

Thermische Nutzung von getrocknetem Gärrest

14. Symposium Energieinnovation 2016

10. – 12. Februar 2016, Graz

- **Biogasanlage Kirchwalsede**
- **Gärrest**
- **Konversionstechnologien**
- **Trockene Karbonisierung**
- **Wirtschaftlichkeit**
- **Zusammenfassung**

Biogasanlage Kirchwalsede

Allgemeine Objektbeschreibung:

Die Biogasanlage Kirchwalsede erzeugt EEG Strom und vermarktet Nass- und Trockengärreste aus dem Prozess.

Die Gesamtanlage wurde in 2009 errichtet und wird stromgeführt betrieben. Die verfügbare Wärme wird komplett zur Trocknung der anfallenden Gärreste eingesetzt.



Biogasanlage Kirchwalsede - Daten

Ausgewiesen als Sondergebiet Biogas

Grundstücksgröße: 35.000 m²

Anlagentyp: NaWaRo Biogasanlage

Inputstoffe: NaWaRo (Mais, Gras, Gülle)

Feuerungswärmeleistung: 3.556 kW

Inst. Nennleistung therm.: 1.400 kW

Inst. Nennleistung elektr.: 1.432 kW

ORC – Modul: 142 kW



Getrockneter Gärrest:

- Masse: max. 1.200 t/a
- Trockensubstanzgehalt: 81,8 %
- Elementaranalyse [Massen-%]:
 - 35,10 % Kohlenstoff (C)
 - 3,23 % Wasserstoff (H)
 - 0,24 % Schwefel (S)
 - 30,81 % Sauerstoff (O)
 - 1,22 % Stickstoff (N)
 - 0,33 % weitere Stoffe (u.a. Chlor)
 - 10,88 % Ascheanteil
 - 18,2 % Wasseranteil
- Heizwert (berechnet): 14,7 MJ/kg



Thermische Konversionstechnologien

Temperatur	Druck	Prozess
180 - 220 ° C	20 - 35 bar	Hydrothermale Karbonisierung (HTC)
250 - 300 ° C	1 - 5 bar	Torrefizierung
300 - 750 ° C	1 - 5 bar	Pyrolyse
500 - 800 ° C	1 - 5 bar	Trockene Karbonisierung
600 - 1.450 ° C	1 - 5 bar	Vergasung
700 - 1.400 ° C	1 - 5 bar	Verbrennung

Unterscheiden sich in:

Anforderungen an Einsatzmaterial

Erzeugte Koppelprodukte

Entwicklungsstand zur kommerziellen Nutzung (Stand der Technik)

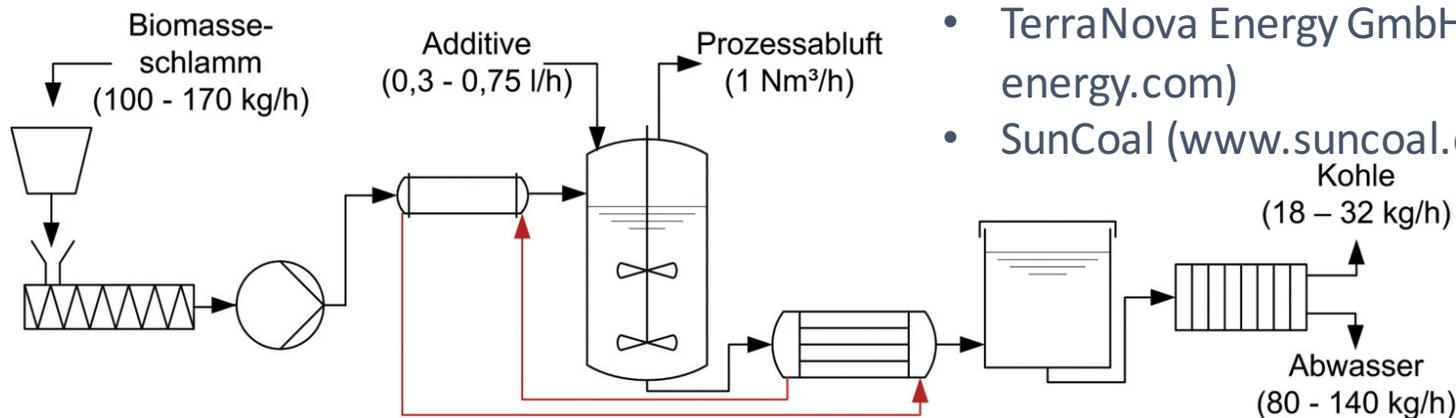
Hydrothermale Karbonisierung (HTC)

