

PyroFarm

Die klimapositive Pyrolyseheizung



Wärme klimapositiv erzeugen

«PyroFarm» toppt Holzheizung: klimapositiv statt „nur“ CO₂-neutral



Pflanzenkohle als Co-Produkt herstellen

«PyroFarm» verbessert die Bodenfruchtbarkeit nachhaltig



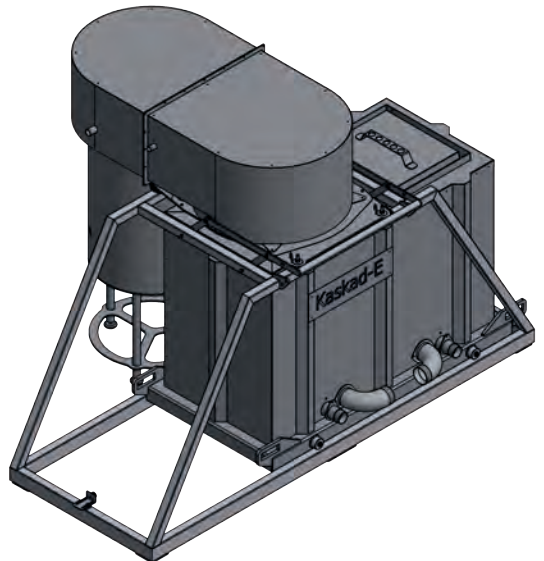
Minderwertige Biomasse verwerten

«PyroFarm» verwertet aschereiche Biomassen emissionsarm



Kaskad-E

Energie- und Stoffströme
nachhaltig nutzen



PYROFARM

Heizwärme erzeugen und gleichzeitig CO₂ speichern – dies ist das Konzept der 50kW-Pyrolyseanlage «PyroFarm». Die mit Unterstützung der Klimastiftung Schweiz durch Kaskad-E neu entwickelte Anlage hat die Pilotphase erfolgreich bestanden und soll nun in eine Vorserie überführt werden. Dazu sucht Kaskad-E eine Partnerfirma, welche bei der Entwicklung von kleinen bis mittleren Biomassekesseln langjährige Erfahrung hat und «PyroFarm» zur Marktreife bringen möchte.

Der Pyrolyseprozess

Pyrolyse ist der Prozess, bei welchem verholzte Biomasse bei 400 bis 650°C in sauerstoffreduzierter Umgebung entgast wird. Das Pyrolysegas wird direkt nach Austritt aus dem Pyrolysereaktor in einem Gasbrenner in Wärme umgewandelt.

Produkt

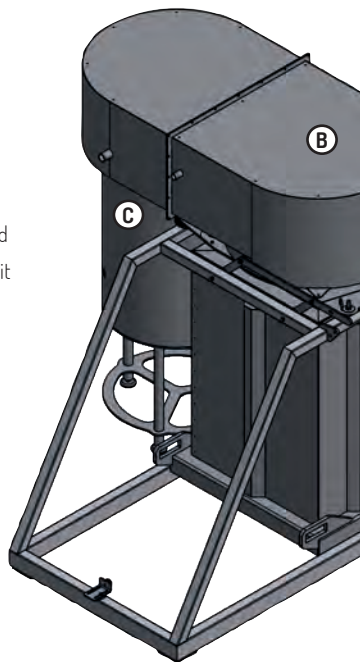
Als Co-Produkt entsteht dabei aus der Biomasse Pflanzenkohle. Diese Kohle wird anschliessend nicht energetisch genutzt, sondern als wirksamer Wasser- und Nährstoffspeicher in landwirtschaftliche Böden eingebracht. Das in der Kohle gespeicherte CO₂ wird dabei für Jahrhunderte der Atmosphäre entzogen.

