



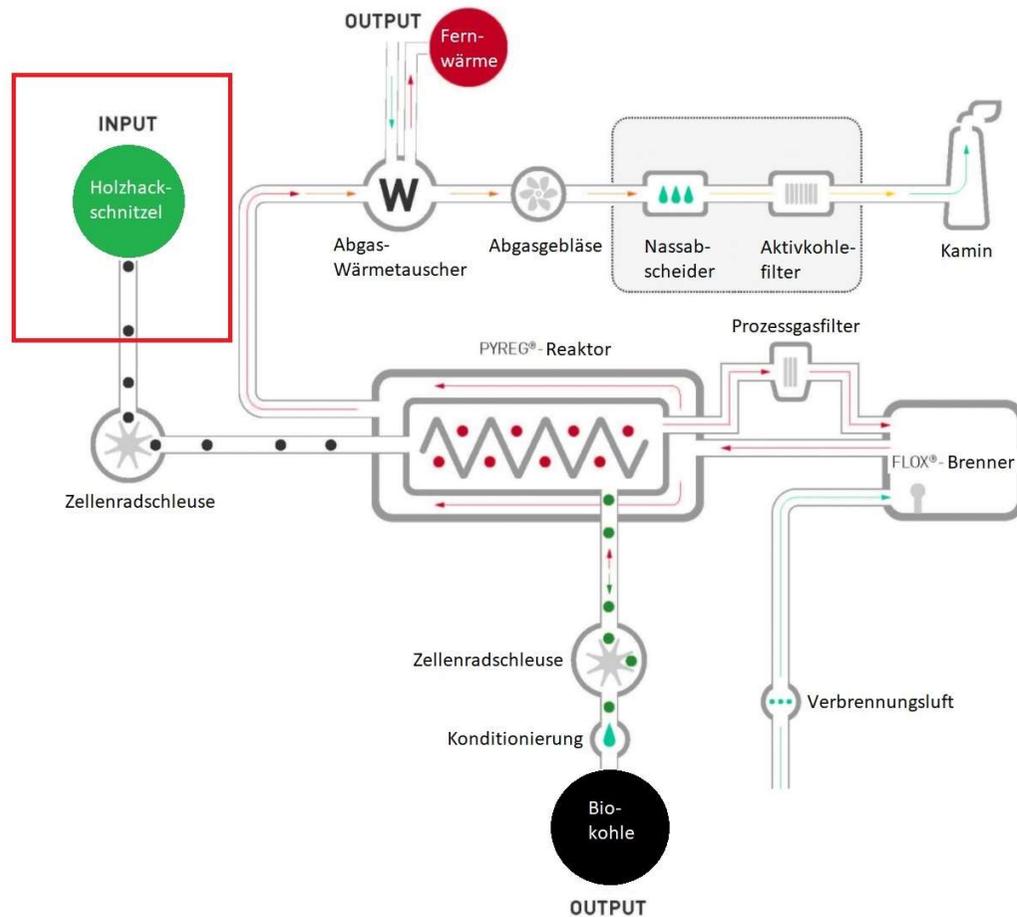
green innovations

**Fernwärme
ohne CO₂-Emissionen**

Pyrolyse statt Verbrennung (Oxidation)

- Pyrolyse ist ein thermochemischer Umwandlungsprozess, bei dem organische Verbindungen unter Ausschluss von Sauerstoff bei hohen Temperaturen gespalten werden.
- Ausgangsstoff ist Biomasse mit den folgenden Eigenschaften
 - Wassergehalt < 20%
 - Partikelgröße < 30mm
 - Brennwert > 10MJ/kg
- Endprodukte sind Kohle und Wärme.

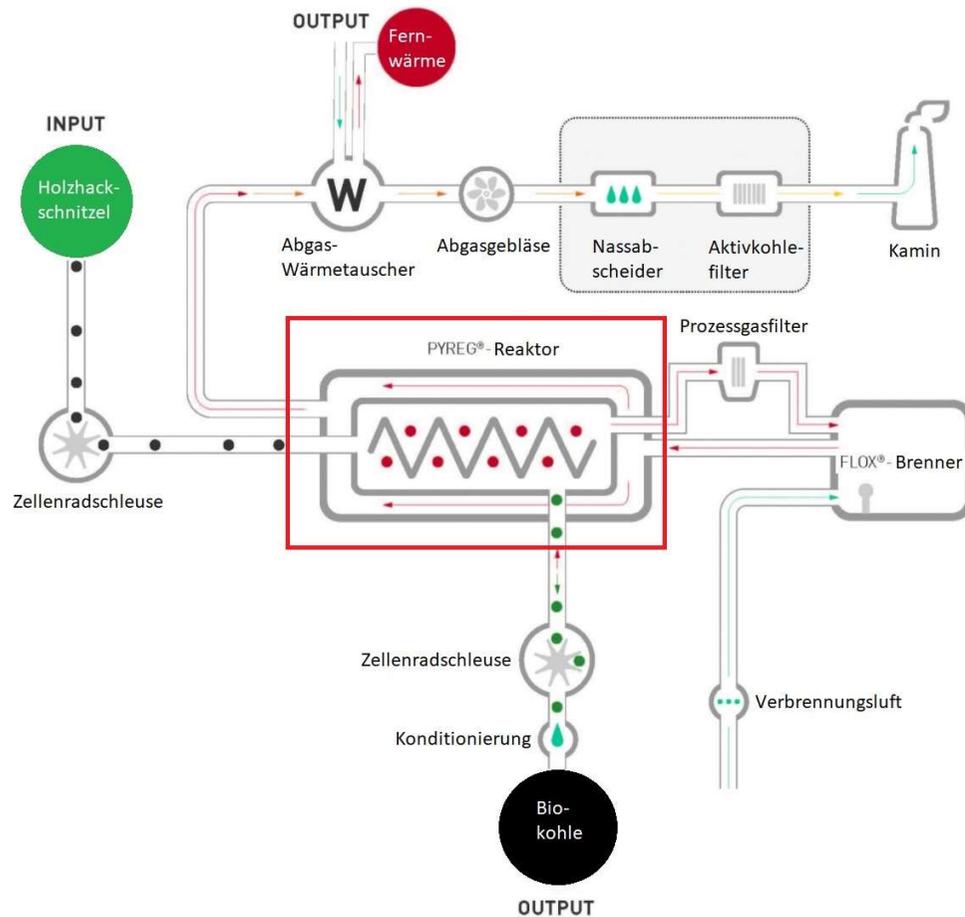
Das Pyrolyseverfahren



Als Biomasse werden z.B. Holzhack-schnitzel mit einer Restfeuchte von ca. 15% eingesetzt.

Die Trocknung der Holzackschnitzel erfolgt durch Abwärme aus der Biogas-anlagen oder Solartrocknungsanlagen.

Das Pyrolyseverfahren

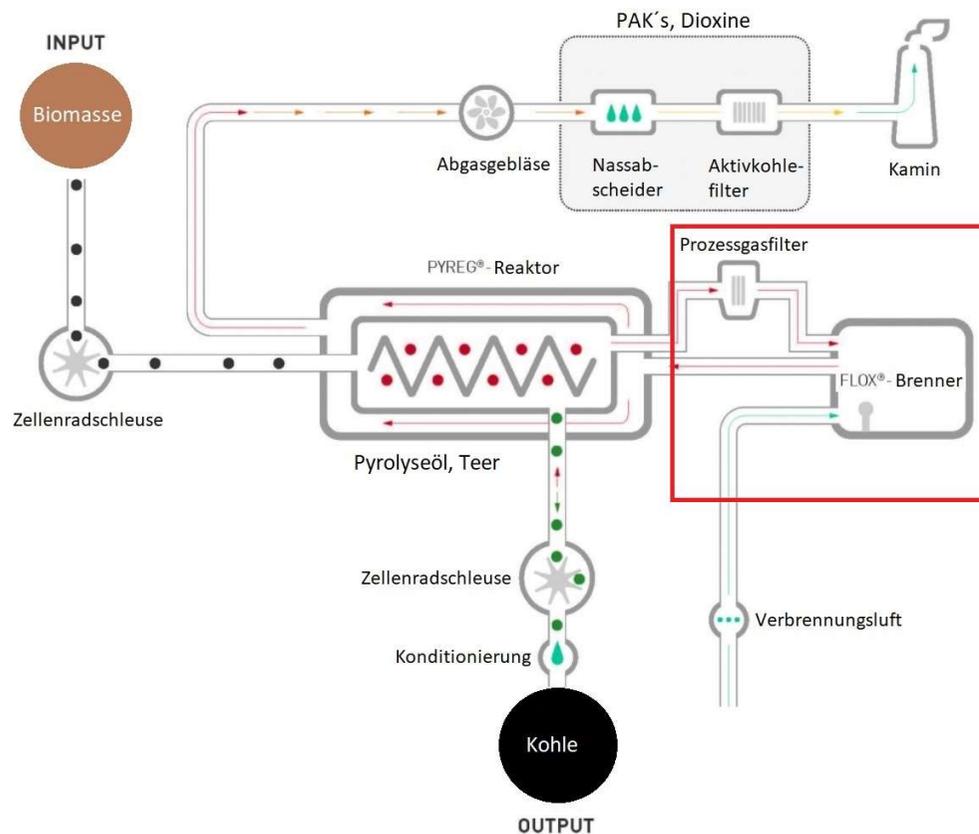


Die Biomasse wird im Reaktor unter Sauerstoffabschluss auf ca. 750 °C erhitzt.

Dadurch werden die organischen Verbindungen im Ausgangstoff aufgebrochen.

Es entsteht Kohle als Feststoff und Pyrolysegas.

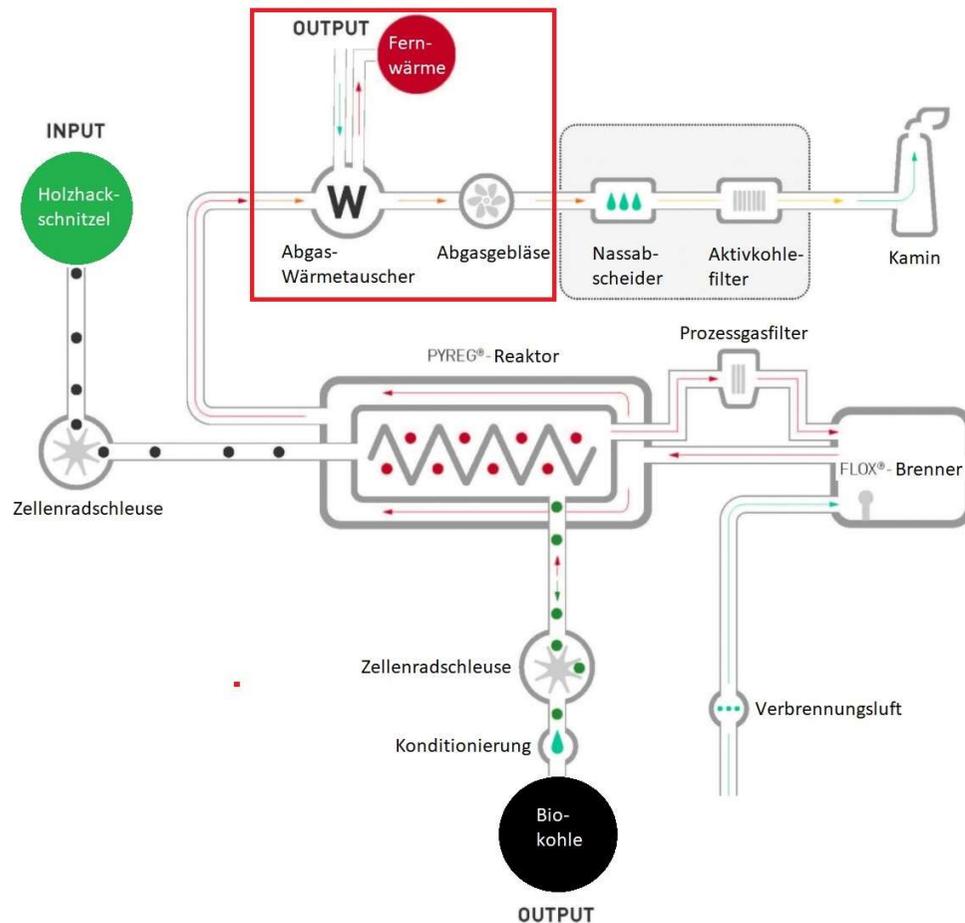
Das Pyrolyseverfahren



Das Pyrolysegas wird aus der Brennkammer entzogen und anschließend in einer zweiten Brennkammer (FLOX-Brenner) verbrannt.