- Prozesstemperatur: 180 - 220°C
- Prozessdruck: 20 – 35 bar
- Verweilzeit: 4 – 12 Stunden
- Umwandlung feuchter Brennstoffe in Kohlepartikel, Prozessabwasser und Gasphase

Anlage	HTC-Industrieanlage, Karlsruhe
Hersteller	AVA-CO ₂ Forschung GmbH (www.ava-co2.com)
Leistung	14,4 m ³ Reaktorvolumen
Brennstoff	Klärschlamm (TR 25 %)

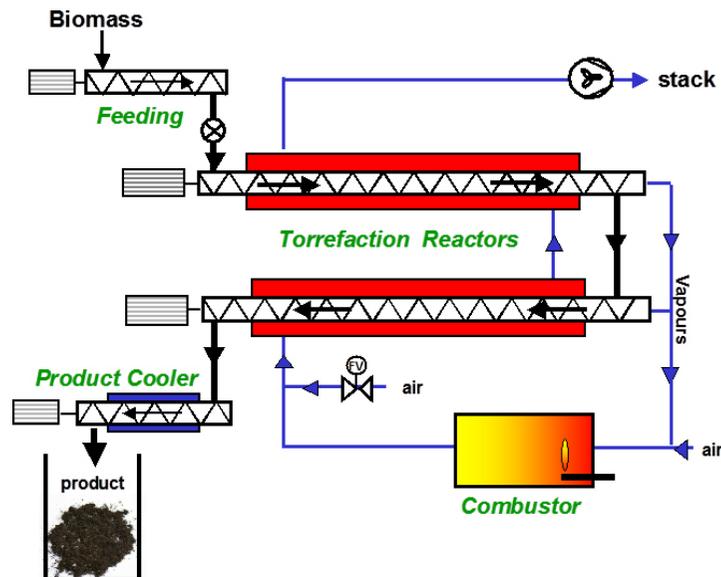
Weitere Anbieter:

- TerraNova Energy GmbH (www.terranova-energy.com)
- SunCoal (www.suncoal.de)



Quelle: TerraNova Energy GmbH

- Prozesstemperatur: 250 - 300 °C
- Verweilzeit: 15 – 30 Minuten
- Abwesenheit von Luftsauerstoff
- Dörren des Brennstoffs zu Kohle- und Gasfraktion



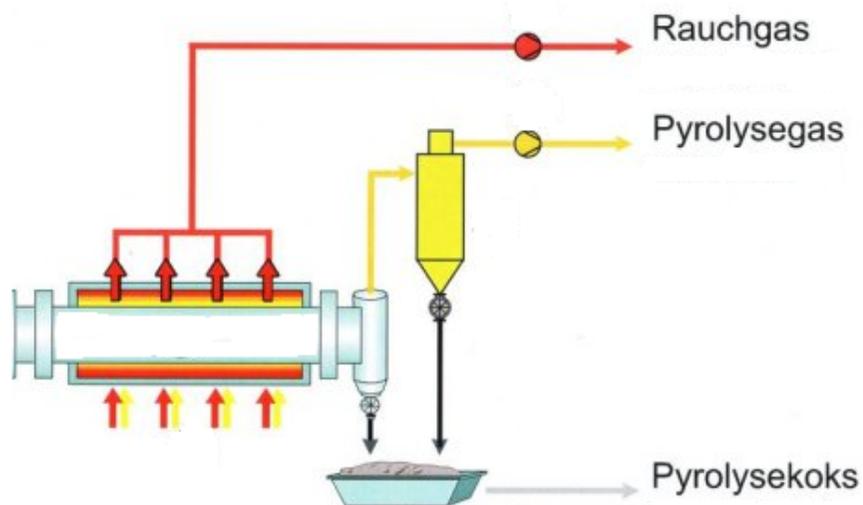
Quelle: btg biomass technology group

Beispielanlage	Torrefizierungsanlage
Hersteller	RWE Innogy & Topell Energy (www.topellenergy.com)
Leistung	60.000 t/a Biokohlepellets
Brennstoff	Holzackschnitzel

