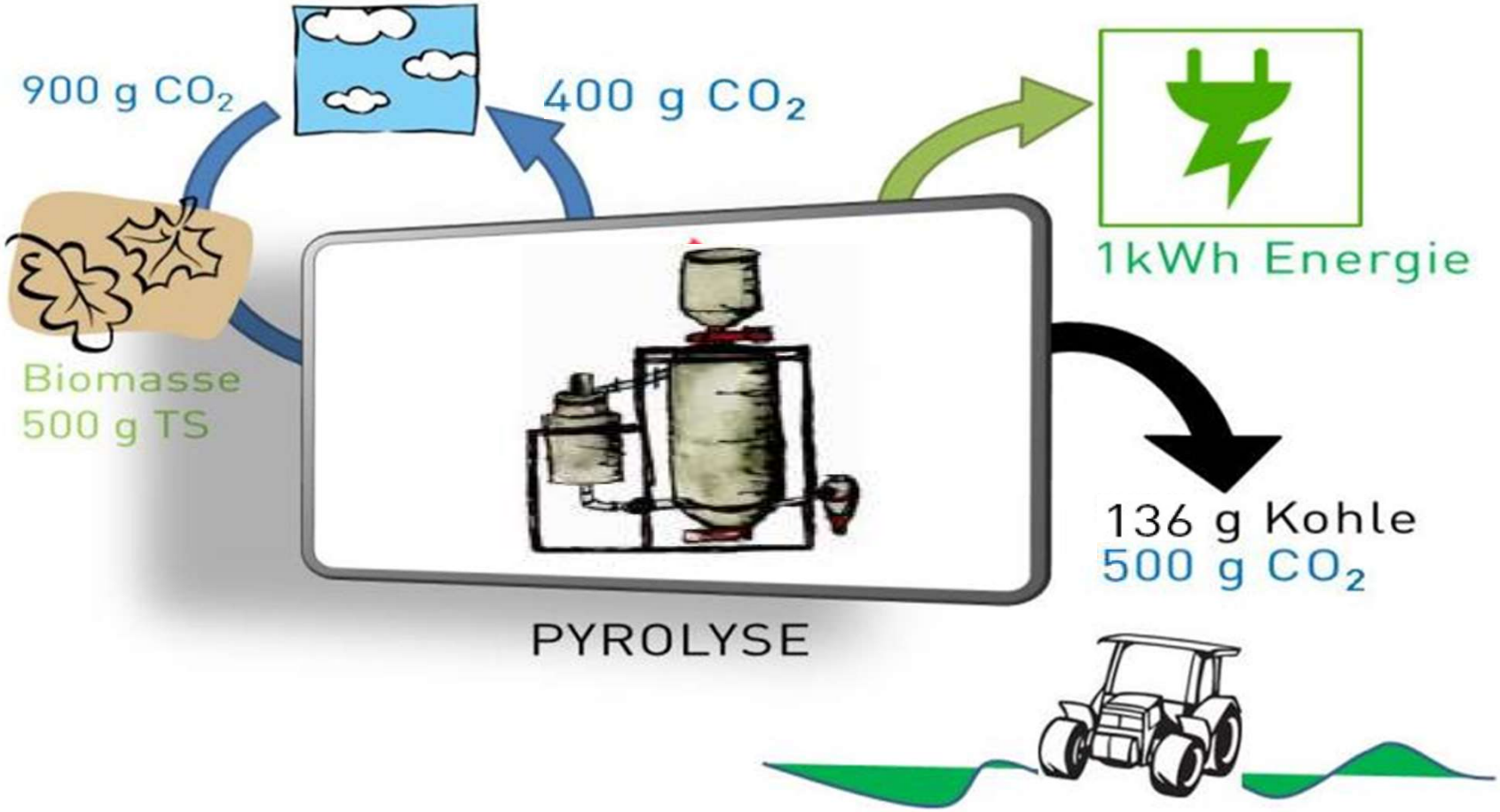
Pflanzenkohle – aber erst das halbe Spiel



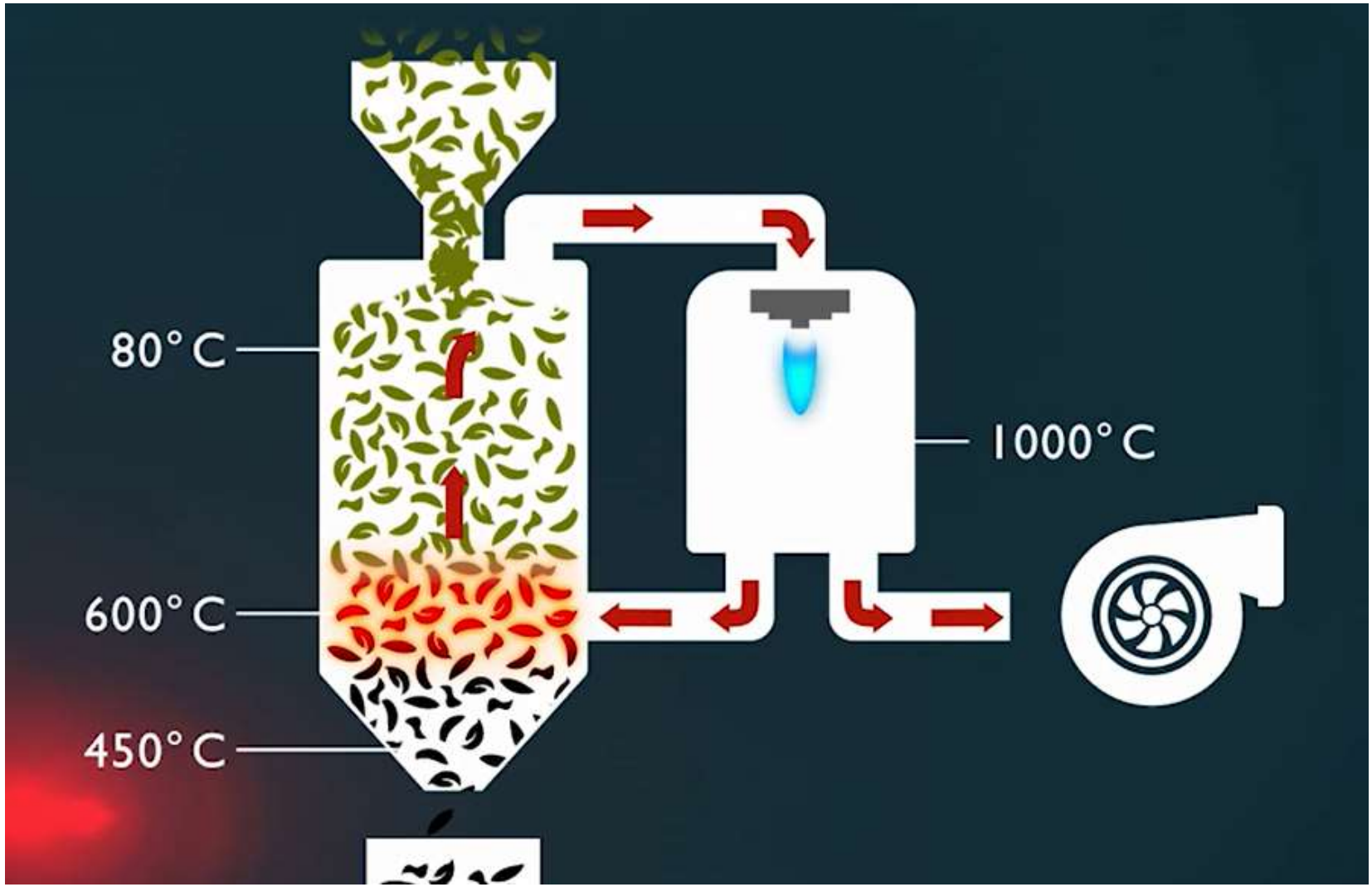
ihre Herstellung heisst Pyrolyse und bringt Energie

