

GASWÄRME **International**

Gasanwendung in Industrie und Gewerbe

Schwerpunkt
Brenner und Feuerungen

Einsatz von Drehbettregeneratoren bei der thermischen Abfallverwertung

Use of rotary bed regenerators in thermal waste valorization

Dr.-Ing. Björn Henning, Jasper GmbH, Borstel-Hohenraden
Dipl.-Ing. Robert Jasper, Jasper GmbH, Geseke
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Energiewirtschaft

erschienen in

GASWÄRME International 6/2004

Vulkan-Verlag GmbH, Essen

Ansprechpartner: Stephan Schalm, Telefon 0201/82002-12, E-Mail: s.schalm@vulkan-verlag.de

Einsatz von Drehbettregeneratoren bei der thermischen Abfallverwertung

Use of rotary bed regenerators in thermal waste valorization

Die thermische Verwertung von heizwertreichen, nachwachsenden Rohstoffen und Abfällen bekommt zwangsläufig eine zunehmende Bedeutung. Hier werden unterschiedliche Wege zur Effizienzsteigerung und Kostensenkung im Bereich der Stromerzeugung verfolgt. In Pyrolyse und Vergasungsprozessen kann ein hochwertiges Pyrolysegas als Sekundärbrennstoff zur Mitverbrennung in industriellen Feuerungen erzeugt werden. Zurück bleiben feste Rückstände, zum einen der Koks und zum anderen hochwertige Rohstoffe, wie Metalle und Inertstoffe. In beiden Verfahren trägt die Wärmerückgewinnung zur Luft- oder Luft/Dampf-Gemischvorwärmung zu einer effektiven Wirkungsgradsteigerung bei. In diesem Artikel wird der effektive Einsatz von EcoReg®-Drehbettregeneratoren bei einem Pyrolyse- bzw. Vergasungsprozess beschrieben. Bei diesen Prozessen handelt es sich zum einen um eine direkte und zum anderen eine indirekte Beheizung.

The thermal valorization of high calorific-value, regenerable raw materials and waste is inevitably gaining in significance. This article examines various ways of increasing efficiency and cutting costs in the field of power generation. Pyrolysis, and also gasification processes, make it possible to generate a high-value pyrolysis gas for use as a secondary fuel for co-combustion in industrial combustion systems. The byproducts are solid residues, coke, on the one hand, and high-value raw materials, such as metals and inerts, on the other. In both processes, heat recovery for air or air/steam-mixture preheating helps in the achievement of a useful increase in efficiency. The effective use of EcoReg® rotary bed regenerators in a pyrolysis and in a gasification process are discussed. These processes involve, on the one hand, direct and, on the other, indirect heating.

Dr.-Ing. Björn Henning

Jasper GmbH, Borstel-Hohenraden



Tel. 0 41 01/8 01-1 50
E-Mail: b.henning@jasper-gmbh.de

Dipl.-Ing. Robert Jasper

Jasper GmbH, Geseke
Öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Energiewirtschaft



Tel. 0 29 42/97 47-14
E-Mail: r.jasper@jasper-gmbh.de

Einleitung

Die Abfallwirtschaft in Deutschland befindet sich derzeit in einer wichtigen Phase im Hinblick auf eine TA-Siedlungsabfall (TASi) gerechte Restabfallbehandlung. Der thermischen Abfallbehandlung von heizwertreichen Stoffen wird dabei eine tragende Rolle zukommen. Die Aufgaben und Ziele der TASi sind klar definiert:

- Zerstörung und Konzentration gefährlicher Inhaltsstoffe,
- weitestgehende Volumen- und Mengenreduzierung der Abfälle,
- Überführung verbleibender Rückstände in verwertbare oder ablagerungsfähige Stoffe sowie
- weitestgehende Nutzung der entstehenden Wärmeenergie.

Als Konsequenz werden in Zukunft selbst bei sinkenden Restabfallmengen größere Anteile thermisch zu beseitigen und zu verwerten sein und damit die Bedeutung der thermischen Restabfallbehandlung deutlich steigen. Im Hinblick auf die Beschaffung notwendiger Behandlungskapazitäten bis zum Jahr 2005 besteht daher noch erheblicher Nachholbedarf.