Weitere Anbieter:

- ANDRITZ AG in Kooperation mit dem Energy Center of Netherlands (ECN)
(www.andritz.com)

- Prozesstemperatur: 300 - 750 ° C
- Abwesenheit von Luftsauerstoff
- Aufspaltung der organischen Brennstoffverbindungen zu Kohle, Öl und Pyrolysegas



Quelle: TechTrade International GmbH

Beispielanlage	Pyroformer™
Hersteller	European Bioenergy Research Institute (EBRI)
Leistung	2.100 MJ _{th} 2.600 MJ _{el} (aus 4.000 kg Gärrest)
Brennstoff	Diverse Biomasse (u.a. Haus-, Landwirtschafts- & Industrieabfälle) 20 – 250 kg/h

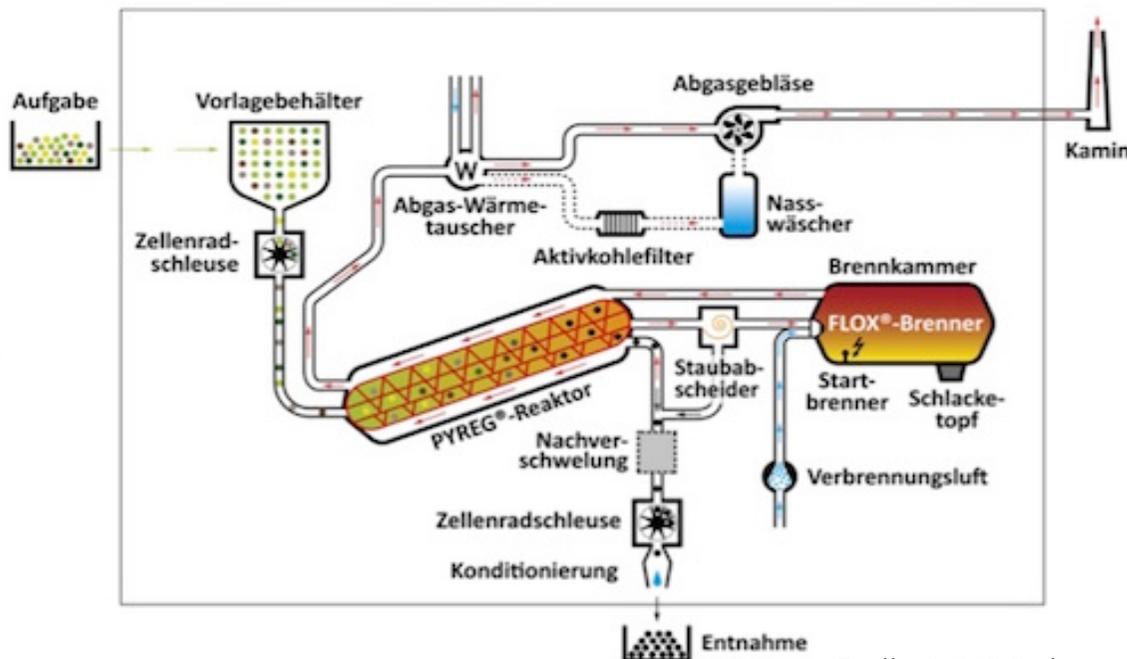
Weitere Anbieter:

- novis GmbH Energy Development Partners (www.novis.de)
- PYTEC Thermochemische Anlagen (www.pytec.de)

Trockene Karbonisierung

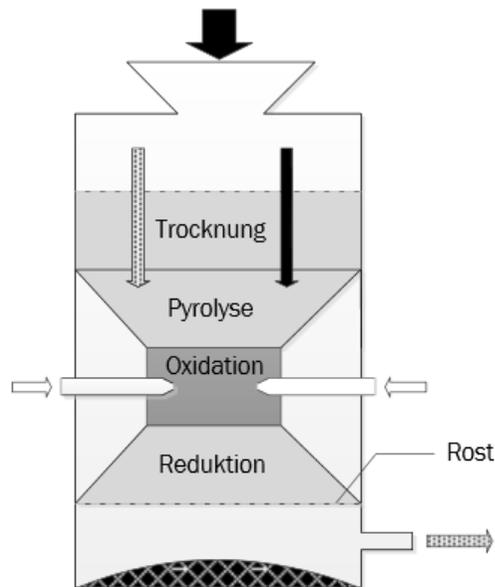
- Prozesstemperatur: 500- 800 °C
- Überschuss an Verbrennungsluft
- Umwandlung fester Brennstoffe in Kohle und Schwelgas

