

Einsatzmöglichkeiten von Sekundärbrennstoffen
zur stofflichen Verwertung

Vortrag von

Thomas Obermeier

***Vorsitzender der Geschäftsführung der
Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe GmbH***

Vortrag
Entsorgungssicherheit 2010, 12.3.2001

Gliederung

- 1 Grundstruktur des SVZ-Abfallverwertungssystems**
- 2 Einsatzstoffe und Anforderungen der Vergasungstechniken an die Aufbereitung**
- 3 Aufbereitung fester Abfälle**
 - 3.1 Aufbereitung von verschmutzten und vermischten Altkunststoffen (z. B. DSD-Mischfraktion)
 - 3.2 Aufbereitung von Gemischen fester Abfälle zu mechanisch und thermisch stabilen Pellets
 - 3.3 Aufbereitung von Klärschlämmen
 - 3.4 Aufbereitung von kontaminiertem Altholz zu Hackschnitzeln
 - 3.5 Aufbereitung von pumpfähigen flüssigen und pastös/festen Teerprodukten aus Sanierungsvorhaben
 - 3.6 Einsatz von Tiermehl und tierischen Fetten
- 4 Aufbereitung flüssiger Abfälle**
- 5 Vergasung der aufbereiteten Abfälle in der Festbettdruck-, Schlackebad- und Flugstromvergasung des SVZ**
 - 5.1 Festbettdruckvergasung (FDV)
 - 5.2 Schlackebadvergasung (BGL-Vergasung)
 - 5.3 Flugstromvergasung
- 6 Ausgewählte Ergebnisse der rohstofflichen Verwertung von Abfällen im SVZ**
- 7 Zukünftige Entwicklungsrichtungen**

1 Grundstruktur des SVZ-Abfallverwertungssystems

Im Februar 2001 wurde im Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe die millionste Tonne Abfall vergast. Seit 1992, dem Beginn der Umprofilierung des einstigen Druckgaswerkes zum modernen Recyclingpark wurde eine stetige Steigerung der eingesetzten Abfallmenge erreicht.

Die qualitativen und quantitativen Fortschritte bei der Verwertung hochkalorischer Abfälle gingen in den vergangenen Jahren stets einher mit der Ertüchtigung der vorhandenen Anlagentechnik und dem Aufbau von Neuanlagen.

(Folie Mengen 1992-2000)

Die ursprünglich für die Vergasung von Stein- und Braunkohlen entwickelte klassische Festbettdruckvergasung (FDV) wurde nach 1991 zur kombinierten Vergasung von Gemischen aus hochkalorischen Abfällen und Kohle weiterentwickelt. Es werden derzeit 7 Reaktoren mit einem Vergasungsstoffdurchsatz von 12 - 16 t/h je Reaktor betrieben. Der Anteil fester Abfallgemische beträgt gegenwärtig über 70 % vom Stoffdurchsatz der Gesamtanlage.

Nach Abschluss der Inbetriebnahmevorbereitungen der weltweit ersten Schlackebadvergasungsanlage zum Zwecke der Abfallvergasung (British Gas/LURGI-Verfahren, BGL-Vergasung) wurden im Jahre 2000 die ersten Probebetriebsfahrten des neuen Vergasers erfolgreich durchgeführt. Zurzeit erfolgt eine schrittweise Erhöhung der Zumischrate für Abfälle und die Vergasung verschiedener Abfallgemische, sogenannter Menüs. Nach erfolgreichem Abschluss der Inbetriebnahme- und Probebetriebsphase wird der BGL-Vergaser im Gesamtverbund des SVZ betrieben werden.

Ausgehend von der im Juli 1998 erteilten neuen Betriebsgenehmigung nach Bundesimmissionsschutzgesetz auf Basis der 17. BImSchV für alle SVZ-Anlagen wird die schrittweise Erhöhung des Abfallanteiles in der FDV und Schlackebadvergasung auf max. 85 % vorgenommen. Im Jahr 2000 wurde die Erhöhung auf einen Abfallanteil von über 75 % für die Gesamtanlage bereits mehrfach erreicht.

Flüssige und pastöse Abfälle werden im SVZ in 2 Flugstrom-Reaktoren mit einer Leistung von je ca. 15 t/h vergast. Neben dem Einsatz wasserfreier Abfallöle (Hauptbrennstoff) konnte dabei der Einsatz hoch feststoffbelasteter wasserhaltiger Slurryprodukte (Zweitbrennstoff) anteilig bis auf max. 9 t/h gesteigert werden.

Zweck der Abfallvergasung im SVZ ist die Erzeugung von Rohsynthesegasen, die nach Teilkonvertierung des Gasstromes aus der Flugstromvergasung, Mischung der Rohsynthesegase aus der Festbettdruckvergasung / Schlackebadvergasung / Flugstromvergasung / Konvertierung und sorgfältiger Reinigung des Gasgemisches vollständig in einer katalytischen Niederdruck-Methanol-Syntheseanlage eingesetzt werden (Kupferkontakt). Die bei der Synthese anfallenden erheblichen Purgegas-mengen bilden den Einsatzstoff für das SVZ-Kombikraftwerk. Durch diesen Gas- und Dampfturbinen-Block wird der Strom- und Wärmebedarf des SVZ und der externen Luftzerlegungsanlage sowie der Dampfbedarf der Abfallvergasung gedeckt.