Die Wärme aus dieser Verbrennung wird genutzt um das nachfolgende Ausgangsmaterial aus Prozesstemperatur zu erhitzen.

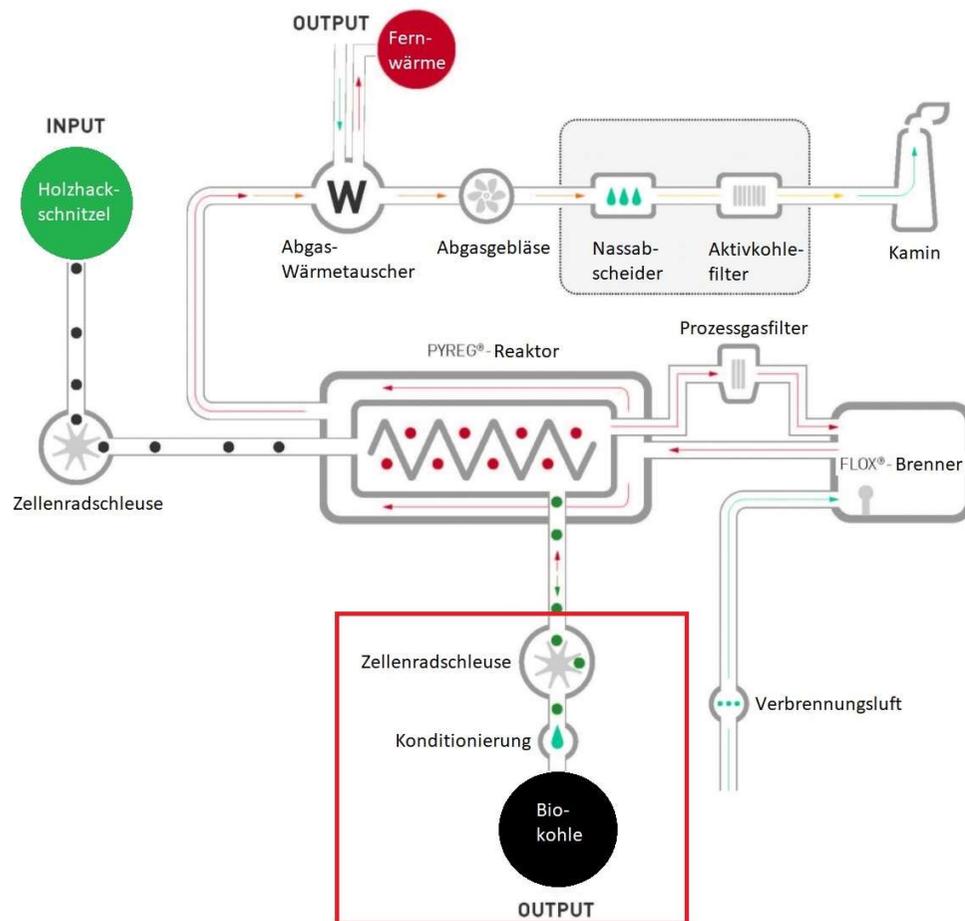
Energetische Optimierung der Pyrolyse



Über einen Wärmetauscher wird die Abwärme des Prozesses an ein Fernwärmenetz übergeben.

Übergabetemperatur: 90 - 105°C
Wärmeleistung: ca. 500kW
Wärmemenge: 4,0 GWh / Jahr

Das Pyrolyseverfahren



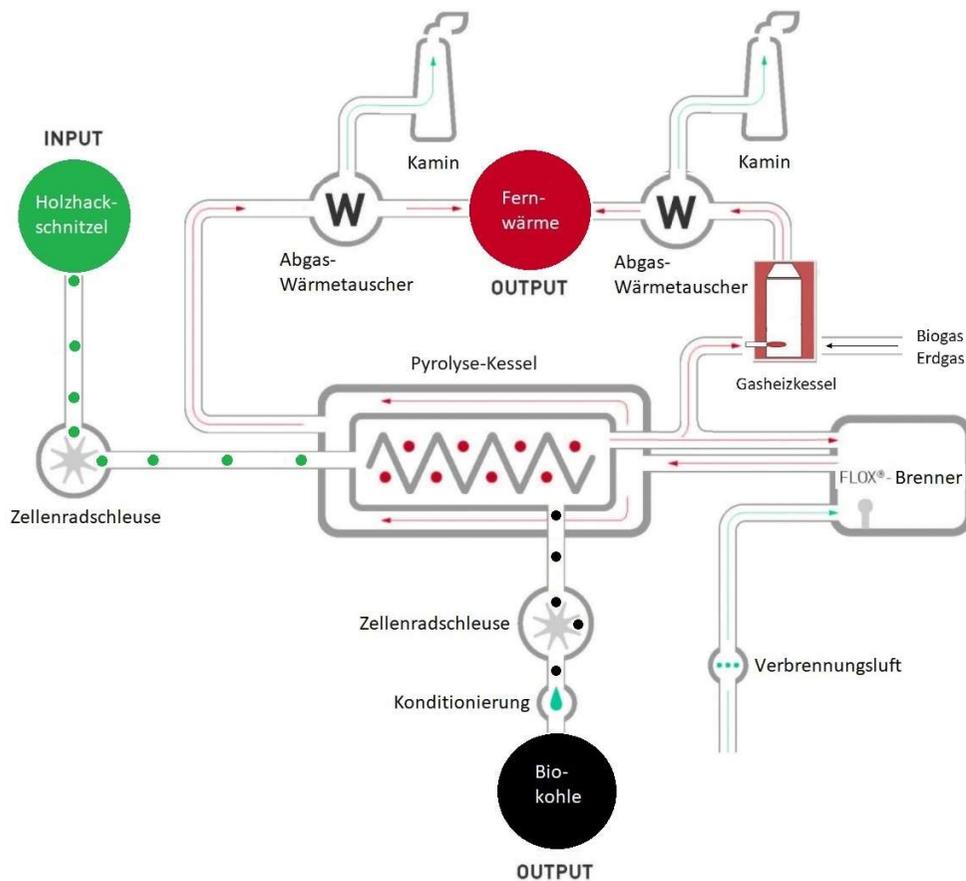
Durch die Pyrolyse von reinen Hackschnitzeln entsteht Pflanzenkohle in Agrar- und Futterqualität als zusätzliches Endprodukt.

Der Kohlenstoff wird nicht an die Atmosphäre abgegeben, sondern verbleibt in der Pflanzenkohle.

Die Pflanzenkohle wird in der Landwirtschaft eingesetzt und dadurch bleibt der darin enthaltene Kohlenstoff dauerhaft im Boden gespeichert.

Somit wird der Kohlenstoffgehalt der Atmosphäre real reduziert => Kohlestoff-Senke!

Kombinationsverfahren



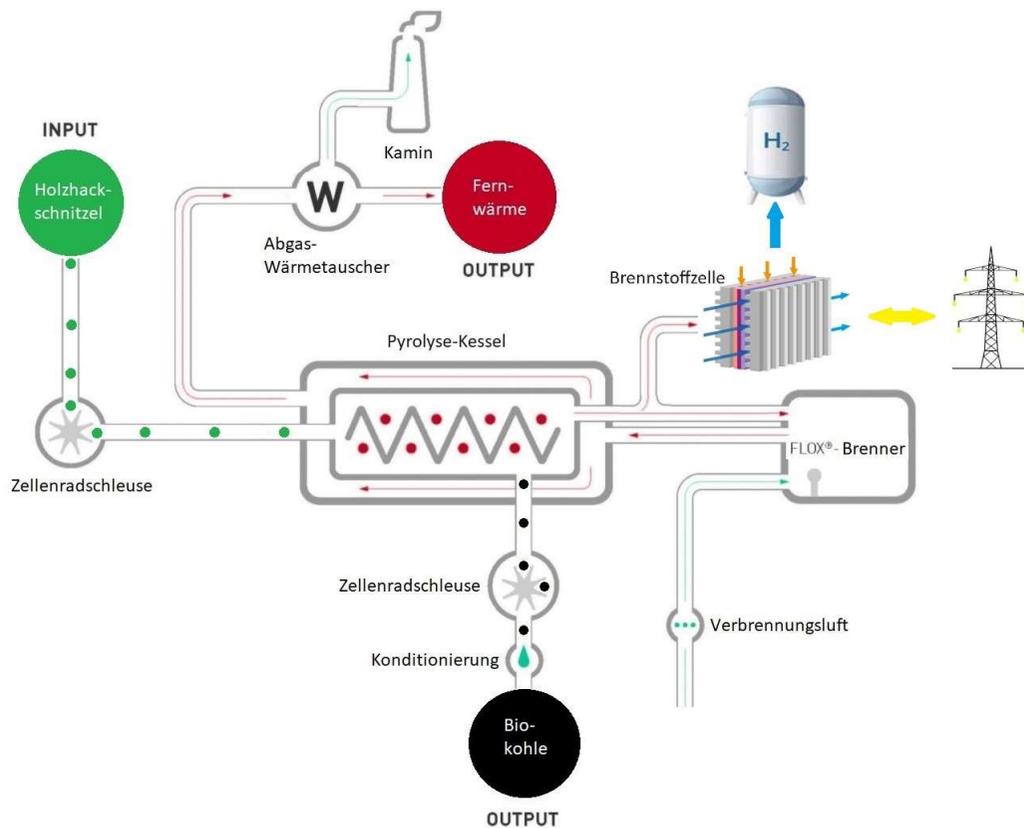
Kombination mit Gaskessel für Wärme:

Das Pyrolysegas wird nur teilweise im Kreisprozess genutzt. Der Hauptanteil des Pyrolysegases wird in einem getrennten Gasheizkessel thermisch genutzt.