Anlage	PYREG® 500
Hersteller	PYREG GmbH (www.pyreg.de)
Leistung	120-150 kW _{th} (nutzbare Abwärme)
Brennstoff	Versch. Biomasse, Klärschlamm, Gärrest ...



Quelle: PYREG GmbH

- Prozesstemperatur: 600 – 1.450 °C
- Unterschuss an Verbrennungsluft
- Umwandlung fester Brennstoffe in ein Gasgemisch



Quelle: DBFZ Report Nr.18

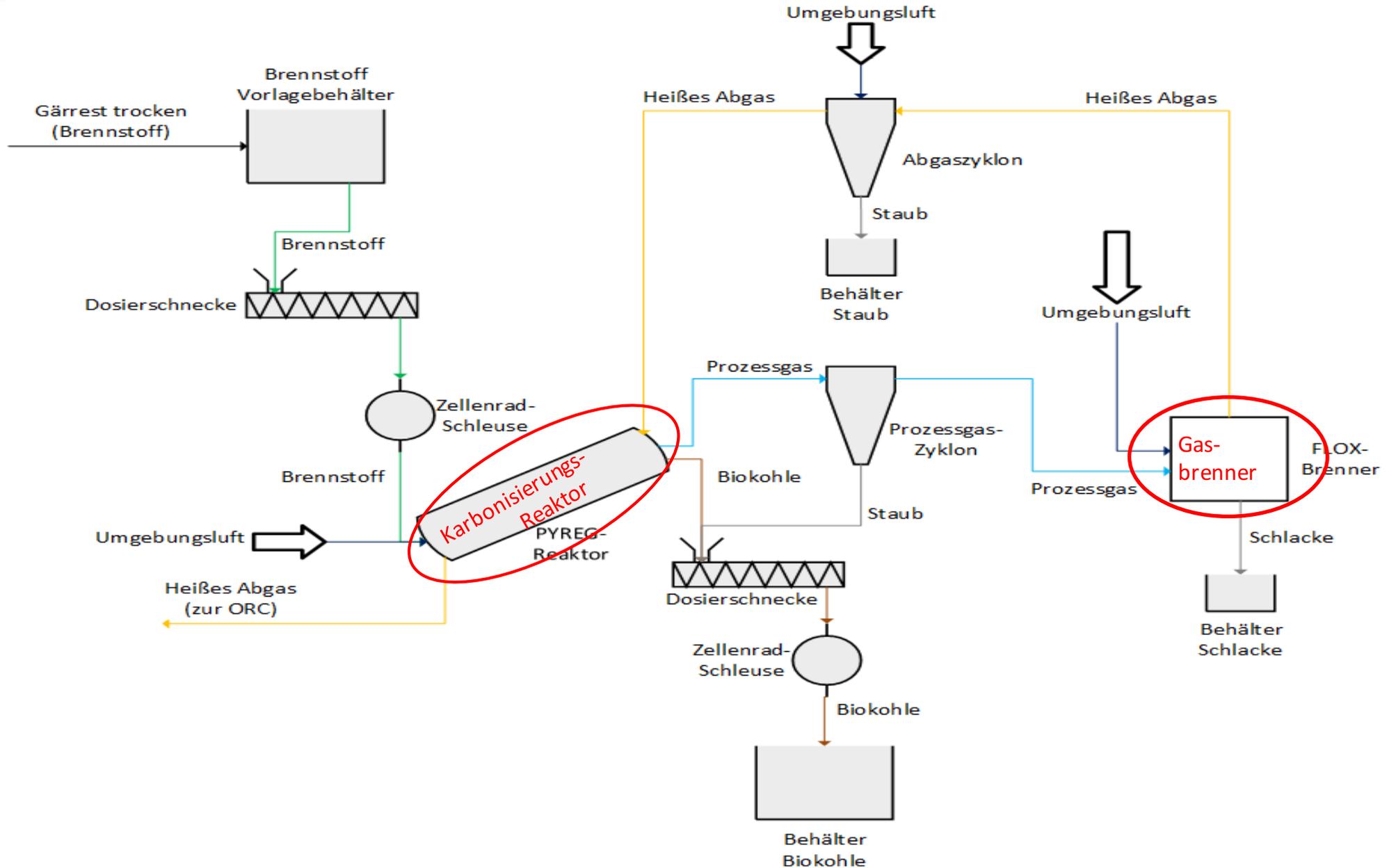
Anlage	Holzvergaser V 3.90
Hersteller	Burkhardt GmbH (www.burkhardt-gmbh.de)
Leistung	270kW _{th} 180kW _{el} (stromgeführt)
Brennstoff	Holzpellets 110 kg/h

