

Konzept
zur thermischen Nutzung von
Glycerin / Schleimstoff
in
ES+S - Wirbelschichtverbrennungsanlagen



erarbeitet durch : **ES+S Energy Systems & Solutions GmbH**

Rostock im Mai 2007

1 Vorbemerkungen

Mit dem zunehmenden Einsatz von Biodiesel und Bioethanol wird es immer schwieriger, die aus dieser Herstellung resultierenden Folgeprodukte wie Pharmaglycerin oder auch DDGS am Markt unterzubringen. Gleichzeitig ist der Einsatz fossiler Brennstoffe zur Erzeugung der erforderlichen Prozesswärme kurz-, mittel-, und langfristig mit erheblichen Unwägbarkeiten behaftet.

Deshalb liegt es nahe, die energiereichen Nebenprodukte aus der Prozesskette der Biodiesel-/ Bioethanolherstellung zur Erzeugung der Prozessenergie einzusetzen. Einige Inhaltsstoffe z.B. des Rohglycerins standen bzw. stehen jedoch einer „normalen „ Verbrennung im Wege.

Eine spezielle Entwicklung stellt diesbezüglich die Wirbelschichtverbrennung kleiner Leistung dar. Bisher galten Wirbelschichtfeuerungen nur bei großtechnischem Einsatz als wirtschaftlich. Durch mehr als 10 -jährige Forschungstätigkeit an der Universität Rostock, Lehrstuhl Umwelttechnik unter Leitung von Prof. Dr.- Ing. habil. D. Steinbrecht, konnte nunmehr auch der Nachweis erbracht werden, dass auch bei kleinen und kleinsten Leistungen solche Anlagentechnik wirtschaftlich eingesetzt werden kann. Die wichtigsten Einsatzfelder sind insbesondere bei solchen Stoffen zu sehen, die geringe Heizwerte und (oder wegen) hohe Wasseranteile besitzen. Das Unternehmen ES+S GmbH hat diese Anlagen zur Marktreife entwickelt und vertreibt sie.

Vor allem Schlämme und Flüssigkeiten lassen sich wegen der spezifischen Verfahrenseigenschaften dieser Technologie sehr gut verarbeiten. Sowohl bei Rostfeuerungen als auch bei Vergasung und Pyrolyse ist das nicht oder nur eingeschränkt möglich. Auch gasförmige und feste Brennstoffe werden mit diesem Verfahren selbst bei schwieriger Zusammensetzung in hoher Ausbrandqualität verbrannt.

2 Das Unternehmen ES+S GmbH

Das Unternehmen hat seine wissenschaftlichen und technischen Grundlagen in den Jahren seit 1975 geschaffen. Die speziellen Kompetenzen auf den Gebieten

- Wirbelschichttechnologie
- Kesselfeuerungssysteme
- Anlagenauslegung und – optimierung
- Projektmanagement

basieren auf langjährigen Arbeiten an Forschungseinrichtungen in Magdeburg, Berlin und Rostock. In den letzten Jahren wurden für die Wirbelschichtfeuerung kleiner Leistung eine Reihe weitere Einsatzfelder erschlossen. Hervorzuheben ist dabei vor allem das Gebiet der Verbrennung armer Gase mit dem bisherigen Einsatz zur Verbrennung armer Deponiegase. (siehe www.es-plus-s.de)

Derzeit befinden sich mehrere Projekte in der Auftragsphase bzw. in der Vorbereitung. Das betrifft Deponiegas (mit Stromerzeugung), flüssige und feste Sonderabfälle, Geflügelmist und Klärschlamm.

3 Das Wirbelschichtverfahren

Die stationäre Wirbelschichtfeuerung (SWSF) benötigt zur Sicherung der Funktion „Verbrennung“ einen fluidisationsfähigen Inertstoff (z.B. Sand), der den eingetragenen Brennstoff verdünnt. Die Sandschicht wird von einem Gasverteiler (Düsenboden) getragen. Die Wirbelluft (=Verbrennungsluft) wird von einem Gebläse mit relativ großer Druckerhöhung gefördert, über die Düsen im Düsenboden gleichmäßig auf den verfügbaren Reaktorquerschnitt verteilt und durchströmt die Schüttung von unten nach oben.

Bei geringem Wirbelluftdurchsatz sind die Strömungskräfte gering und die Partikel bleiben in Ruhe. Ab einer charakteristischen Geschwindigkeit, dem Wirbelpunkt, erlangen die Partikel eine eigene Beweglichkeit und die Schüttung geht in den Zustand der Wirbelschicht über. Mit steigendem Luftdurchsatz expandiert die Schicht, die Partikel erlangen zusätzlich zur vertikalen Beweglichkeit eine immer stärker werdende horizontale Beweglichkeit. Wird der Gasdurchsatz weiter gesteigert, werden die fluidisierten Partikel aus dem Reaktor ausgetragen.