Pyrolyseprozess = „Klimapositive Energie“ (-500g CO_2/kWh)

„Energie mit kostenlosem CCS als Zusatznutzen“



Der PPP-Prozess vereinfacht dargestellt



Forschungsanlage am Ökozentrum

Technologie-Roll-Out in Vietnam – es folgen Peru und Brasilien… + in der Schweiz mit Stromerzeugung

Dissemination-Workshop Buon-Ma-Thuot

Algunas impresiones: Taller de difusión

Holzbefeuerte Heissluftturbine EFGT 50 in Freiburg i Brsg

50 kW Strom, 200 kW Wärme, leider noch keine Kohle…

Pilotprojekt

Pyro Power Plant CPP800

mit

unterstützt durch

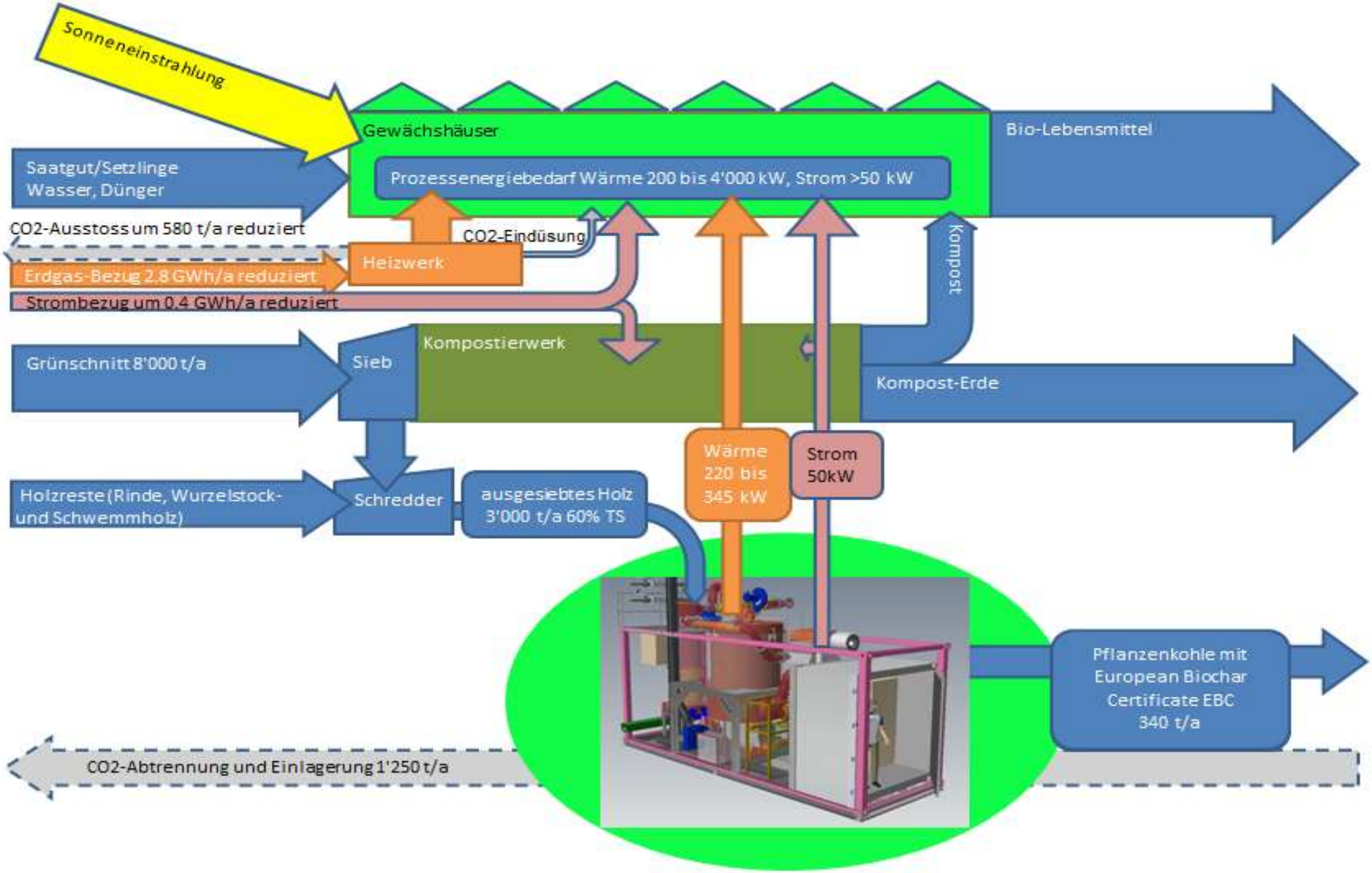
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Federal Office of Energy SFOE