Die Nutzung von heizwertreichen Abfällen zur Energieerzeugung in industriellen

Feuerungen wird aufgrund des attraktiven Preisvorteils gegenüber Primärbrennstoffen immer weiter zunehmen. Die Zulässigkeit der Mitverbrennung von Abfällen unterliegt zurzeit noch erheblich kontroversen Diskussionen zwischen Behörden und Betreibern. Eine zunehmende Rolle spielt weiterhin die Monoverbrennung von biogenen Stoffen, die aufgrund einer finanziellen Unterstützung aus dem EEG heute wirtschaftlich betrieben werden kann.

Die Entwicklungsarbeiten an Pyrolyseanlagen für gemischte Siedlungsabfälle sind in den letzten Jahren fast gänzlich eingestellt worden. Sowohl eine schwierige Prozessführung und mangelnde Erfahrung im stabilen Vollastbetrieb sind Gründe als auch ein erhöhter Eigenenergieverbrauch im Vergleich zu Müllverbrennungsanlagen (MVA). Das Thermoselect-Verfahren wird zwar an einigen Standorten realisiert, ist aber wie viele andere Anlagen auf definierte Abfälle beschränkt. Bessere Trenntechniken von Sekundärbrennstoffen werden den Einsatzbereich von Pyrolyseanlagen erweitern. Pyrolyseanlagen zur Erzeugung von Brenngasen und Koksrückständen sind eine gute Möglichkeit zum Einsatz als Vorbehandlung vor Kraftwerken und industriellen Feuerungen. Das ConTherm-Konzept im Kraftwerk Hamm realisiert diese Vorbehandlung. Heizwertreiche Fraktionen aus

mechanisch-biologischen Anlagen zur Aufbereitung von Hausmüll, heizwertreicher Gewerbeabfall, Sortierreste aus DSD-Anlagen sowie Spukstoffe aus der Altpapieraufbereitung werden hier verarbeitet. Ersatzbrennstoffe mit einem hohen Heizwert sind optimal, da für diese wenig Energie zur Beheizung benötigt wird und eine größere Menge an Primärbrennstoffen eingespart werden kann.

Thermische Behandlung

Die Pyrolyse und Vergasung sind zwei Methoden zur thermischen Verwertung von Brennstoffen. Als Pyrolyse oder Entgasung wird im Allgemeinen die Freisetzung von flüchtigen Bestandteilen aus dem festen Brennstoff definiert. Zwischen Pyrolyse und Entgasung besteht jedoch ein Unterschied. Die Pyrolyse ist definiert als die Freisetzung flüchtiger Bestandteile in einer sauerstofffreien Atmosphäre bei hohen Temperaturen. Die Entgasung hingegen beschreibt die Flüchtigensfreisetzung aufgrund von Wärmeeinwirkung in Atmosphären, die Sauerstoff enthalten können.

Die ConTherm-Anlage – ein Konzept der ehemaligen Mannesmann Demag Energie und Umwelttechnik – besteht im Wesentlichen aus 2 Pyrolysetrommeln mit einem Durchsatz von jeweils ca. 50000 t/a. Die

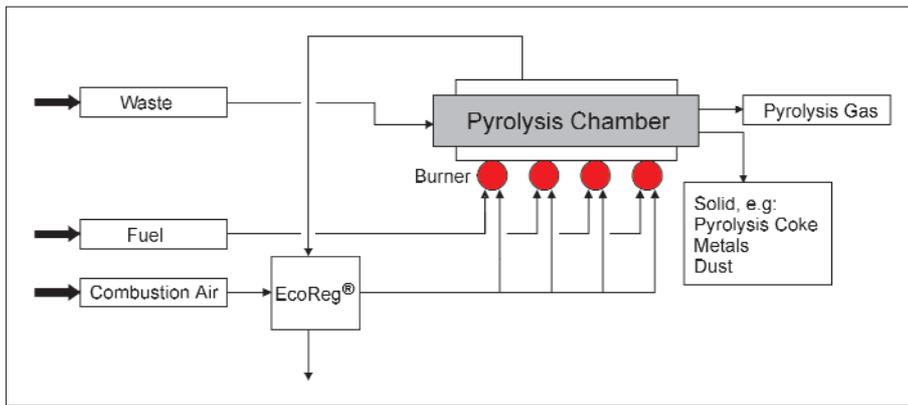


Bild 1: Drehrohtrommel zur Pyrolyse von Abfällen mit indirekter Beheizung und EcoReg®
Fig. 1: Rotary kiln for pyrolysis of waste with EcoReg® and indirect heating