Vorteile:

- Spitzenwerte im Wärmeverbrauch können durch Zusatzfeuerung von Biogas oder Erdgas im gleichen Heizkessel abgedeckt werden.
- Der Gasheizkessel kann im Fall der Wartung oder Reparatur der Pyrolyseanlage die gesamte Wärme liefern. Eine zusätzliche Backup-Lösung ist somit nicht notwendig.

Kombinationsverfahren



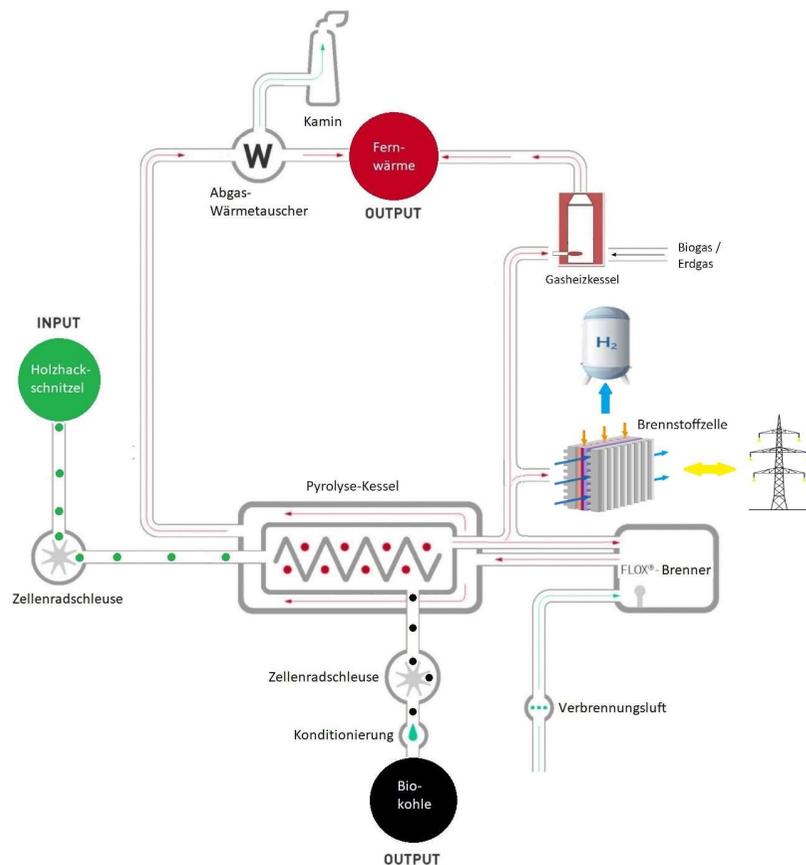
Kombination mit Brennstoffzelle für Strom:

Das Pyrolysegas wird in einer Brennstoffzelle zur Stromproduktion genutzt.

Vorteile:

- Sehr hoher Wirkungsgrad bei der Stromerzeugung.
- In Zeiten geringer Strompreise (Überschussstrom aus PV oder Wind) kann im Reversierbetrieb der Brennstoffzelle Wasserstoff produziert werden.

Kombinationsverfahren

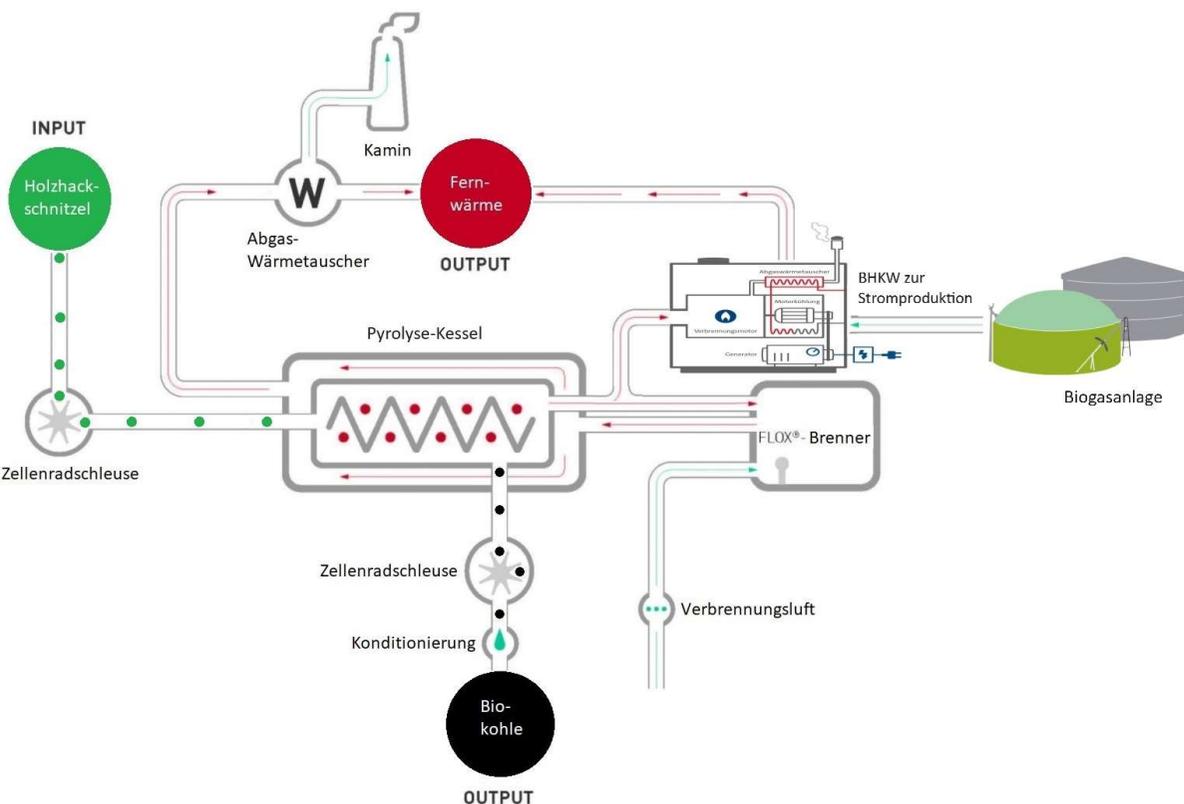


Kombination mit Brennstoffzelle für Strom + Wärme:
Das Pyrolysegas wird aufgeteilt und thermisch in einem Gasheizkessel genutzt sowie auch in einer Brennstoffzelle zur Stromproduktion.

Vorteile:

- Flexible Aufteilung zwischen Strom und Wärme
- Bei geringem Wärmebedarf kann über die Brennstoffzelle Strom mit einem hohen Wirkungsgrad erzeugt werden.
- In Zeiten geringer Strompreise (Überschussstrom aus PV oder Wind) kann im Reversierbetrieb der Brennstoffzelle Wasserstoff produziert werden.

Kombinationsverfahren

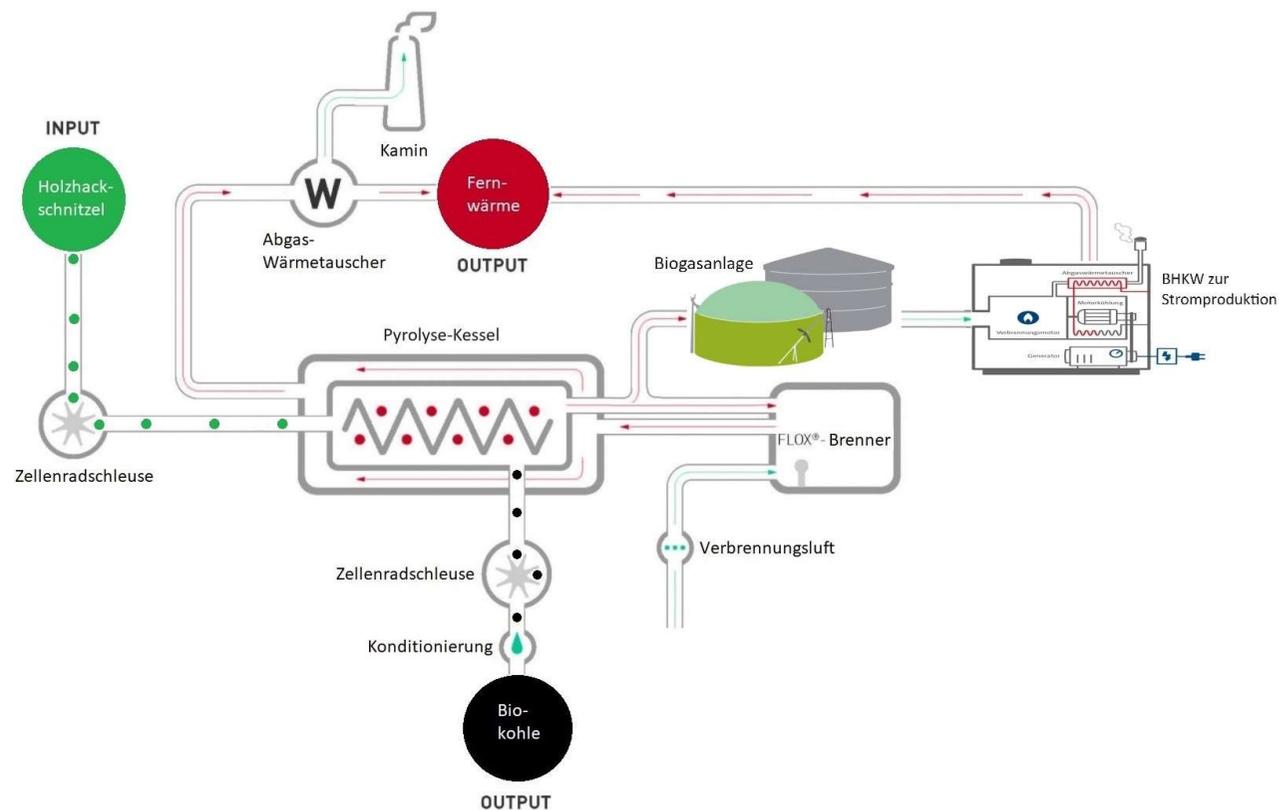


Kombination mit BHKW einer Biogasanlage:
Das Pyrolysegas wird im BHKW einer bestehenden Biogasanlage zur Stromproduktion genutzt.

Vorteile:

- Vorhandene Anlagentechnik (Gasspeicher, BHKW) einer Biogasanlage kann genutzt und effektiver betrieben werden.
- Strompreisgesteuerte Stromproduktion möglich.