Weitere Anbieter:

- Spanner Re2 GmbH (www.holz-kraft.de)
- GTS Syngas Srl (www.gts-syngas.com)

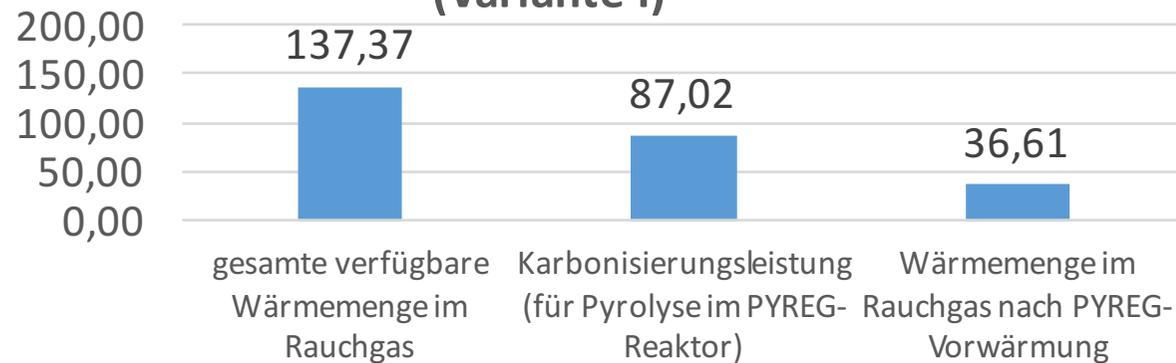
Kriterien	Thermische Konversionstechnologien					
	Direkte Verbrennung	Torrefizierung	Pyrolyse	Vergasung	HTC	Trockene Karbonisierung
Inputstoff - getrockneter Gärrest	✓	✓	✓	✓	-	✓
Outputstoff - Düngerverwertung	-	✓	✓	-	✓	✓
Direkte Verwertbarkeit der Koppelprodukte	✓	✓	-	-	✓	✓
Marktverfügbarkeit (Anlagentechnik)	✓	-	-	-	-	✓
Geringer Platzbedarf (Anlagentechnik)	✓	-	-	-	-	✓

Trockene Karbonisierung



Thermische Leistung der FLOX

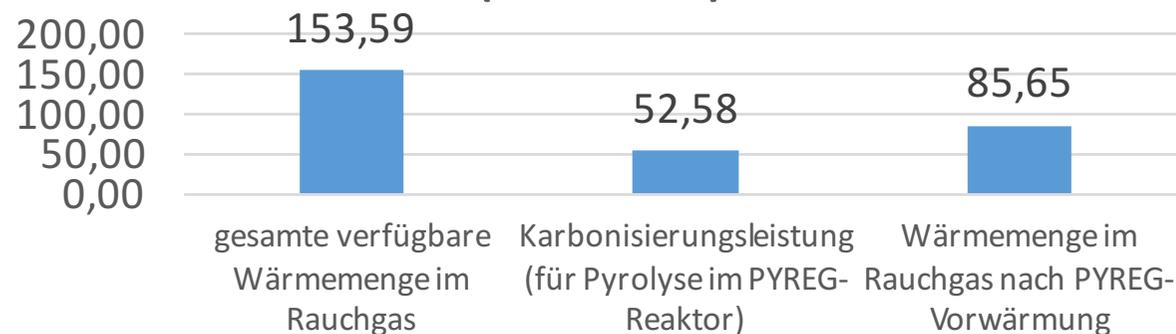
Auskoppelbare Rauchgasleistung [kW] (Variante I)