Einsatzgebiet

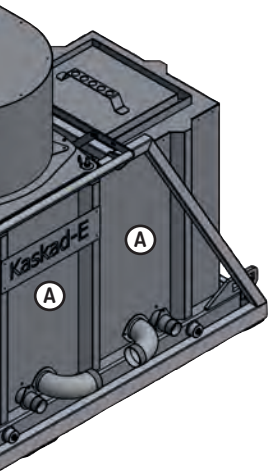
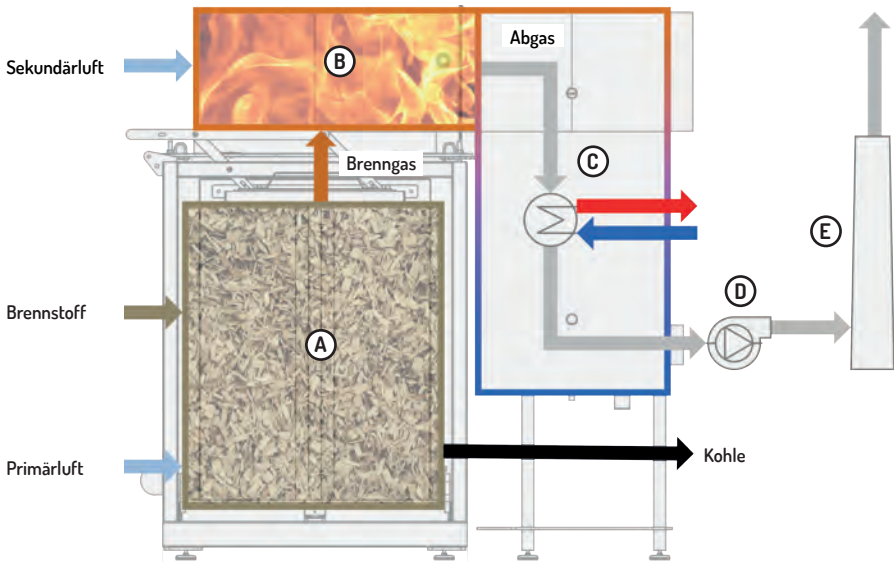
Die Heizanlage «PyroFarm» soll primär auf landwirtschaftlichen Betrieben zum Einsatz kommen. Hier sind die Logistikwege für die Input-Biomasse und die Kohlenutzung kurz und günstig. Die Landwirte können mit «PyroFarm» mit eigenen Mitteln erneuerbare Heizwärme erzeugen und gleichzeitig ihre Böden und das Klima positiv beeinflussen.

Funktionsprinzip

Die Pyrolyseanlage PyroFarm macht sich die Top-Lit-Up-Draft-Pyrolyse im Batch-Betrieb zunutze (TLUD-Prinzip). Dabei wird der Brennstoff einmalig beladen und von oben angezündet (Top Lit). Die Primärluft wird von unten durch den Brennstoff nach oben (Up-Draft) in die Pyrolysezone geleitet. Die Sekundärluft für den vollständigen Ausbrand der Pyrolysegas wird im Brenner zugeführt.



ANLAGE UND FUNKTION



- (A) Biomassebehälter** Enthält die gesamte Biomasse eines Batch. Der Behälter ist gleichzeitig auch Pyrolysereaktor, in welchem der Pyrolyseprozess während eines Batch von oben nach unten erfolgt.
- (B) Brennkammer** Darin findet die Verbrennung der Pyrolysegease bei rund 800°C statt. Der überwiegende Teil der Wärme entsteht hier. Eine Lambdasonde regelt die Sekundärluftzufuhr.
- (C) Wärmetauscher** Darin wird die Wärmeenergie der Abgase im Gegenstrom auf das Heizungswasser übertragen. Er verfügt über alle nötigen Sicherheitseinrichtungen (Überdruckventil, thermische Ablaufsicherung).
- (D) Abgasgebläse** Wird durch die Lambdasonde angesteuert und regelt die Primär- und Sekundärluftzufuhr.
- (E) Kamin** Führt die abgekühlten Abgase gemäss Brandschutzvorgaben sicher über Dach fort.

TECHNISCHE DATEN

Kennzahlen Anlage

Heizleistung		50 kW
Brennstoffleistung		bis 125 kW
Pyrolysegasleistung	50% der Brennstoffleistung:	62 kW
	davon 80% als Nutzwärme ins Warmwasser:	50 kW
Verkohlungsgrad und CO ₂ -Sequestrierung*		ca. 25%
Regelung	durch Primär- und Sekundärluftzufuhr	
Dimension	L = 3'180 B = 2'257 H = 2'162	
Gewicht	1'213 kg	
Fassungsvermögen Brennstoff	2 x 375 Liter = 750 Liter**	

Substrat	Pellets	Holzschnitzel
Brenndauer pro Behälter	8,5 h	2,8 h
Brennstoffdurchsatz	245 kg/Batch	95 kg/Batch
Kohleproduktion	50 kg/Batch	19 kg/Batch

Für die Technischen Daten werden folgende Werte zugrunde gelegt:

Holzpellets: Schüttdichte: 650 kg/m³, Aschegehalt: 0,5 %, Feuchtegehalt: 10 %, Heizwert Hu: 4,3 kWh/kg

Holzschnitzel: Schüttdichte: 250 kg/m³, Aschegehalt: 2,0 %, Feuchtegehalt: 20 %, Heizwert Hu: 3,7 kWh/kg

* bezogen auf das Trockengewicht des Brennstoffes; z.B. 30kg Holz mit relativer Feuchte von 20% ergeben 6 kg Pflanzenkohle = 18 kg CO₂-Äquivalent (C-Sequestrierung)

** entspricht Total 490kg Pellets / 190kg Hackschnitzel

Derzeit ist eine Anlage mit einer Heizleistung von 50 kW in Entwicklung. In Zukunft sind auch weitere Leistungsgrößen im Bereich von 25-100 kW denkbar. Aufgrund des halbautomatischen Batchbetriebes ist der Betrieb von noch grösseren Anlagen meist nicht wirtschaftlich und nicht zu empfehlen.