Cleantech

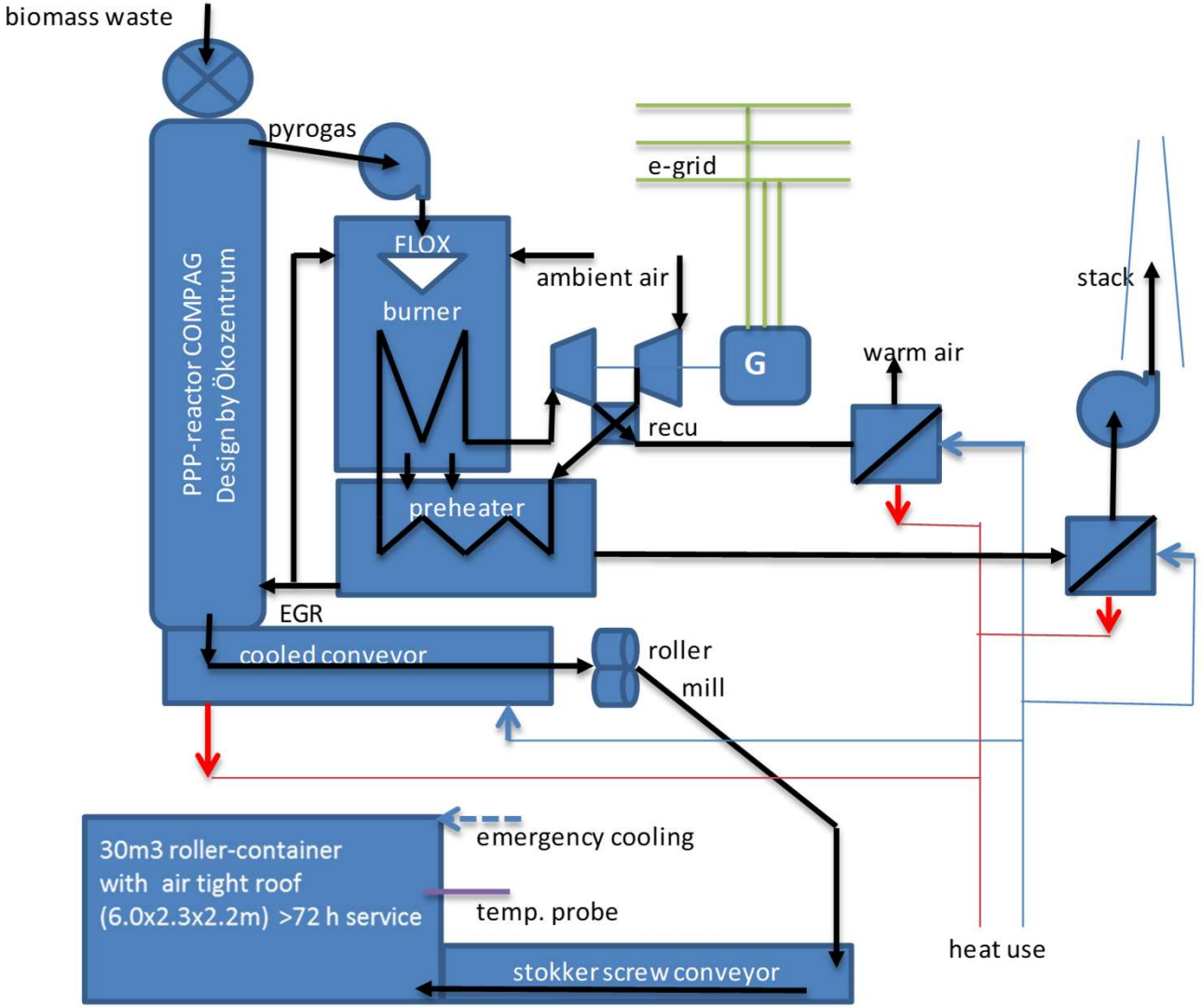
Bio-Gemüseanbau mit 3.2 ha Gewächshäusern + eigenem Kompostierwerk + Grünschnittsammlung von 8 Gemeinden