Verkaufsprodukte des SVZ sind Methanol, elektrische Energie und ein Teilstrom des Synthesegases.

Im kommerziellen Betrieb wurden im Jahr 2000 über 300.000 t feste Abfallstoffe in Synthesegas umgewandelt und ca. 120.000 t Methanol produziert.

(Folie Mengenentwicklung mit Plan 2001)

Das Synthesegas aus dem Schlackebadvergaser soll nach Abschluss des Probebetriebes aufgrund seiner Zusammensetzung ebenfalls teilkonvertiert werden und stellt in Zukunft eine der Hauptsäulen der Synthesegasbereitstellung für die SVZ-Methanolproduktion dar.

2 Einsatzstoffe und Anforderungen der Vergasungstechniken an die Aufbereitung

In der Festbettdruckvergasung und Schlackebadvergasung können feste Abfälle mit einem möglichst hohen Energiegehalt, wie zum Beispiel Altkunststoffe, Klärschlämme, Hausmüll und hausmüllähnlicher Gewerbeabfall, Altgummi, Shredderleichtfraktion, Altholz, Elektronikschrott, Lack- und Farbreste, heizwertreiche Reste aus der mechanisch-biologischen Abfallaufbereitung und andere kohlenwasserstoffhaltige Abfälle, eingesetzt werden.

Flüssige und pastöse Haupteinsatzprodukte sind neben den Teeren und Ölen aus der Festbettvergasung kontaminierte Altöle, Ölkomponenten, die aus Öl-Wasser-Gemischen gewonnen werden, Chemierestprodukte und Slurry-Produkte, sowie Teeröl-Wasser-Feststoffgemische aus Sanierungsvorhaben.

Die genannten Abfallstoffe, insbesondere die festen Abfälle sind in ihrer primären Darbietungsform überwiegend nicht als Vergasungsstoff einsetzbar.

Von großer Bedeutung für die stabile Beherrschung der Festbettdruck- und Schlackebadvergasung ist deshalb die vergasungsgerechte Aufbereitung der festen Abfälle zu einem stückigen Vergasungseinsatzstoff, der definierten Anforderungen genügt. Zur Qualitätsbewertung werden dabei vorrangig die Stückgröße, die Materialdichte, die mechanische Festigkeit (Transportfestigkeit) und die thermische Stabilität herangezogen.

(Folie Einsatzkriterien).

Die zur Vergasung aufbereiteten Abfälle werden als feste, stückige Stoffe mit Körnungen zwischen 10 mm und 100 mm in einer Bunkeranlage zwischengelagert. Neben der Abfallaufbereitung ist auch die Konditionierung oder Mischung unterschiedlicher Abfallarten nach dem thermischen Zerfallsverhalten, den Schadstoffanteilen, den Aschegehalten und dem Ascheschmelzverhalten vor der Zuführung zum Vergasungsreaktor erforderlich.

Abfälle und Kohle werden von den Aufgabestellen mit Gurtbandförderern auf zwei separaten Bandstraßen zu den Bunkern der Festbettreaktoren transportiert. Jedem Reaktor ist ein Bunker mit einem Nutzvolumen von etwa 100 m³ zugeordnet. Die

Bunker können je nach Abfallart und Vorbehandlung etwa 45 t bis 60 t Vergasungsstoff aufnehmen.

Flüssige Einsatzstoffe für die Flugstromvergasung werden im SVZ so aufbereitet, dass sie folgenden Kriterien genügen:

Wassergehalt: ≤ 2 Vol.-%

Feststoffgehalt: < 2 Ma.-%

Alle flüssigen Produkte, die diese Kriterien nicht erfüllen, werden der Verarbeitungslinie Slurryprodukte zugeordnet. Eine Begrenzung des Wassergehaltes und des Feststoffgehaltes wird in diesem Fall nicht vorgenommen. Die Produkte müssen jedoch noch pumpfähig sein. Diese Forderung begrenzt den zulässigen Feststoffgehalt in der Praxis bei ca. 35 Ma.-%.

3 Aufbereitung fester Abfälle

3.1 Aufbereitung von verschmutzten und vermischten Altkunststoffen (z. B. DSD-Mischfraktion)

Diese Abfälle werden in der SVZ-eigenen Kompaktieranlage durch Shreddern zerkleinert, von Metallen befreit (Magnetscheidung) und auf Extruderanlagen zu so genannten Kunststoffkompaktaten verpresst.