Kombinationsverfahren



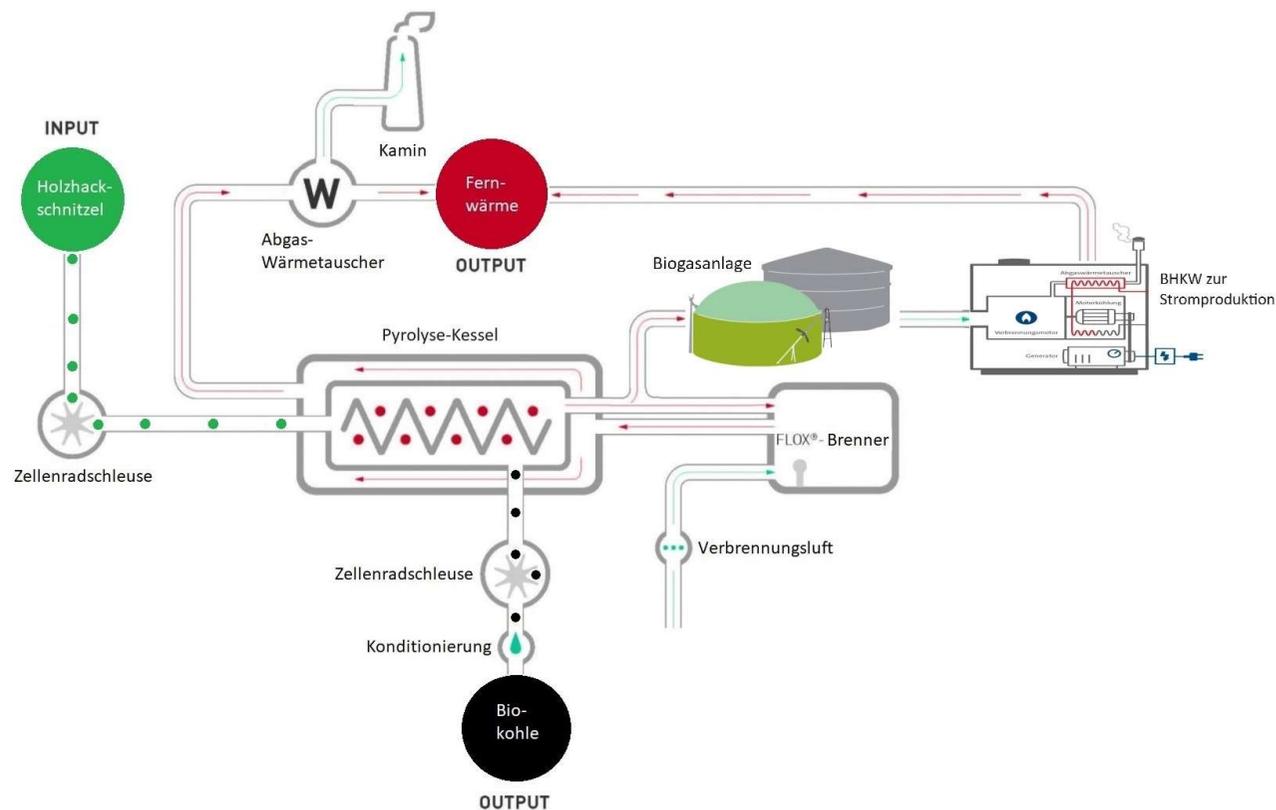
Einspeisung in Fermenter einer Biogasanlage:

Das Pyrolysegas wird in den Fermenter einer bestehenden Biogasanlage eingeleitet.

Vorteile:

- Pyrolysegas löst sich in der Flüssigphase. CO im Pyrolysegas sorgt für eine zusätzliche Kohlenstoffzufuhr => Input in Biogasanlage (Mais) kann reduziert werden.
- C/N-Verhältnis im Fermenter wird verbessert => Stickstoffhemmung wird vermieden

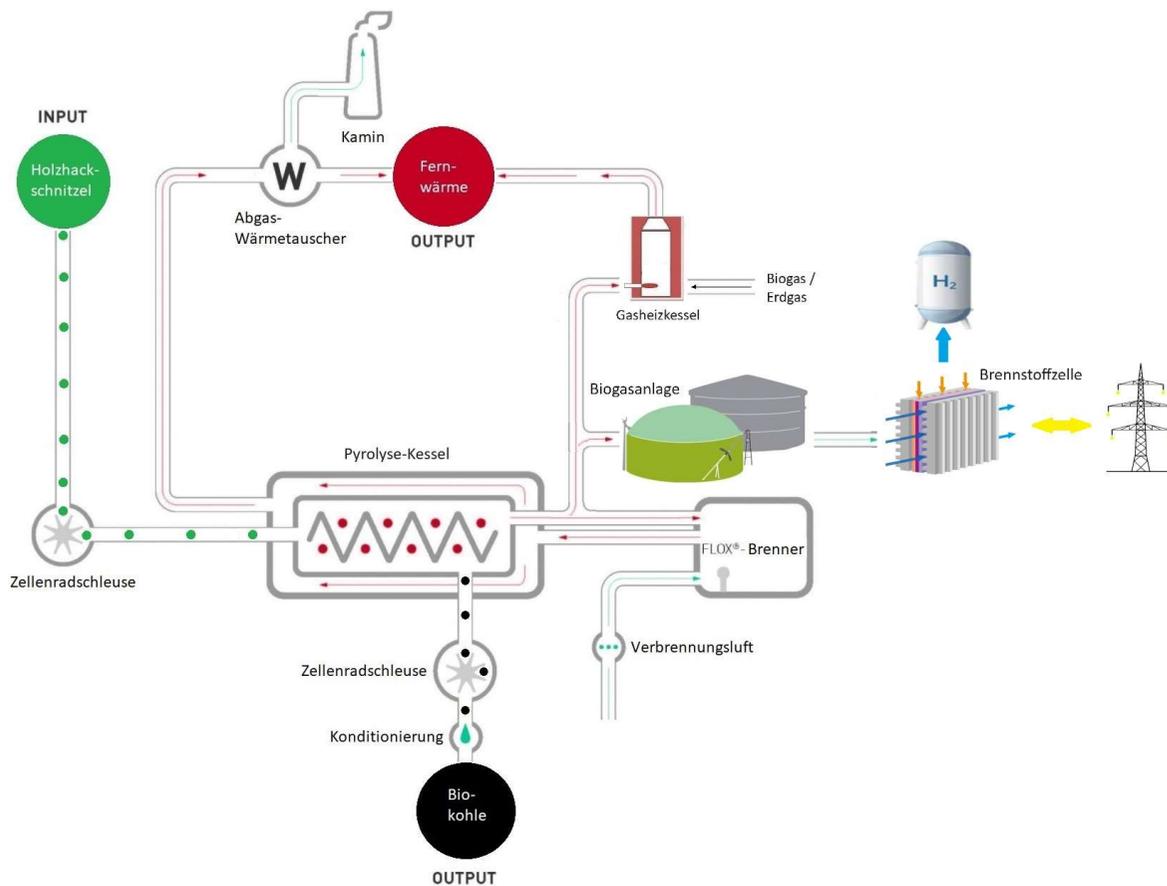
Kombinationsverfahren



Weitere Vorteile:

- Methanbildende Microorganismen im Fermenter werden und somit Methanproduktion gesteigert.
- Der Wasserstoff im Pyrolysegas steigert die Methanisierung auf über 90% (normal 60%) => man erhält einspeisungsfähiges Biogas ohne eine zusätzliche CO₂-Abscheidung

Kombinationsverfahren



Umrüstung einer Biogasanlage auf Brennstoffzelle:

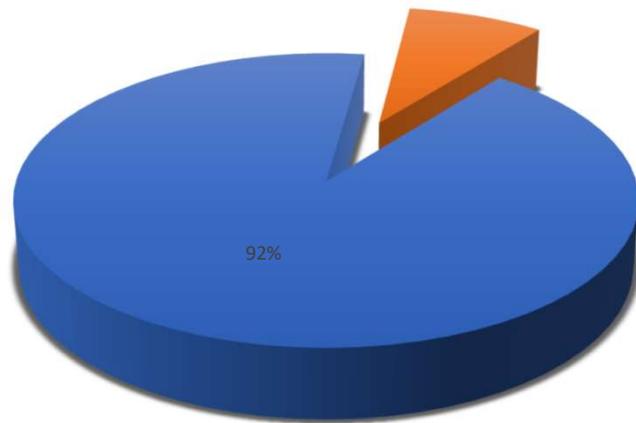
Das BHKW einer bestehenden Biogasanlage kann gegen eine Brennstoffzelle ausgetauscht werden.

Vorteile:

- Höhere Wirkungsgrad bei der Stromproduktion.
- Produktion von Wasserstoff im Reversierbetrieb der Brennstoffzelle

CO₂-Bilanz der Pyrolyse

CO₂-Bilanz



■ CO₂ Äquivalent des in der Biokohle gespeicherten Kohlenstoffs [t/a]

■ CO₂ Emission [t/a]

Von dem im Holz gespeicherten Kohlenstoff wird nur ca. 8% über die Verbrennung des im Pyrolysegas CO als CO₂ emittiert.

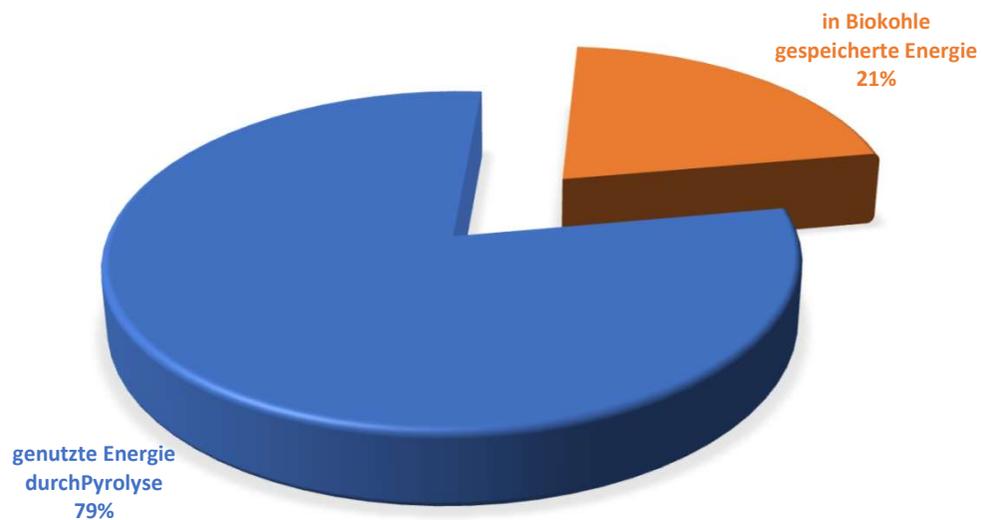
Ungefähr 92% des Kohlenstoffs aus der Biomasse bleibt in der Pflanzenkohle gespeichert.

Eine 500kW Pyrolyseanlage entzieht der Atmosphäre jährlich ca. 1.600t CO₂.

Somit handelt es sich bei der Pyrolyse um eine effektive CO₂-Senke!