Nach Überschreiten des Wirbelpunktes nimmt der Reaktorinhalt, das Inertmaterial, einen flüssigkeitsähnlichen (fluidisierten) Zustand an. Der Raum oberhalb der fluidisierten Schicht, der Freeboard, ist im Querschnitt gegenüber dem Reaktor erweitert. Er dient einesteils als Raum für mögliche Nachreaktionen, zum anderen ermöglicht er wegen der verminderten Strömungsgeschwindigkeit (Querschnittserweiterung) die aus der Schicht ausgetragenen Partikel die Umkehr zurück in das Wirbelbett.

Zum Betrieb der Wirbelschicht als Wirbelschichtfeuerung wird die Schicht durch einen Anfahrbrönnner (z.B. im Luftkasten unterhalb des Düsenbodens) auf ein genügend hohes Temperaturniveau gebracht.

Die Eigenschaften einer bei hoher Temperatur (z.B. 850°C) fluidisierten Schicht (Wirbelschicht) lassen sich hervorragend zur Führung von Verbrennungsreaktionen ausnutzen. Dabei kann in der Wirbelschicht die Bildung und Emission von Schadstoffen gezielt beeinflusst werden. Wie für jeden chemischen Reaktor, gelten auch für Wirbelschichtfeuerungsanlagen die verfahrenstechnischen Bedingungen Temperatur, Konzentration, Verweilzeit. Bei richtig eingestelltem Verfahrensablauf verläuft die schadstoffarme Verbrennung ohne jegliche Flammenbildung in der Wirbelschicht selbst und es erfolgt keine Nachreaktion im Freeboard.

Mit Wirbelschichtfeuerungen können unter Zugabe von Additiven (z.B. Kalk) auch Brennstoffe mit emissionsrelevanten Bestandteilen (z.B. Schwefel) umweltgerecht verbrannt werden. Die Additive „neutralisieren“ die bei der Verbrennung der schädlichen Komponenten entstehenden Produkte. Für die Verbrennung von Abfällen mit geringem Heizwert ist die SWSF wegen der realisierbaren großen Verweilzeit sehr gut geeignet. Mit dem gleichen Apparat kann in Abhängigkeit vom Wasseranteil ein weiter Heizwertbereich des Brennstoffs genutzt werden. Selbst in Fällen in denen das Entsorgungsgut keinen oder keinen ausreichenden eigenen Heizwert besitzt, ist eine Verbrennung in der SWSF dann möglich, wenn die fehlende Energie über einen Stützbrennstoff eingebracht wird. Das ist über eine genaue Prozesssteuerung auch temporär möglich.