Brennstoffanforderungen

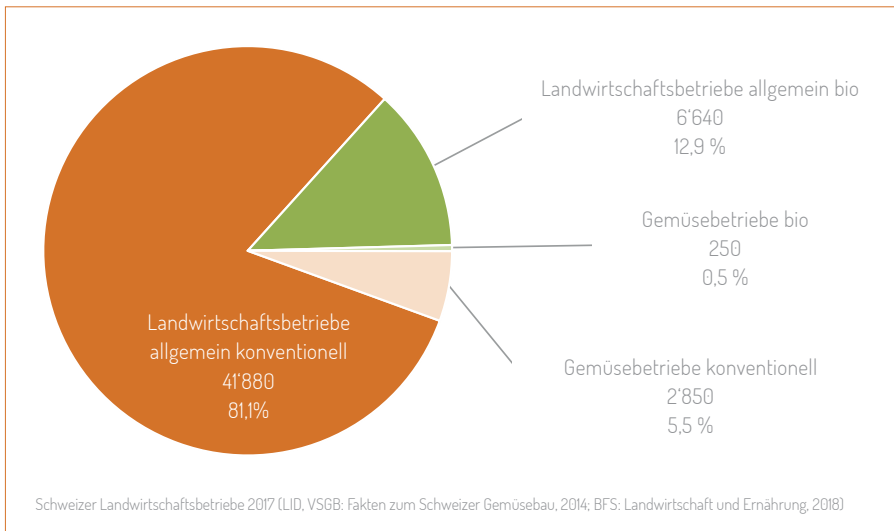
Heizwert	> 12 MJ / kg
Stückigkeit	5-80 mm
Feuchtegehalt	< 35 Gew. %
Schüttdichte	> 250 g / Liter
Porenvolumen der Schüttung	> 25 %

MARKT UND ABSATZPOTENZIAL

Aschereiche Biomasse (Wurzeln, Rinde, Äste, Laub), welche bisher entweder in Holzfeuerungen bei erhöhten Emissionen und Wirkungsgradverlusten nur energetisch oder via Kompostierung nur stofflich genutzt wurde, kann neu mittels Pyrolyse energetisch sehr sauber verwertet werden. Voraussetzung für die Nutzung in «PyroFarm» ist eine Aufarbeitung der Biomasse als Häckselgut oder Pellet.

«PyroFarm» ist für den Einsatz auf Landwirtschaftsbetrieben mit Zugang zu günstiger Biomasse bei gleichzeitig hohem Heiz- oder Prozesswärmebedarf vorgesehen. Die produzierte Wärme kann auch über ein kleines Nahwärmenetz an nahegelegene Mehrfamilienhäuser abgesetzt werden.

Auf den 3'100 Gemüsebetrieben (davon 250 Biobetriebe) mit insgesamt 423 Hektar Gewächshausfläche kann mit «PyroFarm» der grösste ökonomische und ökologische Mehrwert erzielt werden. Das langfristige Marktpotenzial von «PyroFarm» in der Schweiz bilden alle 51'620 Landwirtschaftsbetriebe (gesamte Fläche im Kuchendiagramm unten). Davon können die 6'640 Biobetriebe als mittelfristigen Markt angesehen werden.



Beispiel Absatzpotenzial

250 Bio-Gemüsebetriebe: Je zwei 50kW-«PyroFarm»-Anlagen zur Gewächshaus-Beheizung = 500 Anlagen à 15 Tonnen Pflanzenkohleproduktion (PK) pro Jahr = 7'500 Tonnen PK pro Jahr
→ 13'500 Tonnen CO₂-Einsparung pro Jahr durch Kohle-Sequestrierung

WIRTSCHAFTLICHKEIT

Landwirtschaftsbetriebe mit Zugang zu günstiger Biomasse bei gleichzeitig hohem Heiz- oder Prozesswärmebedarf eignen sich besonders gut für den Einsatz von «PyroFarm». Günstige Biomasse bedeutet dabei Biomasse, die

- in herkömmlichen Holzheizungen wegen zu hohem Aschegehalt nicht oder nur im co-Firing genutzt werden kann;
- auf dem eigenen Betrieb zu Aufarbeitungskosten von maximal 50 CHF pro Tonne vorhanden ist;
- oder aufgearbeitet in Häcksel- oder Pelletsform zu maximal 100 CHF pro Tonne zugekauft werden kann.