Wirtschaftlichkeit der Pyrolyse

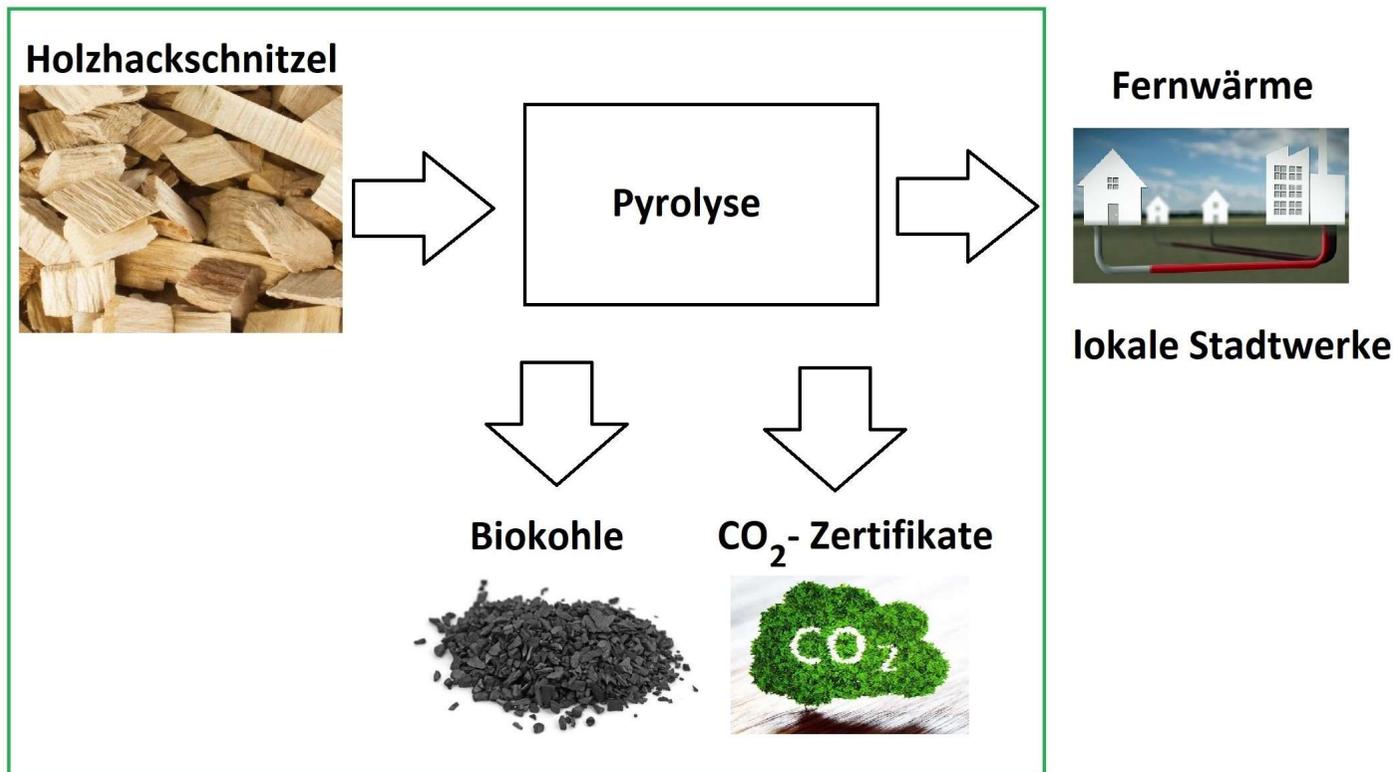
Nutzung des im Holz enthaltenen Brennwertes



Durch den bewussten Verzicht auf die Verbrennung des im Holz enthaltenen Kohlenstoffs, ist der Wirkungsgrad der Pyrolyse um ca. 21 % schlechter als der eines Holzvergasers mit gleicher Wärmeleistung.

Nur durch den Verkauf aller 3 Endprodukte Pflanzenkohle, Wärme und CO₂-Zertifikate wird die Pyrolyse wirtschaftlich rentabel.

Voll-Service-Konzept

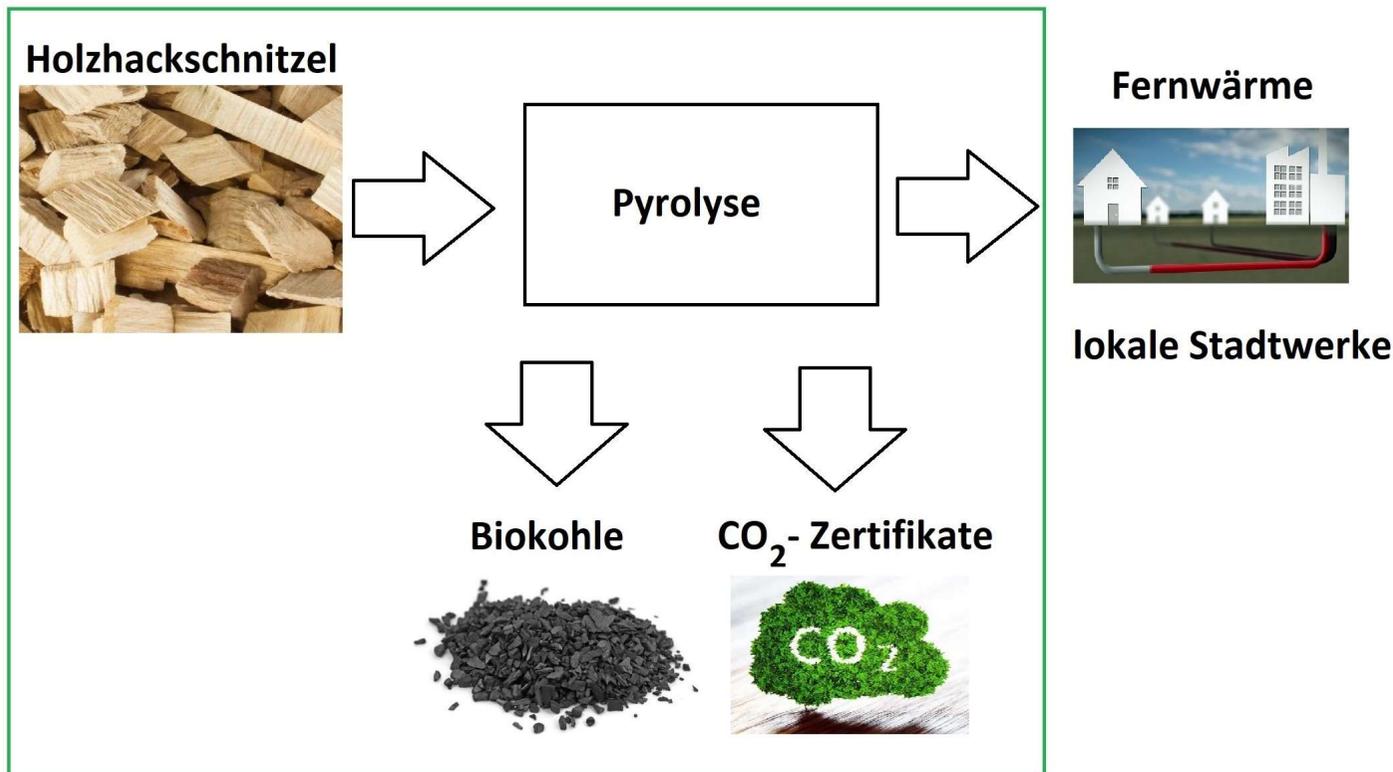


Green Innovations bietet ein Voll-Service-Konzept:

- Planung, Finanzierung und Bau der Pyrolyse-Anlagen
- Einkauf der Holzackschnitzel
- Betrieb der Pyrolyse-Anlagen
- Lieferung einer konstanten Wärmemenge in das Wärmenetz
- Verkauf der Pflanzenkohle an Landwirte
- Zertifizierung und Verkauf der CO₂-Zertifikate über zertifizierte Plattformen

Green Innovations

Voll-Service-Konzept

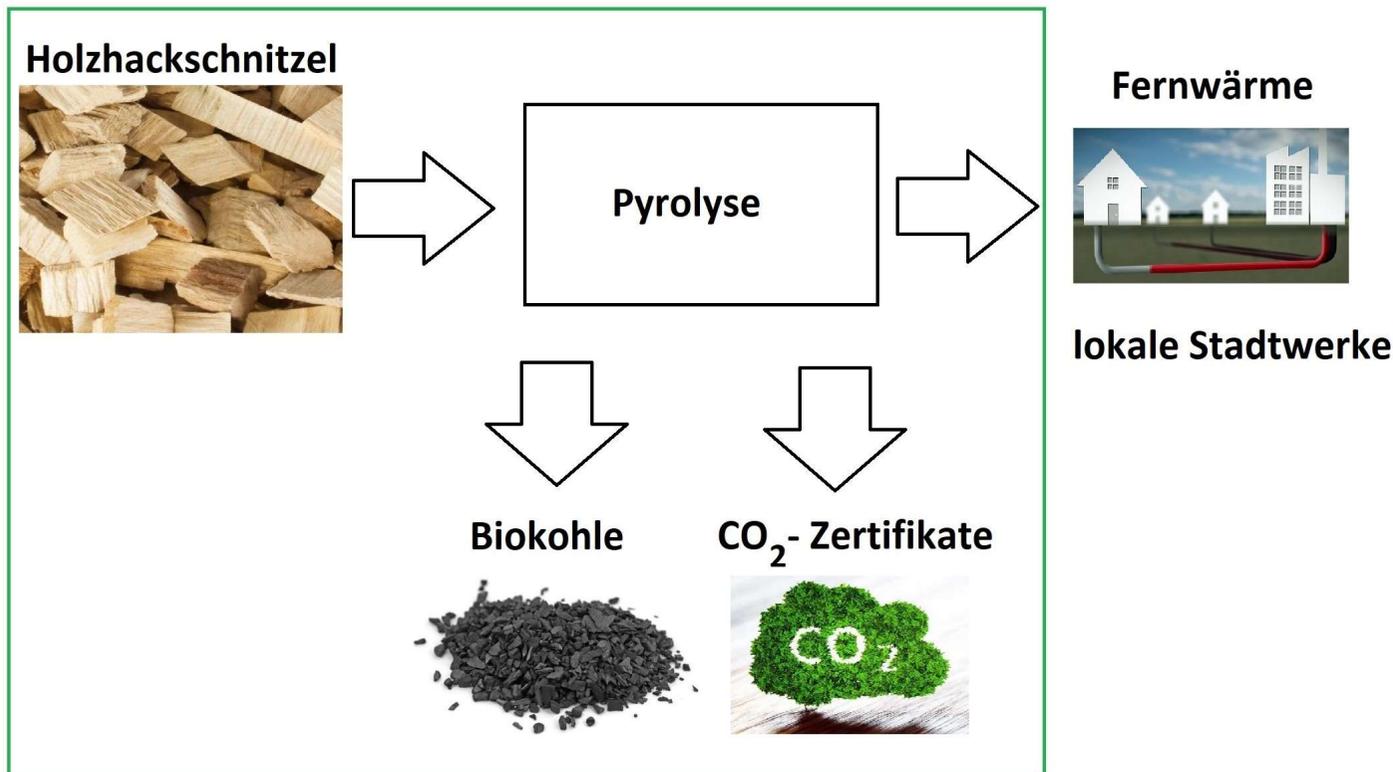


Vorteile für die Stadtwerke:

- keine Investitionen in neue Anlagen notwendig
- kein Personalaufwand für den Betrieb der Anlagen
- keine Beschäftigung mit Holzackschnitzel, Pflanzenkohle oder CO₂-Zertifikaten notwendig
- Nutzung von Wärme aus einer regenerativen Energiequelle

Green Innovations

Voll-Service-Konzept



Wärmepreis:

Der Verkauf der Pflanzenkohle und der CO₂-Zertifikate durch Green Innovations bezuschusst den Abgabepreis der Wärme in das Wärmenetz.

Der aktuelle Wärmepreis beträgt 0,05€ bis 0,07/kWh bezogen auf einen Einkaufspreis von 125,-€ pro Tonne Waldhackschnitzel.