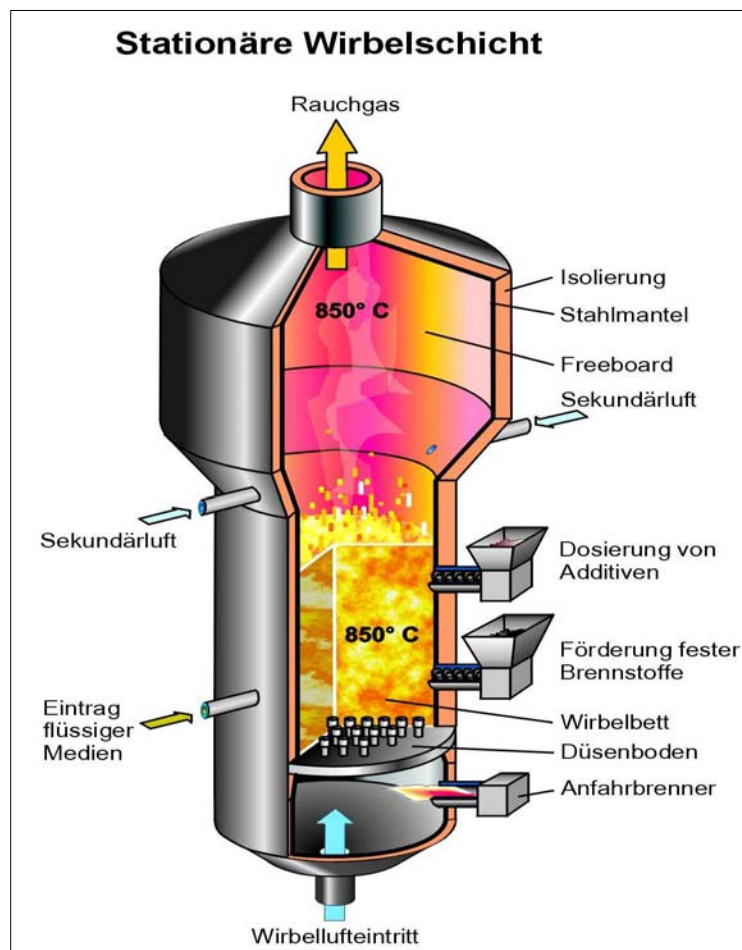
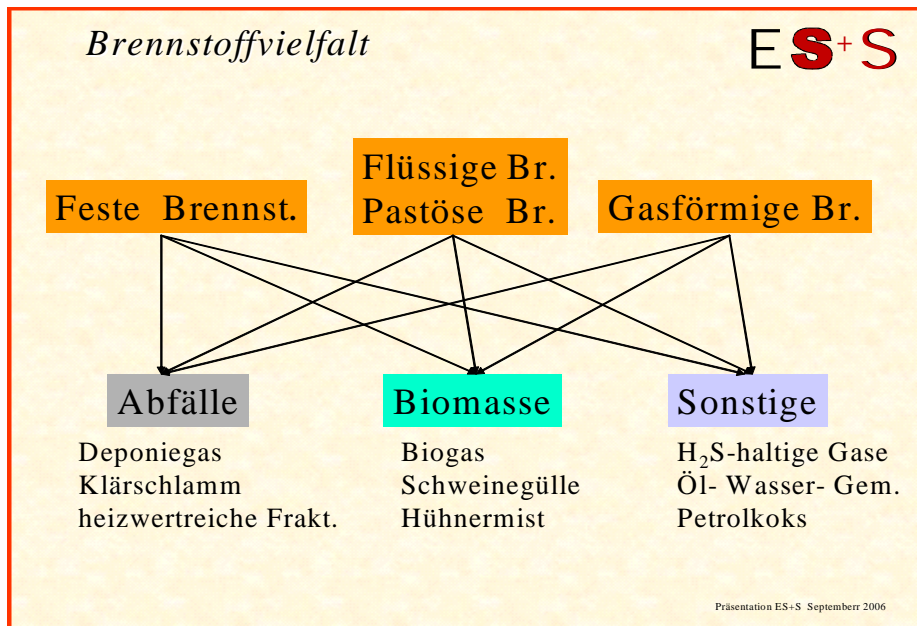


Abb.1 Prinzipieller Aufbau einer Stationären Wirbelschichtfeuerungsanlage

Die Einsatzbreite des Verfahrens und die Brennstoffvielfalt gehen aus folgenden Übersichten hervor:



Die Verbrennung in einer ES+S Wirbelschichtfeuerungsanlage ist durch folgende Verfahrensvorteile gekennzeichnet. Das Verfahren

- arbeitet ohne Stützfeuerung
- ist in weiten Leistungsbereichen einsetzbar
- kann Schwankungen der Zusammensetzung und des Aufkommens des Brennstoffes selbsttätig in definierten Grenzen aussteuern
- kann die Abgasenergie intern und extern zur Energieerzeugung eingesetzt werden.
- ist durch hohe Verfahrensstabilität und gute Automatisierbarkeit ausgezeichnet
- hat eine hohe Ausbrandqualität (geringste CO-Werte)
- kann zur Entschwefelung eingesetzt werden.

Ein Ansatz dieser Wirbelschichtfeuerung liegt in der energetischen Nutzung der Abgaswärme zur Dampf- und/oder Stromerzeugung .

Hersteller/Lieferant:**ES+S** Energy Systems & Solutions GmbH, RostockLebensdauer der Anlage:

Die Einzelkomponenten der Anlage sind so konfiguriert, dass eine Lebensdauer von deutlich mehr als 20 Jahren erwartet werden kann.



Abb. Wirbelschichtfeuerung- Reaktor mit Abgasleitung u. Zyklon

Genehmigungen

Bei Glycerin bzw. Schleimstoff oder DDGS handelt es sich um Biomasse. Dennoch sind Emissionsvorschriften einzuhalten, nämlich die der TA Luft. Diese Fragen sind mit der zuständigen Genehmigungsbehörde zu klären. Die zulässigen Emissionsgrenzwerte

werden durch unsere Anlage nicht überschritten. In Abhängigkeit der Zusammensetzung der Brennstoffe ist auch ggf. die Entstaubung bzw. eine Rauchgasreinigungsanlage auszulegen.