Anlage besteht aus 2 separaten Linien, die unabhängig voneinander betrieben werden können. Die Aufbereitung des Konversionsrückstandes erfolgt wieder einsträngig. Die thermische Behandlung erfolgt in einem indirekt beheizten Drehrohr. Dieses Drehrohr wird mit heißen Rauchgasen einer EcoReg®-Brenneranlage der Fa. Jasper beheizt (**Bild 1**). Jedes Drehrohr besitzt 5 Beheizungsstellen mit je 2 Brennern des Typs HLN der Jasper GmbH. Alle Brenner haben eine elektronische Gemischregelung, sind unabhängig voneinander regelbar und ermöglichen somit eine unterschiedliche Beheizung des Drehrohrs. Die Einstellungen können unabhängig von Luftmenge und Rezigas an jedem Brenner vorgenommen werden. Unterschiedliche verfahrenstechnische Parameter sind somit problemlos einstellbar.

Die bei der Verbrennung gebildeten Rauchgase geben die Wärme durch Strahlung und in einem geringen Maße durch Konvektion an das rotierende Drehrohr ab und

werden nach dem Austritt über Rezigasgebläse zu einem Teil recirkuliert. Diese zwangsweise zusätzliche Abgasrezirkulation hat eine Vergleichmäßigung der Manteltemperaturen aufgrund einer Erhöhung der Rezigulationsraten im Brennerbereich zur Folge. Der größere Teil der gebildeten Rauchgase wird einem EcoReg®-Drehbettregenerator der Fa. Jasper (**Bild 2**) zur Vorwärmung der Verbrennungsluft zugeführt. Mit dieser Technik lassen sich Vorwärmtemperaturen von bis zu 1400 °C realisieren. Diese Betriebsweise ermöglicht einen nach heutigem Stand der Technik höchstmöglichen thermischen Wirkungsgrad der Drehrohrbeheizung und demzufolge eine maximale Brennstoffersparnis. Die verbleibenden Abgase des Regenerators mit einer durchschnittlichen Temperatur von kleiner 180 °C werden hinter einem LUVVO in den Kesselblock eingespeist, um die anschließende Rauchgasreinigung mit zu nutzen. Erste Betriebserfahrungen zeigen eine über den Anforderungen liegende Beheizung der Drehtrommel.



Bild 2: EcoReg®-Drehbettregenerator an einem Pyrolyse-Ofen (ConTherm)
Fig. 2: EcoReg® rotary bed regenerator on a pyrolysis kiln (ConTherm)



Bild 3: EcoReg®-Drehbettregenerator integriert im STAR-MEET System [4]
Fig. 3: EcoReg® rotary bed regenerator integrated into the STAR-MEET system [4]

Die dem Drehrohr zugeführten Ersatzbrennstoffe werden über die Drehrohrwand indirekt durch Strahlung und geringem Maße an Konvektion aufgeheizt. Diese indirekte Beheizung ermöglicht eine Freisetzung der Flüchtigen in einer annähernd sauerstofffreien Atmosphäre. Das freigesetzte Pyrolysegas, welches im Wesentlichen aus Kohlenmonoxid, Wasserstoff, Methan und höheren Kohlenwasserstoffen besteht, unterliegt keinem Oxidationsprozess und somit kann ein hoher Heizwert des Gases beibehalten werden. Zurück bleibt ein fester Rückstand, zum einen der Koks mit einem Kohlenstoffgehalt von bis zu 30 % und den verbleibenden Rohstoffen wie Eisen- und Nichteisenmetalle. Aufgrund der unter reduzierenden Bedingungen betriebenen Pyrolyse können diese Eisen- und Nichteisenmetalle sowie Inertstoffe mit hoher Qualität zurückgewonnen werden. Pyrolyseverfahren erreichen eine Reduzierung des Feststoffanteils von bis zu 70 %.