Green Innovations

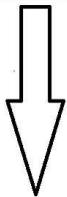
Firmenstruktur



green innovations

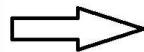
kommunale Wärmeplanung

Projektakquise und Planung regenerativer Heizzentralen und Wärmenetze



**Green Energy
Innovations e.G.**

Genossenschaft zur Finanzierung
und Betrieb der Heizzentralen und
Wärmenetze



charley

Vertrieb von Pflanzenkohle



Harald Ley

- Geb. 19.01.1966
- Dipl.-Ing. Maschinenbau (1996)
- Aufbaustudium Energie und Umwelttechnik (2018)
- Inhaber / GS der Green Innovations GmbH
- Vorstand der Green Energy Innovations e.G.



green innovations

Pyrolyseanlagen



Pyrolyseanlage 1:

- Eingangsmaterial: Hackschnitzel, Agrarreste, Klärschlamm
- Betriebsstunden: 8.500 h/a
- Thermische Nennleistung: 500 kW
- Wärmemenge: 4,25 GWh pro Jahr
- Temperaturniveau: 85 – 105°C
- Stromproduktion: nicht rentabel
- Elektrische Leistungsaufnahme: 3,5kW
- Abmaße: L=12m, B=3,5m, H= 3,5m

Pyrolyseanlagen



Pyrolyseanlage 2:

- Eingangsmaterial: Hackschnitzel, Agrarreste, Klärschlamm
- Betriebsstunden: 8.500 h/a
- Thermische Nennleistung: 650 kW
- Wärmemenge: 5,5 GWh pro Jahr
- Temperaturniveau: 85 – 300°C
- Stromproduktion: flexibel über Pyrolysegas
- Elektrische Leistungsaufnahme: 1,5kW
- Abmaße: in 40" Container

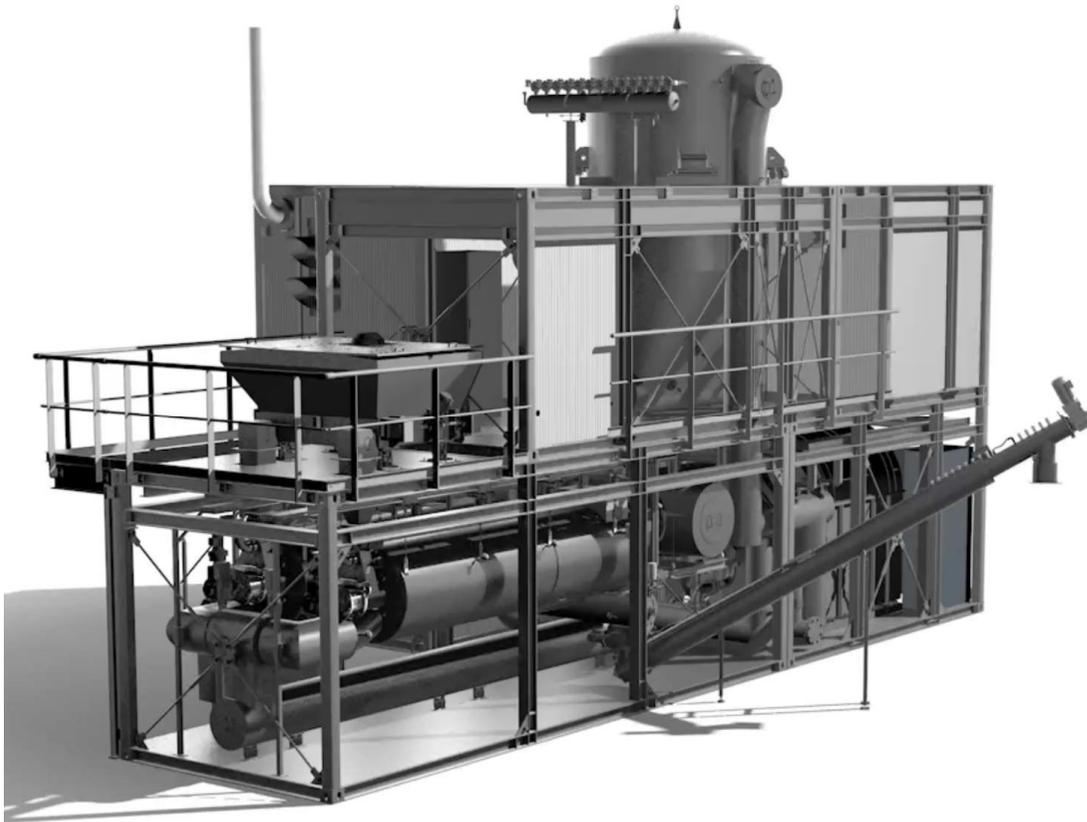
Pyrolyseanlagen



Pyrolyseanlage 3:

- Eingangsmaterial: Waldhackschnitzel, Agrarreste
- Betriebsstunden: 7.500 h/a
- Thermische Nennleistung: 1,0 MW
- Wärmemenge: 7,5 GWh pro Jahr
- Temperaturniveau: 80 – 95°C
- Stromproduktion: 120kW netto
- Elektrische Leistungsaufnahme: 63kW
- Abmaße: L=20m, B=20m, H= 9,5m

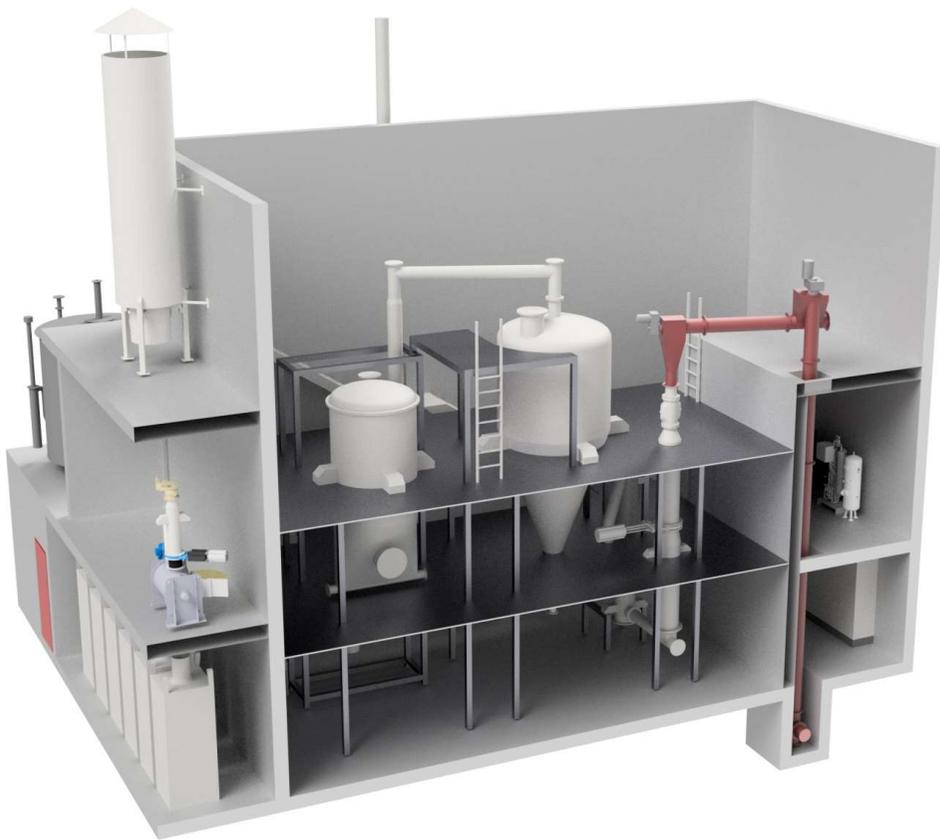
Pyrolyseanlagen



Pyrolyseanlage 4:

- Eingangsmaterial: Holzhackschnitzel, Klärschlamm
- Wärmeleistung: 700kW
- Betriebsstunden: 7.500 h/a
- Wärmemenge: 5,25 GWh
- Abgabetemperatur: 140°C
- Stromproduktion: nicht rentabel
- Elektrische Leistungsaufnahme: 40kW
- Abmaße: L=19m, B=3m, H= 9,8m

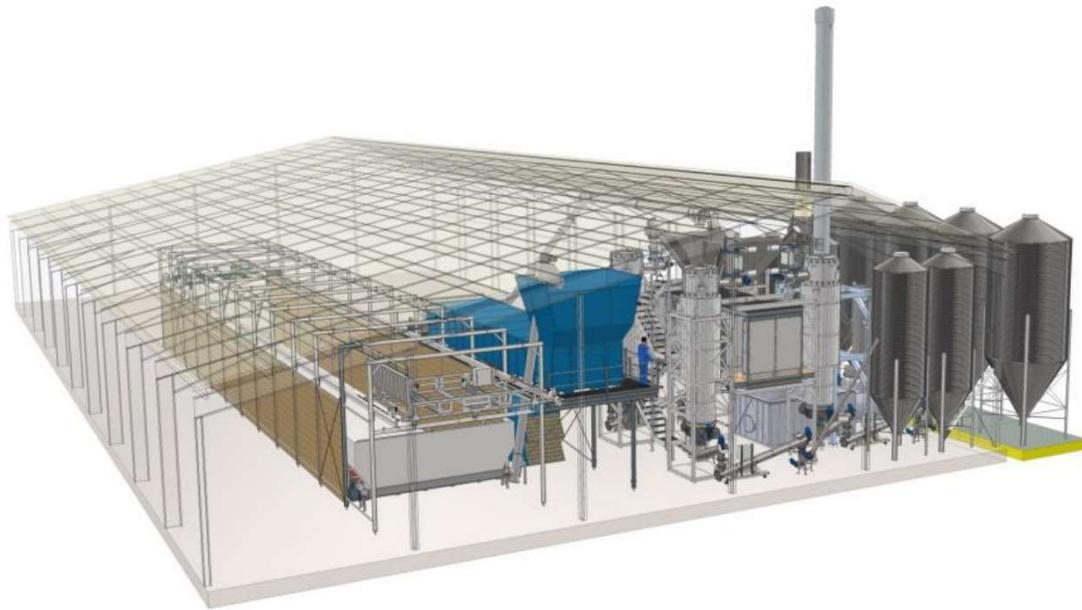
Pyrolyseanlagen



Pyrolyseanlage 5:

- Eingangsmaterial: Waldhackschnitzel
- Betriebsstunden: 7.500 h/a
- elektrische Leistung: 500kW
- Wärmeleistung bei 90°C: 740kW
- Wärmeleistung bei 50°C: 240kW
- Gebäudefläche: ca. 600m²