Referenzen

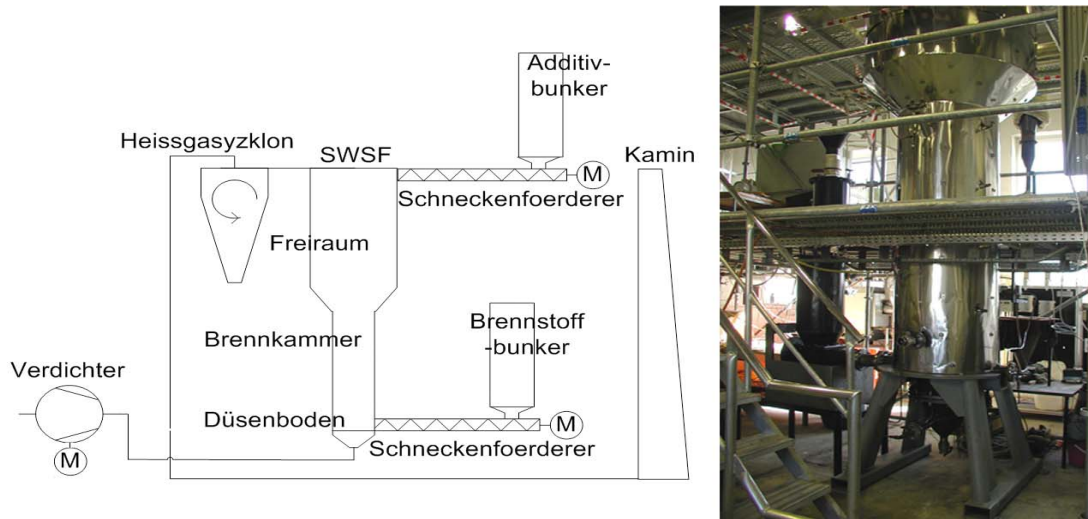
Für den oben dargestellten Brennstoffeinsatz gibt es derzeit (noch) keine Referenz. Für die Einzelanlagen Wirbelschichtfeuerung und Abhitzekessel sowie Entstaubung liegen entsprechende Referenzen vor. Diese machen deutlich, dass diese Systeme hohe Verfügbarkeiten besitzen und somit die Gewähr für eine stabile energetische Nutzung bieten. Konkrete Gespräche werden derzeit für den Ersteinsatz geführt.

4 Verbrennung von Glycerin / Schleimstoff

In Zusammenarbeit mit der Universität Rostock, Lehrstuhl Umwelttechnik, Leitung Prof. Dr.-Ing. habil. D. Steinbrecht, wurden in den letzten Wochen eine Reihe von Verbrennungsversuchen mit diesen beiden Stoffen in der Technikumsanlage der Universität Rostock durchgeführt. Besonders berücksichtigt werden musste dabei der Salzgehalt an NaCl, KCl und Kaliummethylsulfat. Auszugsweise wird nachfolgend der Bericht zu diesen Versuchen zitiert:

„Energetische Nutzung von Glycerin in der Stationären Wirbelschichtfeuerung (SWSF)

Am LS Umwelttechnik wird zum Thema Rest- und Abfallverwertung in der Stationären Wirbelschichtanlage geforscht. In dieser Feuerung können auch landwirtschaftliche Reststoffe, wie z.B. Glycerin, eingesetzt werden. Die Vorteile einer solchen Anlage sind neben hohem Ausbrand, der sauberen Verbrennung und der Unempfindlichkeit gegenüber Heizwertschwankungen: vor allem die Einfachheit und Robustheit der Technologie. Abbildung 1 zeigt die SWSF DN 400 am LS Umwelttechnik.

Abb.1: Schema und Foto der SWSF DN 400 am LS Umwelttechnik

Zur Prüfung der Feuerungstauglichkeit des Brennstoffes Glycerin werden Versuche am Lehrstuhl durchgeführt. Der Brennstoff wird mittels Schleusensystem und Schneckenförderer/ Pumpsystem gegen den Druck des Wirbelbettes in die Brennkammer gefördert (s. Abb. 1). Gekennzeichnet ist das Verfahren durch ein stabiles Temperaturniveau im Wirbelbett und Freeboard der Anlage. Dies charakterisiert eine kontinuierliche Brennstoffförderung. Die erste Versuchsreihe wird durchgeführt ohne jede Art von Rauchgasbehandlung. Dies ist dem Versuchsziel geschuldet, eine unveränderte Verbrennungsrückstande des Brennstoffes zu erzeugen. gesetzlichen Grenzwertes. Der Summenparameter $yC_{org}^{(3)}$ ist erfahrungsgemäß und aufgrund der benannten Vorteile einer SWSF vernachlässigbar. Die CO- Konzentration kann als Indikator für eine saubere Verbrennung herangezogen werden.