= ideale Schliessung aller Stoff- und Energieströme

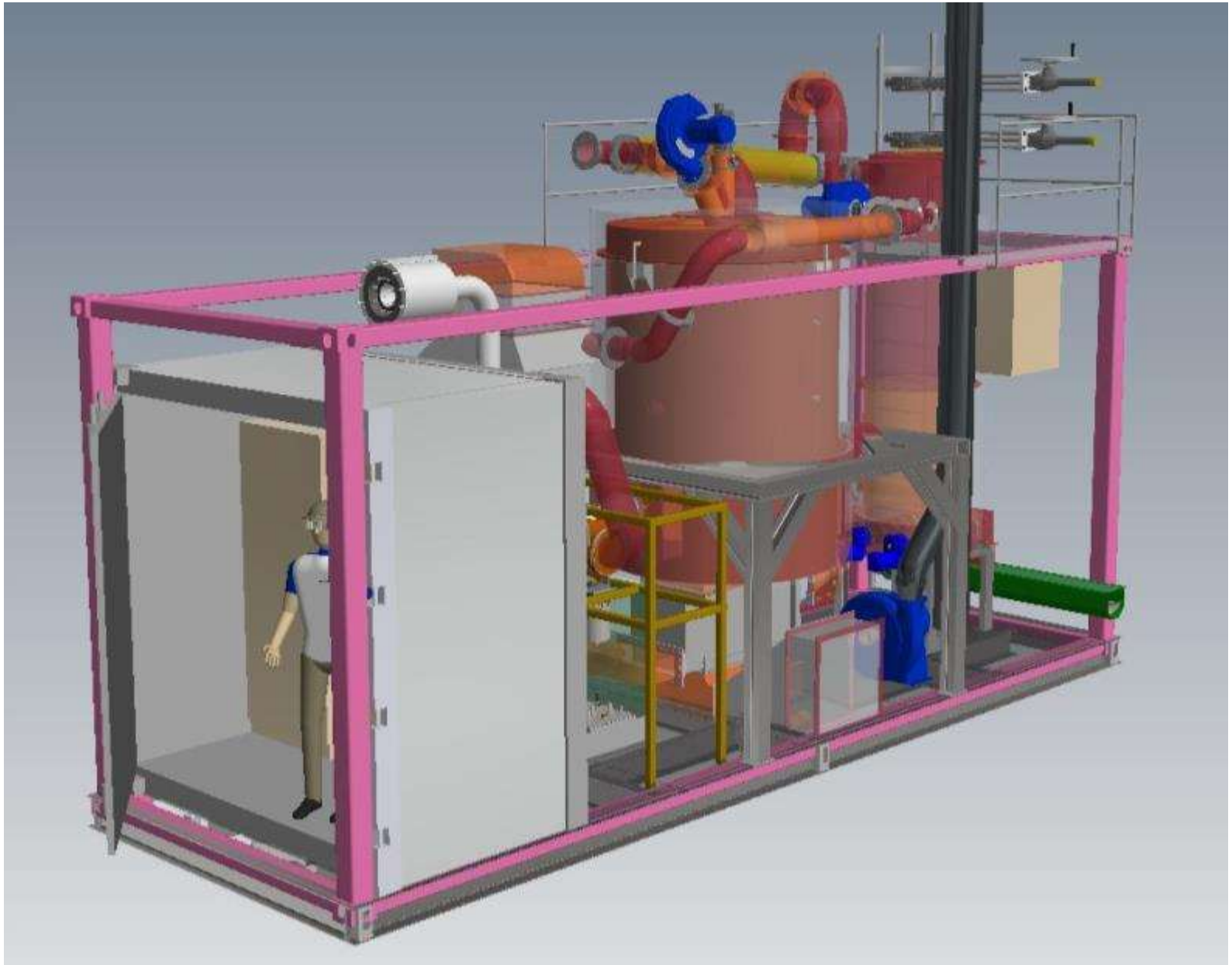


mit der Compag CPP800 mit 50 kWe Heissluftturbine

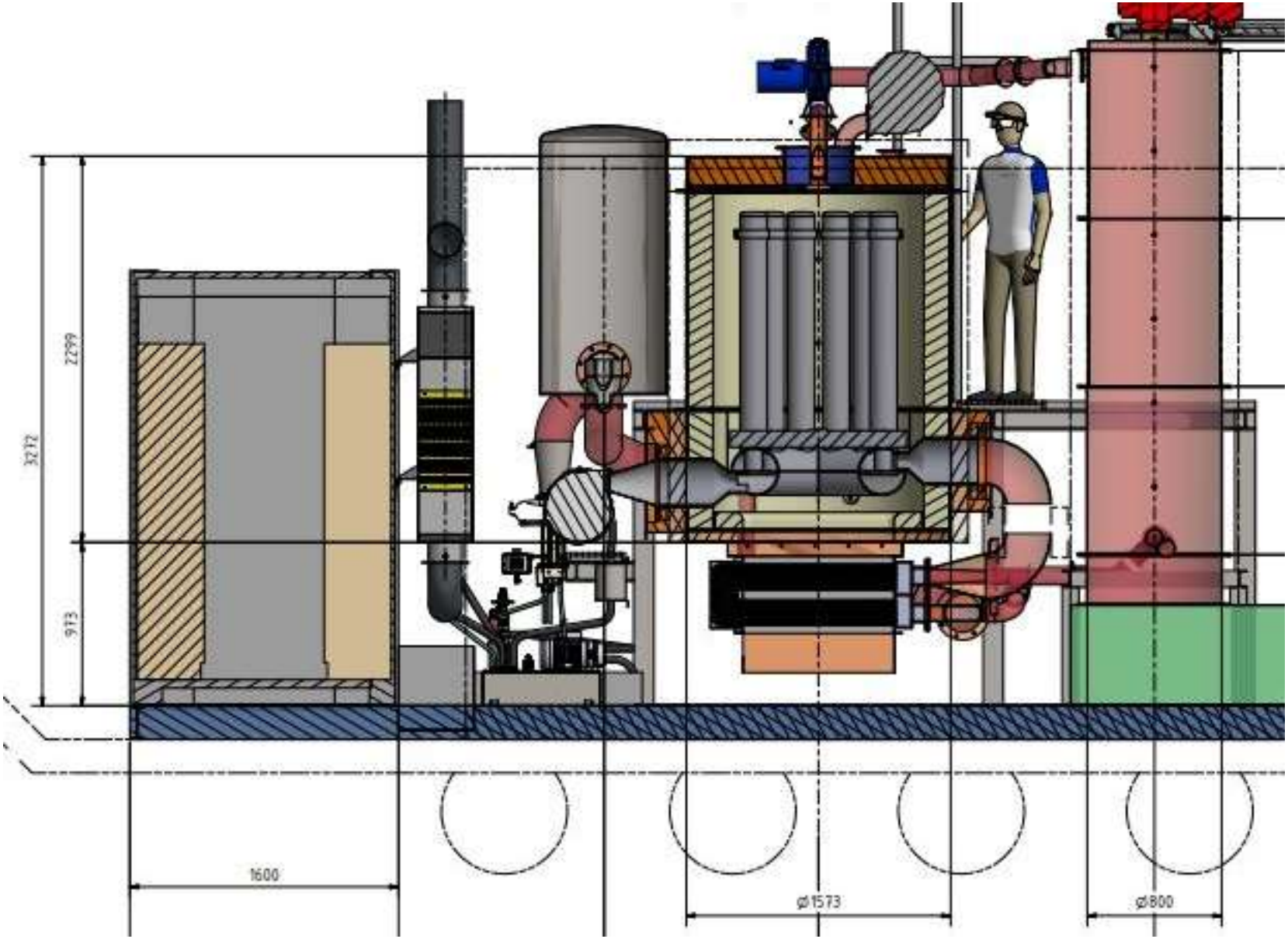
Vereinfachtes Schema



Ansichten aus der Konstruktion



Längsschnitt (nicht aktuelle Version)