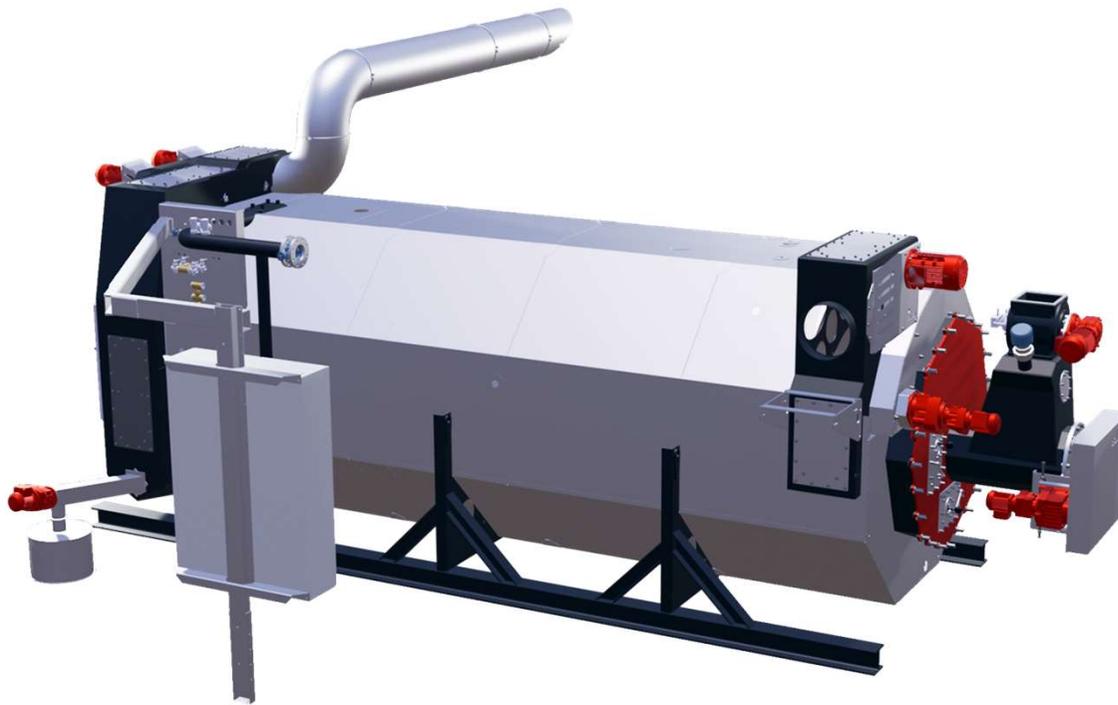
Pyrolyseanlagen



Pyrolyseanlage 6:

- Eingangsmaterial: Waldhackschnitzel, Agrarreste
- Betriebsstunden: 7.500 h/a
- Thermische Nennleistung: 2,0 MW
- Wärmemenge: 15 GWh pro Jahr
- Temperaturniveau: 80 – 95°C
- Stromproduktion: 240kW netto
- Elektrische Leistungsaufnahme: 128kW
- Abmaße: L=50m, B=40m, H= 12m

Genehmigungsverfahren

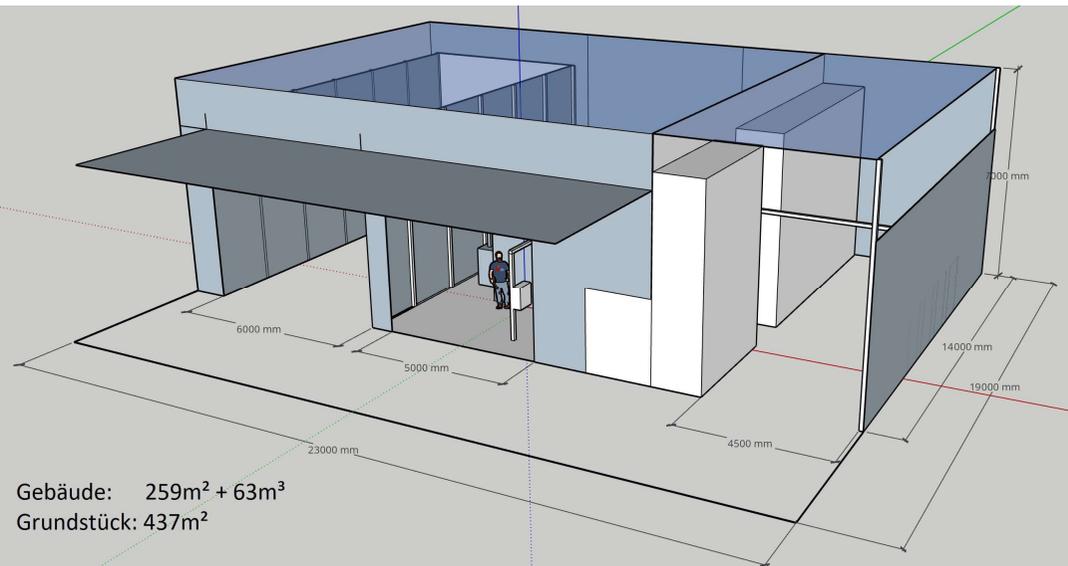


Betriebsgenehmigung nach BImSchG:

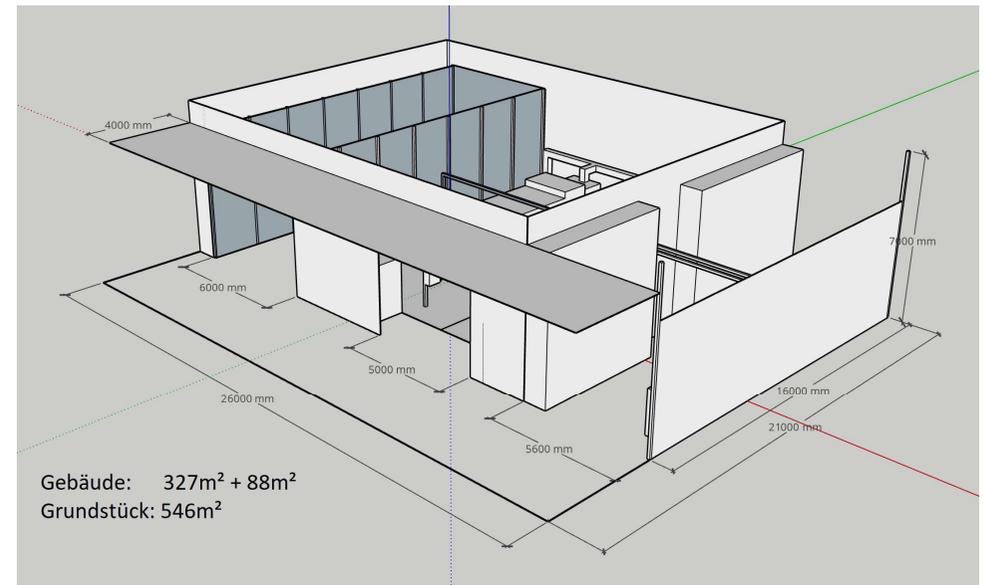
Betriebsgenehmigung notwendig nach
4. BImSchV Nr. 8.1.1.4

„Vereinfachtes Genehmigungsverfahren zur
Behandlung von nicht gefährlichen Abfällen bis
3t/h.“

Gebäude und Grundstücke



Einfachanlage 500kW:
Gebäudefläche: ca. 322m^2
min. Grundstücksfläche: ca. 440m^2

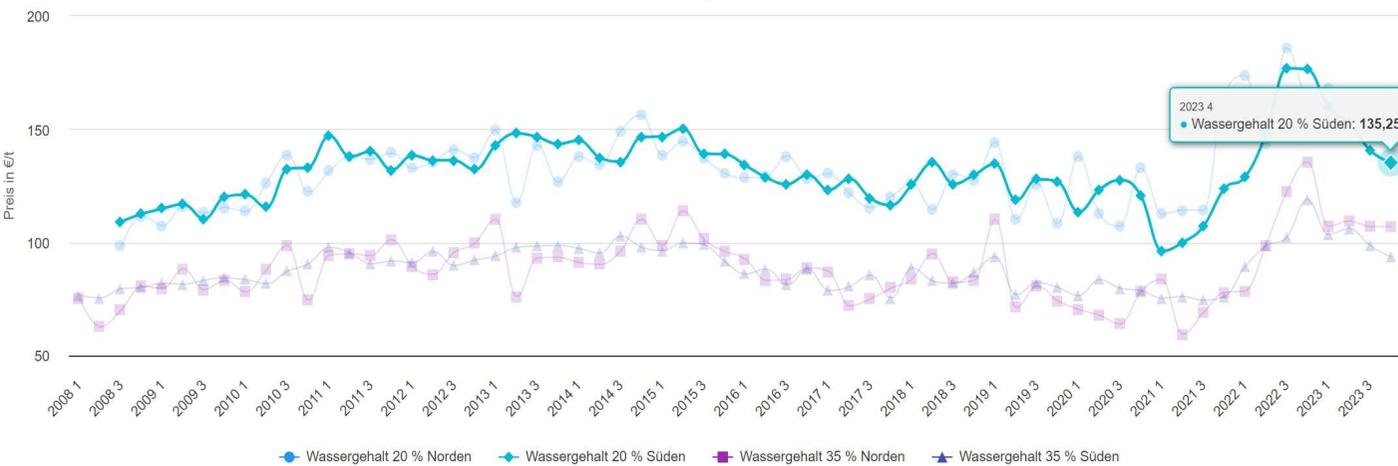


Doppel-Cluster 2 x 500kW:
Gebäudefläche: ca. 420m^2
min. Grundstücksfläche: ca. 550m^2

Hackschnitzel

Hackschnitzelpreise Deutschland

nach Regionen



CARMEN eV

Wärmepreis:

Der aktuelle Wärmepreis von 0,05 bis 0,07€/kWh basiert auf einem Einkaufspreis für Waldhackschnitzel von 125,-€ pro Tonne.

Auf Grund der hohen Reserven an Bruch- und Schadholz in Süd-Deutschland ist mit weiterhin relativ stabilen Preisen zu rechnen.

Hackschnitzel



Holzhackschnitzel
Güteklasse: A1



Waldhackschnitzel
Restholz

Verfügbarkeit von Waldhackschnitzeln:

Die Waldhackschnitzel werden von lokalen Waldbauernvereinigungen bezogen.

Die Trocknung der Waldhackschnitzel erfolgt mittels der Abwärme von Biogasanlagen oder solarbetrieben.