EcoReg®-Drehbettregenerator zur Dampferwärmung

Ein etwas anderer Weg zur Erzeugung eines hoch kalorischen, sauberen Gases zum Einsatz in BHKW ist das in Japan angewendete STAR-MEET System (**S**tream/**A**ir **R**eforming type **M**ulti-staged **E**nthalpy **E**xtraction **T**echnology) [4]. Feste Abfälle werden ohne Vorbehandlung einer stehenden Pyrolyseanlage zugeführt. Die notwendige thermische Energie zur Pyrolyse bzw. Vergasung wird durch vorgewärmte Luft erzielt. Bei der Pyrolyse oder Vergasung entstehen zwangsläufig Teere und Ruß. In einem nachgeschalteten Reformer wird ein Luft-/Dampf-Gemisch mit einer Temperatur von über 1400 °C eingedüst. Die Teere und der Ruß reagieren mit dem Sattedampf zu

Kohlenmonoxid und Wasserstoff (Hydratisierung). Diese endothermische Reaktion bewirkt eine Steigerung des Heizwertes des Reformergases. Das hochwertige Gas ist kühlbar und über einen Trockenfilter kann problemlos der Staub abgeschieden werden. Die hohen Temperaturen des Luft/Dampf-Gemisches werden durch einen EcoReg®-Drehbettregenerator (**Bild 3**) erzielt. Luft und Dampf werden unabhängig in den Regenerator geleitet und erreichen Vorwärmtemperaturen von bis zu 1400 °C. Die Aufheizung des Regenerators geschieht durch einen Brenner mit einem Teil des gewonnenen Reformergases. Die Abgastemperaturen hinter dem Eco-Reg® liegen deutlich unter 300 °C.

Gasnutzung

Der sehr viel größere Anteil des erzeugten Reformergases wird einem BHKW oder einer Mikrogasturbine zur Stromerzeugung zugeführt. Dieser komplette Prozess kann

kontinuierlich oder im Batch-Betrieb durchgeführt werden. Eine separate Regelung und Einstellung ermöglicht einen optimalen Betrieb. Auch hier trägt der Einsatz eines EcoReg®-Drehbettregenerators zu einer veritablen Wirkungsgradsteigerung des Gesamtprozesses bei. Eine Gasreinigung durch „Superheated Steam“ ist ohne EcoReg® nicht möglich.

Ausblick

Nachwachsende Rohstoffe und Abfälle können in Zukunft eine wichtige Rolle für eine industrielle und kostengünstige Gas-erzeugung spielen. Pyrolyseverfahren mit indirekter und Vergasungsverfahren mit direkter Beheizung zeigen im heutigen Entwicklungsstand großes Potenzial zur Erzeugung eines hochwertigen Sekundärbrennstoffes. Neben der Erzeugung eines Gases und dem verbleibenden Restkoks können hochwertige Reststoffe, wie z.B. Metalle, zurückgewonnen werden. Durch den Ein-

satz eines kostengünstigen und effektiven Wärmerückgewinnungssystems, wie dem EcoReg®-Drehbettregenerator, werden höchste energetische Wirkungsgrade erzielt.

Literatur

- [1] Faulstich, M.; Bilitewski, B.; Urban, A.I.: ConTherm-Thermische Abfallverwertung im Kraftwerk; 9. Fachtagung Thermische Abfallbehandlung, Kassel 2004-06-18
- [2] Friege, H.; Bilitewski, B.: Abfallwirtschaft – Neue Sichtweisen und Techniken; Umweltchem Ökotox; 2003
- [3] Stadtmüller, J.; von Christen, F.E.; Schmidt, R.: Kraftwerksintegrierte Pyrolyse von heizwertreichen Ersatzbrennstoffen, VDI „des Abfalls“, VDI Verlag Düsseldorf 2000
- [4] Yoshikawa, K.: Distributed Gasification and Power Generation from Solid Wastes, CREST, Japan Science and Technology Corporation, Japan 2003
- [5] Reinhardt, T.; Richers, U.: Entsorgung von Schredderrückständen – ein aktueller Überblick, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe 2004