Der PPP-Prozess ist sehr sauber – die Abgase…

Topic	*Measured*	*LRV 74 (agri)*	*LRV 71 (waste)*
Particulate matter (pm)	<5mg/m^3_n (13%O_2)	20mg/m^3_n (13% O_2)	10mg/m^3_n (11% O_2)
Carbon monoxide (CO)	<15	500	50
Nitrogen oxides (NOx as NO_2)	2*	250**	80
Combustion power (allowed)	80 kW	(>70 kW)	(>350 kW)

(*) depending on fuel – 2 with propane, not systematically measured with other fuels. The FLOX burner does hardly produce any thermal NOx – the NOx generated are depending on the input material nitrogen content – however nitrogen mostly remains in the biochar with pyrolysis

(**) at a NOx mass flow >2'500 g/h – below no limitation.

… wie auch die Pflanzenkohle

eurofins | Umwelt

Prüfbericht zu Auftrag 11620663

Nr. 1020209003 Seite 3 von 3

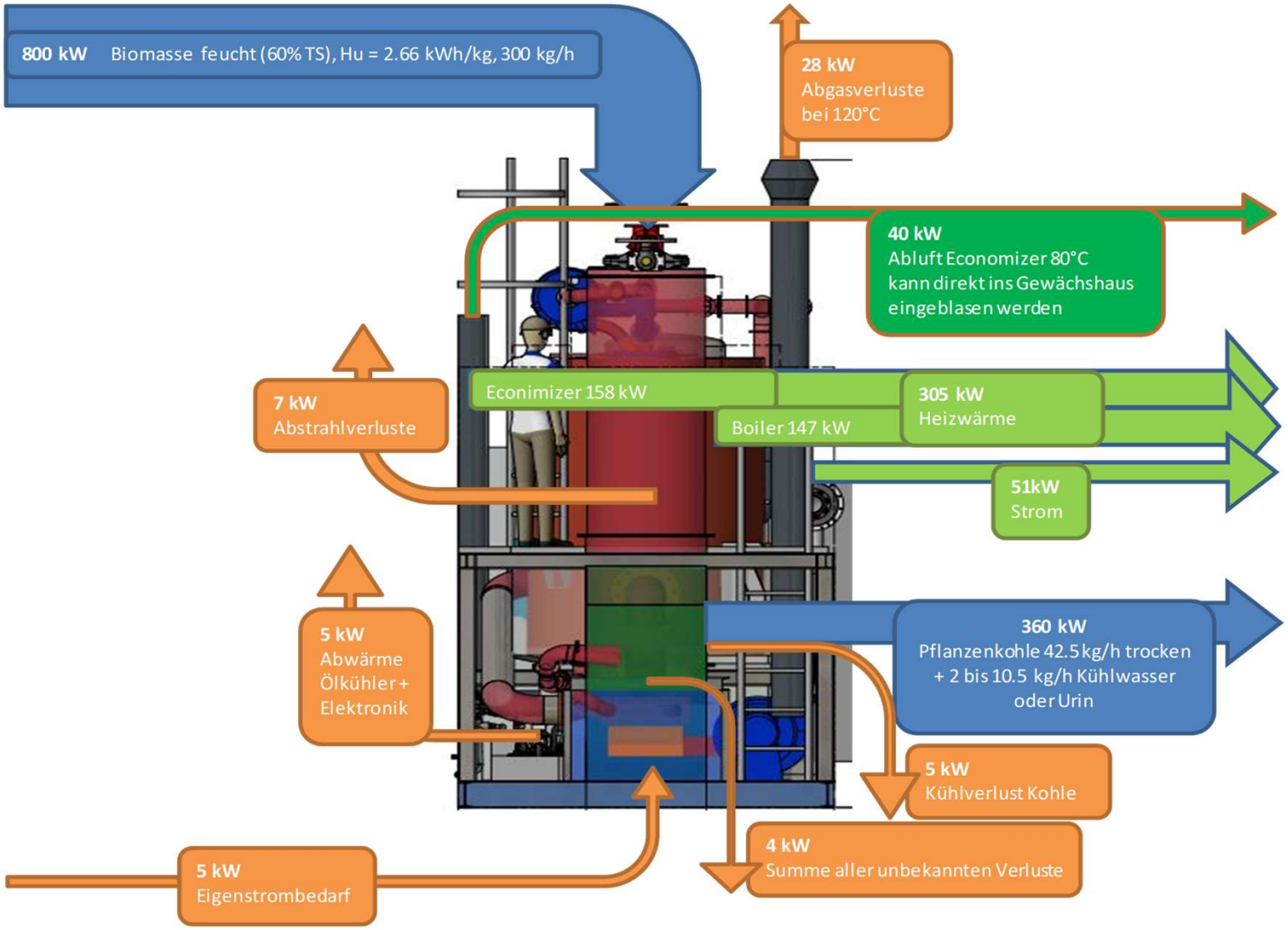
Projekt: Pflanzenkohleanalytik gemäß EBC-Richtlinie

Untersuchung nach Pflanzenkohle gemäß European Biochar Certificate (Auswahl)					Probenbezeichnung	PPPC1 Cashew	
			Grenzwerte		Labornummer	116083045	
Parameter	Einheit	BG	GW 1	GW 2	Methode	anl	wf
Naphthalin (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Acenaphthylen (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Acenaphthen (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Fluoren (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Phenanthren (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Anthracen (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Fluoranthen (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Pyren (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Benz(a)anthracen (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Chrysen (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Benzo(b)fluoranthen (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Benzo(k)fluoranthen (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Benzo(a)pyren (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyren (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Dibenz(a,h)anthracen (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Benzo(g,h,i)perylen (Toluol Extr.)	mg/kg	0,1			analog DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
Summe PAK (EPA) (Toluol Extr.)	mg/kg		< 12	< 4	berechnet (FR-JE02)	-	(n. b.*)