Variante I: Hersteller
($\lambda_I = 0,3$; $\lambda_{II} = 1,0$)

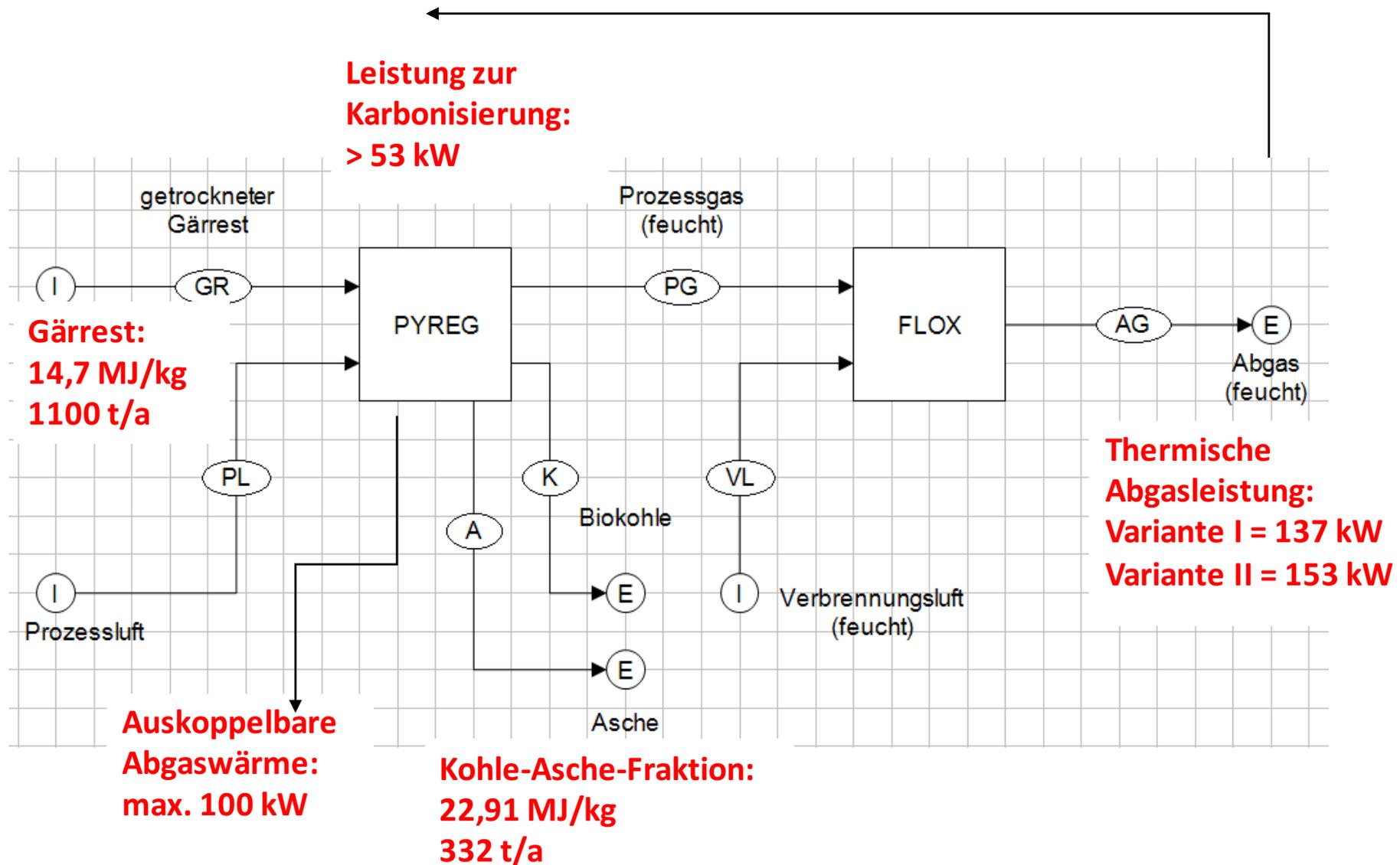
I: Karbonisierungsreaktor
II: FLOX Brenner