Alternative Biomassen

Alternative Biomassen für die Pyrolyse

Neben Hackschnitzeln können auch andere Biomassen zur Pyrolyse genutzt werden, z.B.:

- Erntereste
- Spelzen
- Kerne
- Nussschalen
- Stroh von Blühwiesen
- Grünschnitt
- Straßenbegleitgrün
- Gärreste aus Biogas-Anlagen
- Siebreste aus Kompostierung
- Papierschlamm
- Filterzellstoff
- Klärschlamm

Miscanthus Giganteus (Elefantengras)



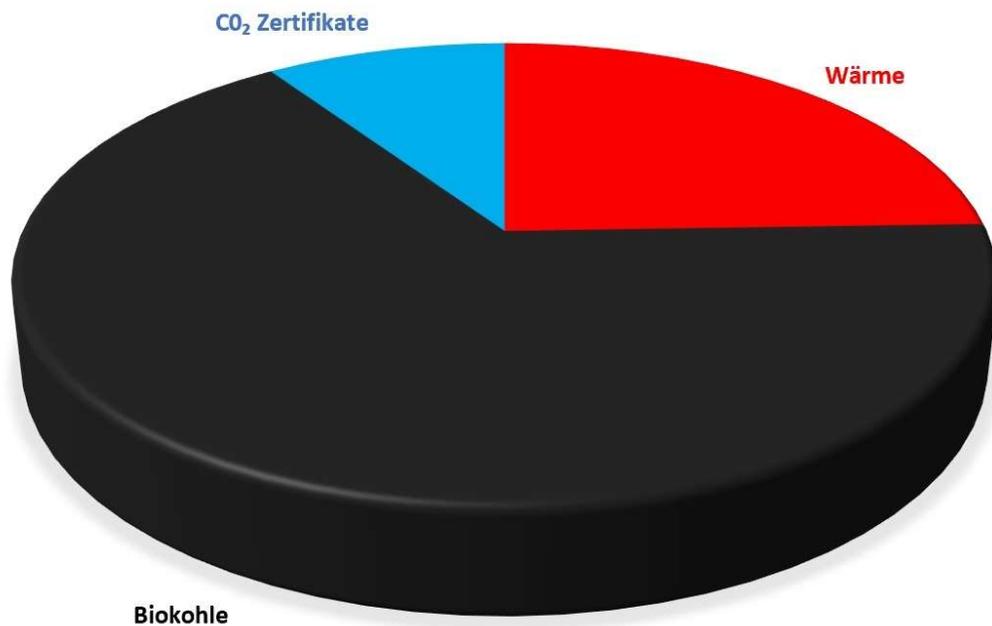
- . bis zu 4m Wachstumshöhe
- . bis zu 2cm Humusaufbau pro Jahr

- . im Frühjahr erntereif und trocken (ca. 15% Feuchte)
- . keine Trocknung notwendig

Miscanthus als Biomasse:

- mehrjährige Pflanze
- erntereif am dem 2. Jahr
- bis zu 15 - 25t/ha Ertrag
- keine Düngung notwendig
- in Wasserschutzgebieten anbaubar
- 10-jähriger Abnahmevertrag über bis zu 10.000 t/a (Preis: 150,-€/t)

Einnahmenstruktur



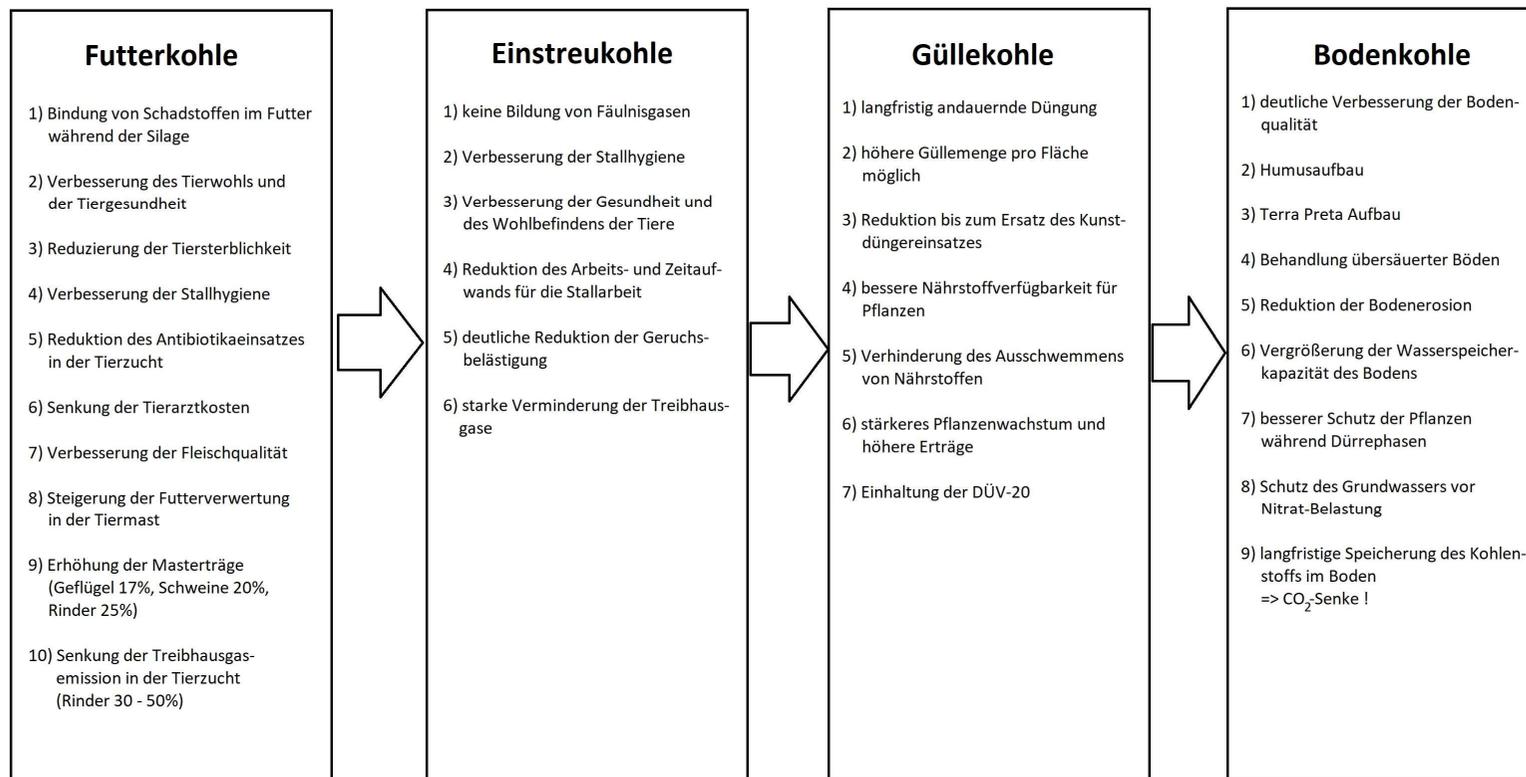
Einnahmestruktur von Green Innovations:

66% der Einnahmen von Green Innovations stammen aus dem Verkauf der produzierten Biokohle.

24% der Einnahmen von Green Innovations stammen aus dem Verkauf der Wärme.

Biokohle in der Landwirtschaft

Vorteile durch den Einsatz von Biokohle in der Landwirtschaft



Biokohle als Bodenkohle

Ertragssteigerung des Ackerbaus durch den Einsatz von Biokohle:

In mehreren internationalen Studien wurde in den letzten 20 Jahren die Ertragssteigerung im Ackerbau durch den Einsatz von Biokohle nachgewiesen.

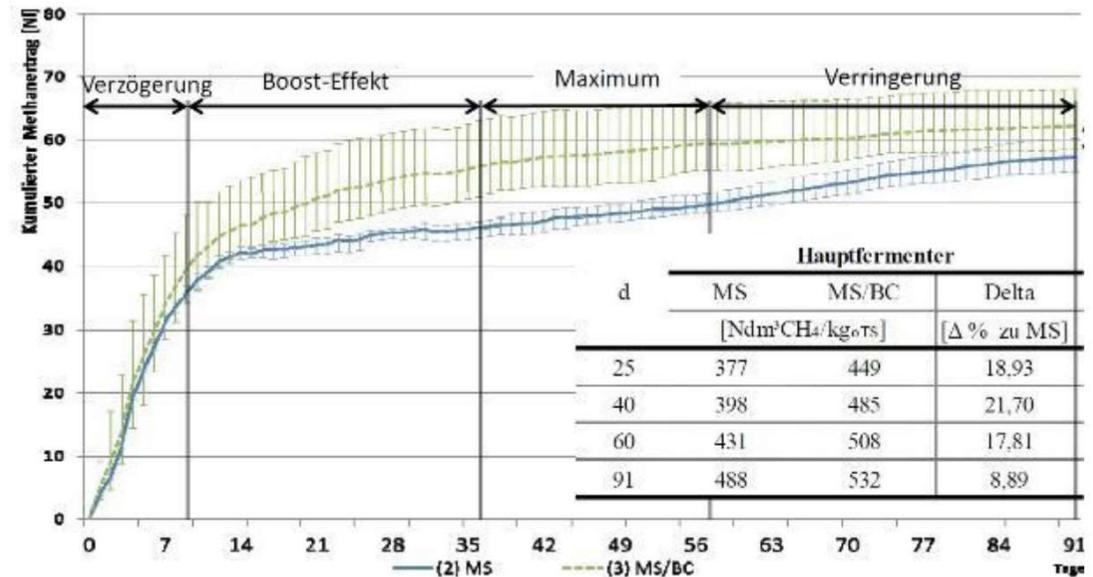
Allerdings handelt es sich bei diesen Studien um Kurzzeitversuche (Labor oder Freiland mit weniger als 1 Jahr Laufzeit).

Aktuell laufen sowohl an der TU München (Lehrstuhl für ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme) – Projekt „TerraBayt“ als auch am Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Schweiz Langzeitversuche, welche außerdem eine optimale Dosierung der Biokohle untersuchen.

Die Ergebnisse aus den ersten Jahr(en) zeigen eine Steigerung des Pflanzenwachstums um ca. 12% - 16% bei einem Einsatz von 500kg Biokohle pro Hektar.

Green Innovations nimmt an dem Projekt „TerraBayt“ der TU-München teil.

Biokohle in Biogasanlagen



Einsatz von Biokohle in Biogasanlagen:

Mehrere internationale Studien zeigen eindeutig, dass die Zumischung von ca. 2,5% Biokohle zur Frischmasse zu einer Steigerung des Gasertrags von ca. 20% ermöglicht.

Biokohle in der Pflanzenzucht



Einsatz von Biokohle in der Pflanzenzucht:

Die Zumischung von 20% Biokohle zur Pflanzenerde ermöglichen

- 50% geringeren Wasserbedarf
- Unterdrückung von Pilzbefall
- besseres Wurzelwachstum
- reduzierter Düngemittelbedarf

Vertrieb der Biokohle

Aufgaben beim Vertrieb der Biokohle:

Zum aktuellen Zeitpunkt sind die Vorteile eines Einsatzes von Biokohle in der Landwirtschaft nur bei wenigen Landwirten bekannt.

Entsprechend muss dieser Markt erst schrittweise entwickelt werden.

Die etablierten Großhändler für Zulieferprodukte an die Landwirtschaft (z.B. BayWa) sind in einem so frühen Zeitpunkt der Markteinführung noch nicht an einem Vertrieb interessiert.

Zudem sind die produzierten und verfügbaren Mengen an Biokohle zu gering um ein Vertriebsinteresse dieser Großhändler zu wecken.

=> Green Innovations muss einen eigenen Direktvertrieb für die Biokohle aufbauen.

Förderzuschuss

Die Pyrolyse von Biomasse wird von der BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) als förderfähige Wärmequelle entsprechend des Förderprogramms „BEW“ eingestuft.

Entsprechend erhalten Stadtwerke für den Bau neuer Wärmenetze mit unseren Pyrolyseanlagen als Wärmequelle einen **Investitionszuschuss in Höhe von 40%**

Wärme - Liefervertrag

Wir benötigen:

- Grundstück von der Kommune
- Vertrag über Wärmelieferung mit einer 20-jährigen Laufzeit mit den Stadtwerken

Wir bieten Ihnen ein Voll-Service-Paket:

- Wie planen, finanzieren, bauen und betreiben die Pyrolyse-Anlage(n)
- Wir liefern eine definierte, konstante Wärmemenge zu einem vereinbarten Preis