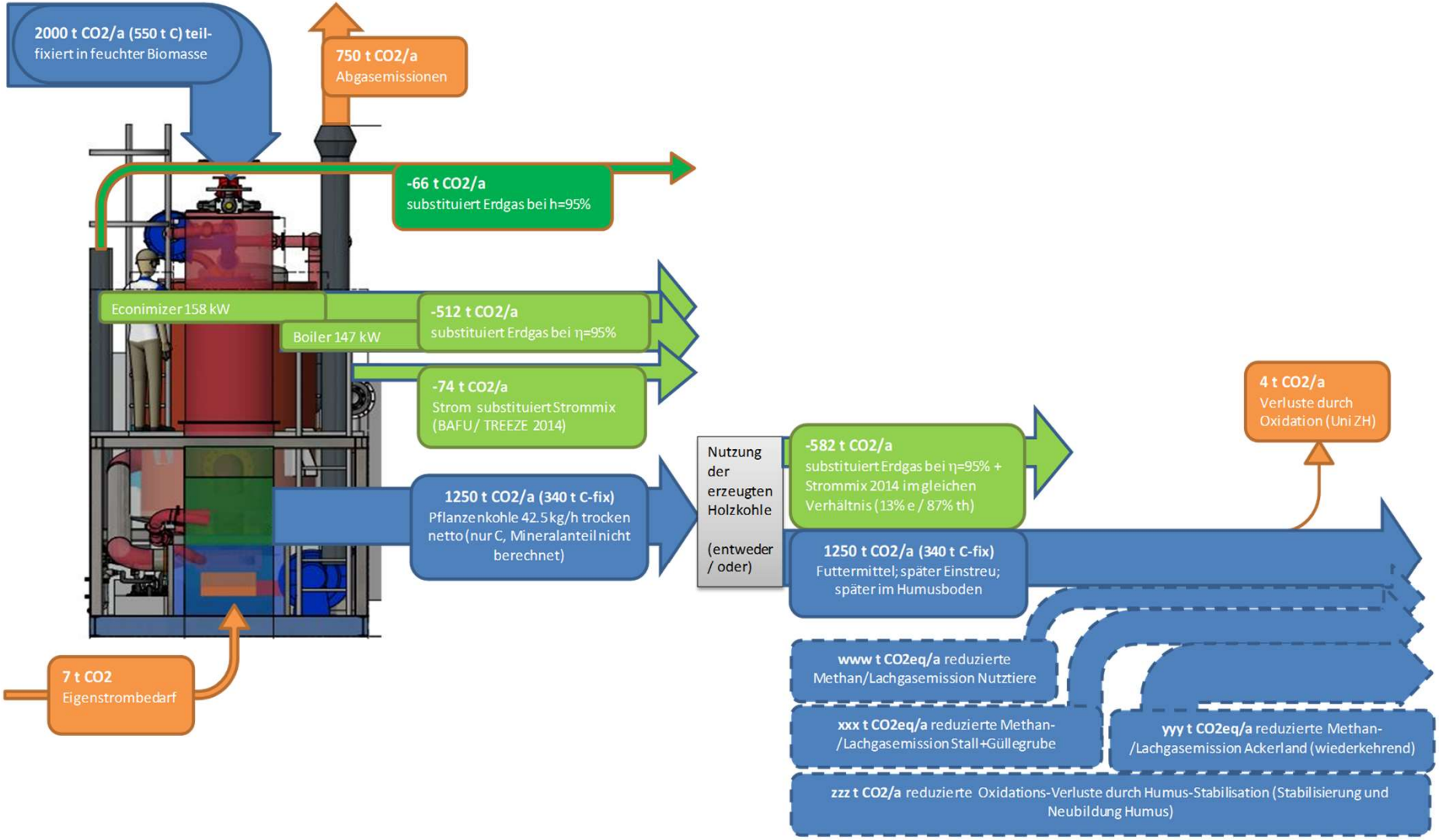
Anmerkung:
(n. b.*): nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden

Komplett inklusive 72h-Bunker bzw –Container für Input und Output

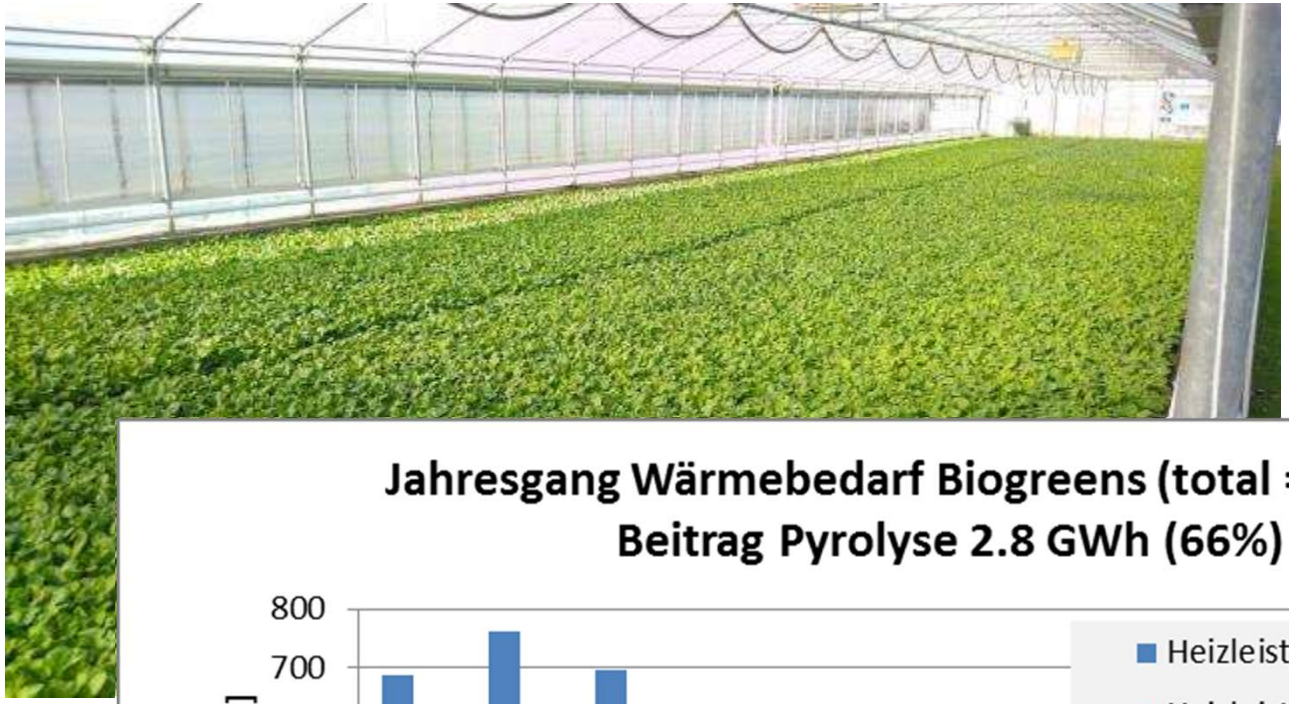
Energieströme konkret:



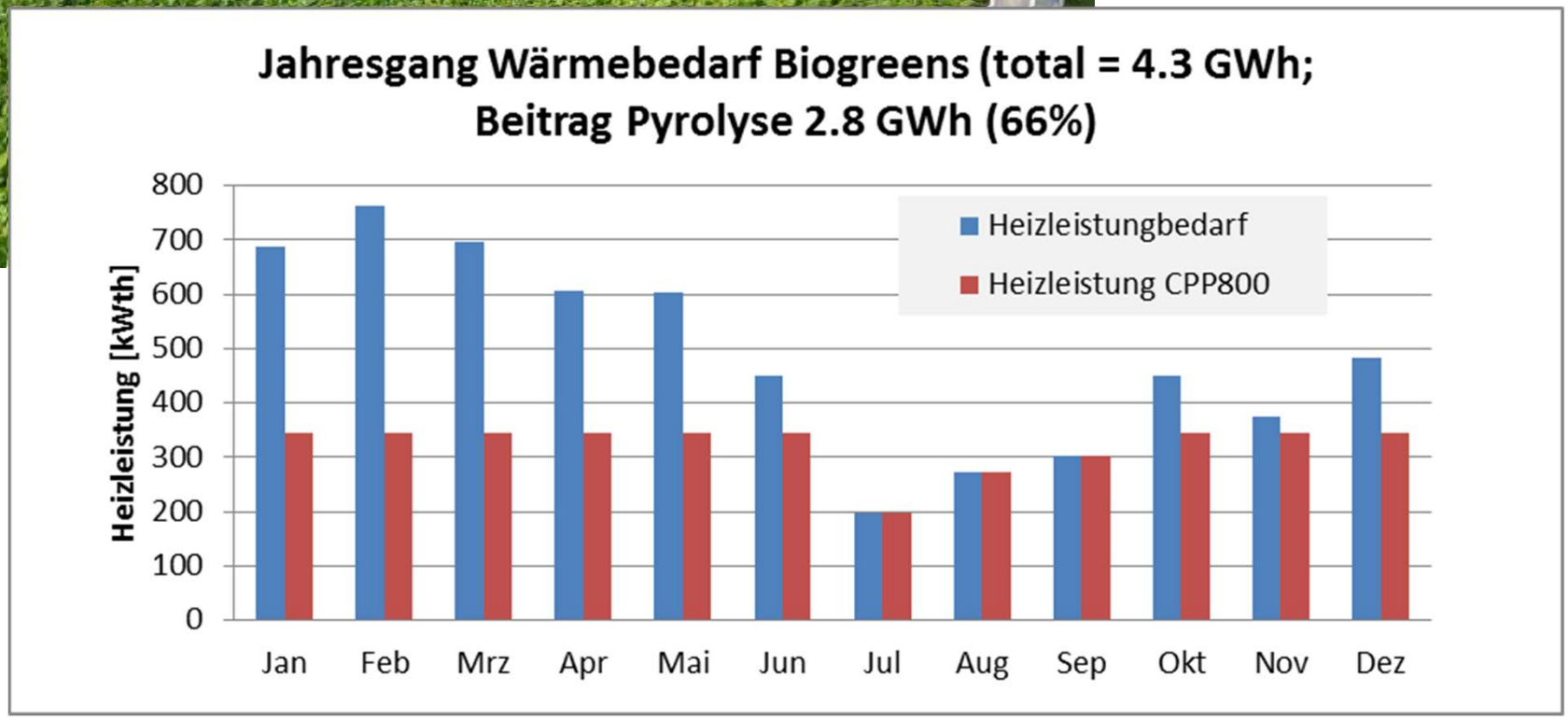
Treibhausgas-Ströme konkret:



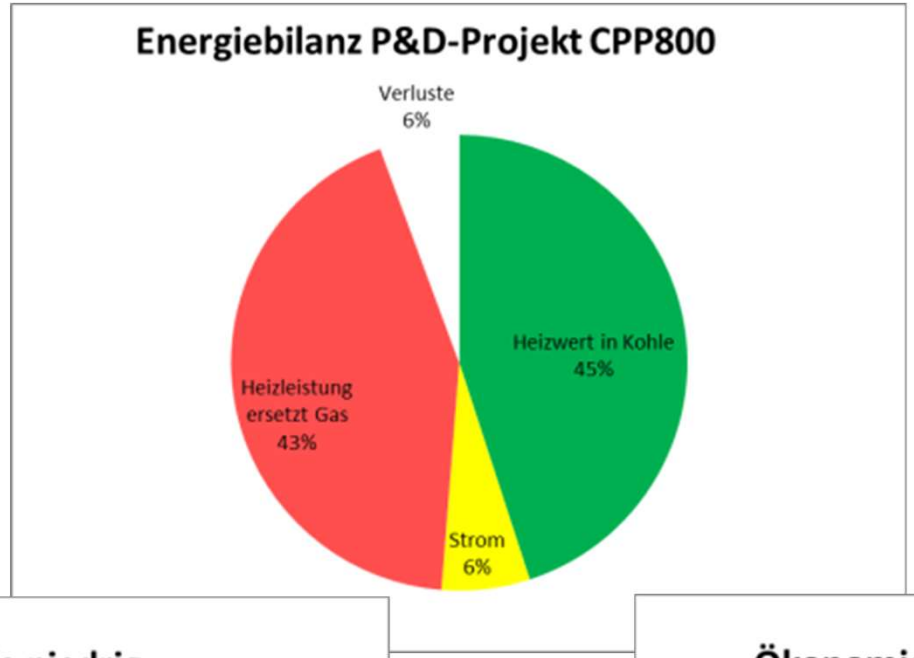
Mit Heisswasserspeicher gut im Jahresgang integrierbar



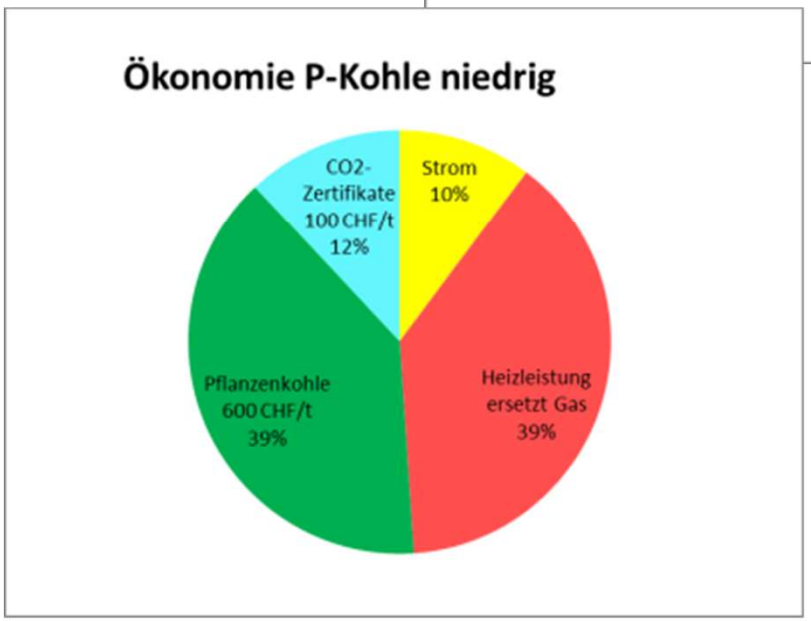
Da die Abgase geruchlos und sauber sind, kann damit auch CO2-Düngung gemacht werden.
Klimapositive - nicht nur CO_2-neutrale.

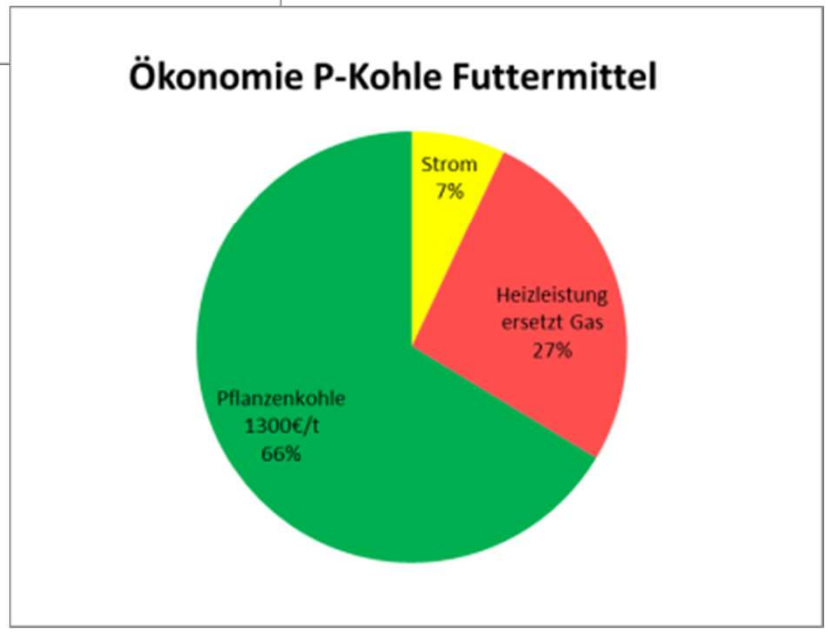


Ökonomische Grössenordnungen – versus Energie



90% der heutigen PK-Produktion in D geht ins Futtermittel zu mindestens 1‘300 €/t = 22ct/kWh investierter Holz-Heizwert





Zusammenfassung

- Biomasse-KWK kann nicht nur klimaneutral, sondern klimapositiv sein. Die für das 1.5-Grad-Ziel (COP21 Paris) notwendigen “Carbon Negative Tracks” werden so möglich

- Durch die Pyrolyse verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Biomasse-WKK durch den
  - zusätzlich erzeugten Wertstoff Pflanzenkohle und den möglichen
  - Einsatz von Restoffen mit niedrigem oder negativem Marktwert

- Die gezeigte Lösung mit PPP-Prozess ist robust, kann Substrate mit 40% Wassergehalt verarbeiten und die Heissluftturbine ist für kleinere Leistungen (<300 kWe) die vermutlich einzige ökonomisch und technisch effiziente Lösung.

- **Die Humusboden- und Kohlenstoffwende schaffen wir!**

- ***Kohlenstoff ist das wichtigste Element des Lebens*** *– wir brauchen es im Essen und im Boden, nicht im Himmel.*

Lasst uns richtig Kohle machen!

Climatetechwiki.org

ökozentrum

forschen | entwickeln | bilden

Herzlichen Dank für Ihr Engagement und Ihre Aufmerksamkeit und

gut Brand!

www.oekozentrum.ch