Die Schwefeldioxid-Emissionen tangieren den gesetzlichen Grenzwert von $SO_2 = 50 \text{ mg/m}^3(\text{N})RG_{tr}$. Einfach und günstig lassen sich solche Emissionen mit dem in der SWSF bereits integriertem Verfahren der Trockensorption minimieren. Dabei wird Kalkstein über einen Schneckenförderer in den Verbrennungsraum gefördert (s. Abb. 1). Dieser setzt sich mit sauren Schadgasen (SO_2 , HCl) über eine Neutralisationsreaktion zu unschädlichen Produkten um, die über das Freeboard ausgetragen werden. Mit Heißgaszyklonen und Gewebefiltern können die Stäube abgeschieden werden. Das Verfahren der Trockensorption ist an der SWSF des LS Umwelttechnik erprobt.

Eine erhöhte Stickoxidemission ist ebenso wie SO_2 eine feuerungsunabhängige Emission, die ihre Quelle im Brennstoff hat. Zur ihrer Minimierung bietet sich im Verfahren SWSF das SNCR- Verfahren ⁽⁴⁾ an, - ein in der Praxis erprobtes Verfahren, bei dem ein

³ yC_{org} : Konzentration gasförmiger organischer Kohlenwasserstoffe (Summenparameter)

⁴ SNCR: Selective Non Catalytic Reduction (engl.: Selektive Nicht-Katalytische Reduktion)

Reduktionsmittel zur Minimierung der Stickoxide in den heißen Rauchgasstrom einge-
düst wird.

Darüber hinaus werden am LS Umwelttechnik derzeit Versuche zur primären Nutzung
von festen Reduktionsmittel zur Rauchgas-Entstickung durchgeführt.

Eine sichere Brennstoffförderung kann auch über längere Zeiträume gewährleistet wer-
den.

Die Reststoffe des Verfahrens Flugstäube bestehen aus Asche und Bettabrieb. Zum
Einsatz dieser Aschen als phosphorhaltiges Düngemittel werden an der Universität der-
zeit Versuche durchgeführt(wenn biogener Brennstoff)

Das Ziel: die Rauchenergie energetische zu nutzen, kann durch Wärmeauskopplung
mittels Wärmeübertrager problemlos erfolgen. Hier können am Markt etablierte Aggre-
gate - der Leistung der SWSF- Anlage entsprechend angepasst - integriert werden.“

5 Bewertung der Testergebnisse für Glycerin

Eine flammenlose Wirbelschicht -Verbrennung des mit Kaliummethylsulfates versetzten
Glycerin erscheint möglich, wenn die Schicht nicht heißer als 820°C betrieben wird.
Maßnahmen zur SO₂ – Einbindung sind erforderlich. Dies kann auch direkt in der Wir-
belschichtfeuerung erfolgen.

Weitere Versuche haben inzwischen gezeigt, dass bei dieser genannten Temperatur
eine stabile Verbrennung erreicht werden kann. Es sind weitere Versuche konzipiert,
um auch über 850°C verbrennen zu können.

6 Bewertung der Testergebnisse für Schleimstoffe

Es ist technisch möglich den Schleimstoff trotz sehr geringem Ascheschmelzpunktes
stabil und umweltgerecht zu verbrennen. Damit ist eine energetische Nutzung dieses
äußerst komplizierten Brennstoffes möglich. Die Verbrennungstemperatur darf bei dem
eingesetzten Schleimstoff 760°C nicht überschreiten!

7 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass durch die spezifischen Parameter und Eigenschaften unseres Verfahrens sichergestellt werden kann, dass diese flüssigen Brennstoffe mit sehr niedrigem Ascheschmelzpunkt stabil und umweltgerecht verbrennt werden können. Die energetische Nutzung der Rauchgase kann mit den erforderlichen Dampfparametern als Prozessdampf für die Biodieselanlage zu Verfügung gestellt werden. Des weiteren ist festzustellen, dass für

- + die Einzelkomponenten Verbrennung und Dampferzeugung liegen mehrjährige Betriebserfahrungen vor.

- + Die Anlage wird die Emissionsbedingungen der TA - Luft einhalten.

- + Wartung und Betriebsfernüberwachung werden durch ES+S wahrgenommen.