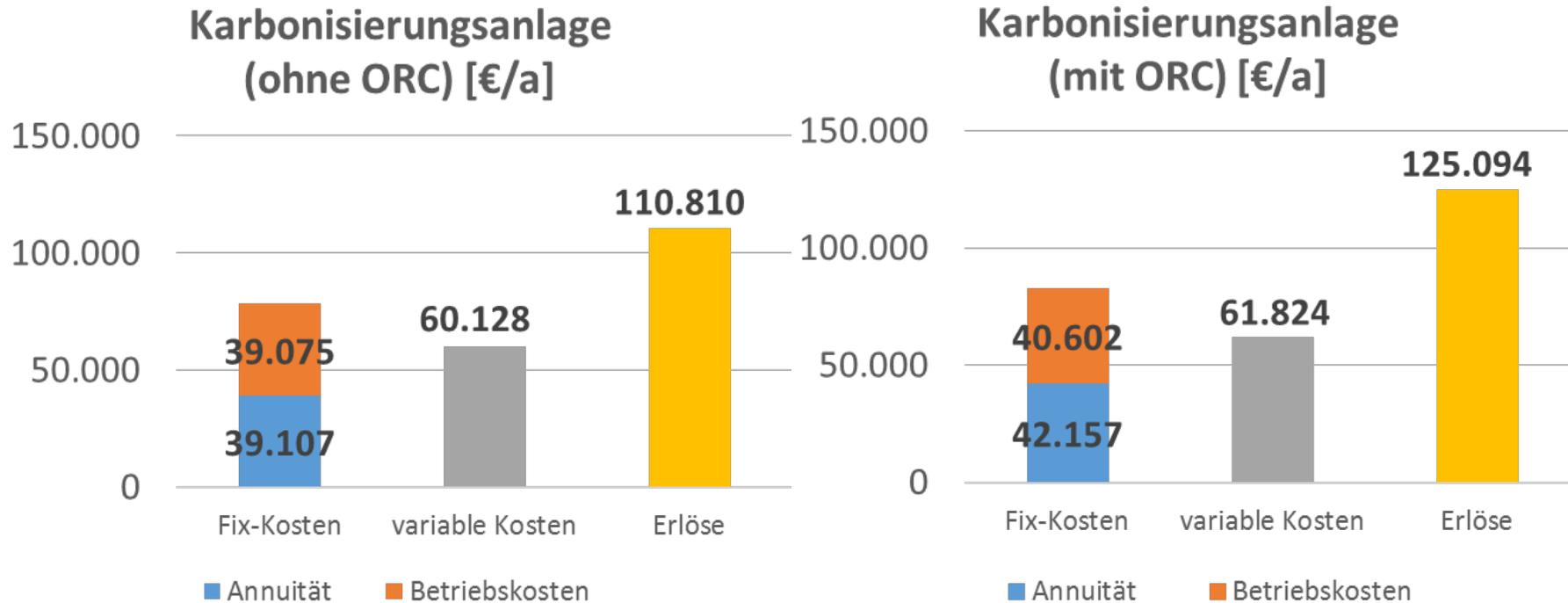
Auskoppelbare Rauchgasleistung [kW] (Variante II)



Variante II: Literatur
($\lambda_I = 0,0$; $\lambda_{II} = 1,2$)

Energiebilanz





Pro Tonne Gärrest-Input (OS)	[€]
Kosten	125,74
Erlöse	100,74
Ergebnis pro Tonne	-25,00
Gesamtergebnis pro Jahr	-27.499,06

Pro Tonne Gärrest-Input (OS)	[€]
Kosten	131,44
Erlöse	113,72
Ergebnis pro Tonne	-17,72
Ergebnis pro Jahr	-19.489,22

- Technologie der trockenen Karbonisierung durch Standortparameter definiert
- Technische Integration der Anlage nach Bandrockner möglich, jedoch durch BHKW-Abwärme begrenzt
- Auskoppelbare Abgaswärme über ORC-Anlage nutzbar
- Pyrolysetests ergeben qualitativ hochwertige Kohlefraktion aus Gärresten
- Wirtschaftlichkeit auch mit ORC-Anbindung nicht gegeben → Kohlemenge zu gering für Verkaufspreis

steag

steag