Wird zudem mit der produzierten Pflanzkohle eine gute Wertschöpfung erreicht (600-800 CHF pro Tonne), resultieren beim «PyroFarm»

Wärmegestehungskosten unter 10 Rp/kWh.

Mögliche Brennstoffe

naturblassen, in Häcksel- oder Pelletsform

zugelassen:

- ✓ Stammholz
- ✓ Rinden
- ✓ Feinäste, Blätter
- ✓ Tannennadeln
- ✓ Schwemmholz

noch nicht zugelassen:

- ✓ Nussschalen
- ✓ Stroh
- ✓ Heu
- ✓ Spelzen

Betriebsbeispiel

Bei einer geplanten Substitution von 10'000 Liter Heizöl-Verbrauch (100 MWh Heizwärme) pro Jahr ergibt sich für den 50kW-«PyroFarm» bei Nutzung von Pellets oder Hackschnitzeln folgende Betriebskennwerte:

	Einheit	Holzpellets	Hackschnitzel
Betriebsstunden	h/a	2'000	2'000
Anzahl Doppel-Batches jährlich		118	364
Brennstoffbedarf (Trockengewicht)	kg/a	56'800	67'600
Brennstoffbedarf (Volumen)	m ³ /a	87,5	272,5
Heizwärmeproduktion	kWh/a	100'000	100'000
Kohleproduktion	t/a	14,7	16,9
Erlös aus Verkauf als Bodenkohle (800 CHF/t)	CHF	11'750	13'500
Erlös aus Verkauf als Futterkohle (1'300 CHF/t)	CHF	19'100	22'000

ANWENDUNGSBEISPIELE KOHLE



Kohle zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit

- ✓ Wasserspeicher in landwirtschaftlichen Böden
- ✓ Nährstoffpuffer in Spezialerde (z.B. Torfersatz)
- ✓ Zuschlagsstoff für Kompost und Gülle (höhere Nährstoffeffizienz)
- ✓ Nährstoffspeicher für mineralische Dünger

Kohle zur Desinfektion und Hygienisierung

- ✓ Stall-Einstreu (Reduktion Entzündungskeime)
- ✓ Filtermittel für Abwasserreinigung, Boden- und Seewassersanierung
- ✓ Wasserzusatz für Fischzuchten und Aquarien

Kohle in Baumaterialien

- ✓ Verputzzusatz
- ✓ Isolationsmaterial

Kohle als Futter- und Nahrungsergänzung

- ✓ Viehfutter-Zusatz (Methan- und Zellzahlreduktion)
- ✓ Zusatzstoff für die Futtermittelsilage (Qualitätsverbesserung)
- ✓ Nahrungsergänzung bei Mensch und Tier
- ✓ Farbstoff E153

Kohle zur Geruchsverminderung

- ✓ Filterstoff bei Biogasanlagen
- ✓ Einstreu (Vieh, Schweine, Geflügel)
- ✓ Güllezusatz

Weiteres

- ✓ Saattgutpellets (Nährstoffdepot)
- ✓ Pellets für Metallurgie (Substitution Holzkohle)

Zu Kaskad-E

Kaskad-E GmbH setzt sich für eine stufengerechte und nachhaltige Nutzung von Energie- und Stoffströmen ein. Dabei werden lokale Verwertungsketten bevorzugt und auf ortsnahe geschlossene Kreisläufe grossen Wert gelegt. Kaskad-E bietet hierzu Planungs- und Beratungsdienstleistungen im Bereich Energiesysteme, Grüngutmanagement und Pyrolysetechnik zur Pflanzenkohleherstellung an. Daneben betreibt Kaskad-E eine eigene Entwicklungswerkstatt für kleine und mittlere Pyrolysegeräte. Zur Umsetzung grosser und komplexer Projekte arbeitet die junge Firma jeweils eng mit verschiedenen Firmen und Instituten zusammen, welche sich den Grundsätzen von Kaskad-E verpflichtet fühlen. So wurden beispielsweise Projekte mit Eicher+Pauli AG (Fernwärme-webGIS Schweiz, fw.mapserver.ch), Ithaka-Institut (Pyrolyseanlage Lausanne, www.swiss-biochar.com), Dekozentrum Langenbruck & Pyreg GmbH (www.climacarbo.com) und Biocon GmbH (Pyrolyseanlagen zur Kohle- und Fernwärmeproduktion, www.biocon.com) realisiert.

Kaskad-E

Energie- und Stoffströme
nachhaltig nutzen

Kaskad-E GmbH
Dornacherstrasse 192
CH-4053 Basel
www.kaskad-e.ch

Stephan Gutzwiller

Dipl. Natw. ETH, Energie-Ing. FH
Geschäftsleiter

t +41 61 534 68 86
m +41 79 502 16 31
s.gutzwiller@kaskad-e.ch
skype: stephangutzwiller