Diese Kompaktate werden durch die beim Pressvorgang entstehende Wärme (ca. 100 °C) gebildet, die zum Aufschmelzen thermoplastischer Kunststoffanteile führt. Die Kapazität der Anlage beträgt ca. 35 kt/a. Es sind dabei 4 Doppelschneckenextruder im Einsatz.

Eine große Teilmenge an Mischkunststoffen, die im SVZ den Vergasungsanlagen zugeführt werden, wird durch Vertragspartner aufbereitet und bereits in stückiger

Form im SVZ angeliefert. Neben Kompaktierverfahren analog der SVZ-Anlage werden dabei auch Pellets erzeugt.

3.2 Aufbereitung von Gemischen fester Abfälle zu mechanisch und thermisch stabilen Pellets

Die Konfiguration der im SVZ im Einsatz befindlichen Anlage ist im folgenden Bild dargestellt.

(Folie Abfallaufbereitung)

Mit dieser Technik können Hausmüll, hausmüllähnlicher Gewerbeabfall und Sortierreste, aber auch Shredderleichtgut, Elektronikschrott, Altholz, Altpapier, Produktionsabfälle, Restabfälle aus mechanisch-biologischen Abfallaufbereitungsanlagen u.a. verarbeitet werden.

Der von Wertstoffen (Metalle, Nichteisenmetalle) und Inerten (Glas, Steine, Keramik, Sand, Asche) befreite, zerkleinerte und getrocknete Abfall wird auf Matrizenpressen pelletiert.

Im Ergebnis der Aufbereitung werden Abfallpellets erzeugt, die den o. g. qualitativen Anforderungen der Vergasung entsprechen.

Die bisher vorliegenden Betriebserfahrungen beim kommerziellen Betrieb dieser Anlage zeigten, dass die eingesetzte Technik nicht stabil genug arbeitete und daher die projektierte Durchsatzkapazität und Verfügbarkeit nicht erreicht wurde.

Aus den vorliegenden Betriebserfahrungen wurde daher ein in mehrere Etappen gegliedertes Ertüchtigungsprogramm aufgelegt. Die ersten drei Umbauetappen zur Ertüchtigung der Abfallzerkleinerung, der Trocknung und Zwischenlagerung vor der Pelletierung sowie der Transportsysteme sind bereits erfolgreich abgeschlossen worden. Abgeschlossen wurde im Jahr 2000 ebenfalls die Ertüchtigung des Pressenkomplexes.

Trotz dieser Umbauarbeiten wurden im Jahr 2000 bereits über 50.000 t Abfälle in dieser Anlage zu Pellets verarbeitet.

Der Umbau des Komplexes Siebung/Sichtung zur Störstoffaushaltung wurde im Februar 2001 abgeschlossen. Derzeit werden die Funktionsproben an den umgebauten Anlagenteilen durchgeführt.

Mit der Ertüchtigung des Sichterkomplexes wird die Qualität der ausgeschleusten Inertstoffe den Zuordnungskriterien der Deponieklasse II der TA Siedlungsabfall genügen.

3.3 Aufbereitung von Klärschlämmen

Die Festbettdruckvergasung benötigt ein stückiges Einsatzgut, das in der im Reaktor vorliegenden Schüttung vom Vergasungsmittel gut umströmt werden kann. Ein solches Einsatzgut kann einfach und kostengünstig durch die Zumischung kammerfiltergepresster Schlämme mit einer schollig-brockigen Konsistenz zu Steinkohlenknorpeln oder Braunkohlenbriketts erzeugt werden. In dieser Form sind in Schwarze Pumpe bereits über 35.000 t Schlämme verwertet worden. Nachteilig ist bei dieser Arbeitsweise die starke Begrenzung der anteiligen Klärschlammmenge im Abfallgemisch wegen erhöhter Feinkornbildung in der Reaktorschüttung.

Ungenügend entwässerte Klärschlämme mit einer schmierig-klebrigen Konsistenz bereiten Schwierigkeiten beim Transport zum Reaktor.

Die bessere, zukunftssträchtige Lösung stellt die Brikettierung getrockneter Klärschlämme - etwa 90% TR - auf klassischen Formkanal-Stempelpressen dar, die in Schwarze Pumpe früher für die Braunkohlenbrikettierung eingesetzt wurden. Im Zeitraum von 1994 bis 1996 war eine großtechnische Demonstrationsanlage mit Durchsätzen von 15 t/h in Betrieb, mit der etwa 10.000 t Schlämme verpresst wurden.

Die einzelnen Klärschlämme unterscheiden sich teilweise erheblich in der Brikettierfähigkeit. Die wichtigsten Einflussgrößen sind Wassergehalt und Kornstruktur, die

wesentlich durch das angewendete Trocknungsverfahren beeinflusst werden, Grad der Ausfäulung und Art der Schlammkonditionierung.

In den Jahren 1995/96 wurde, aufbauend auf den Betriebserfahrungen mit der Demo-Anlage, die Betriebsanlage des SVZ zur Klärschlamm-Brikettierung errichtet. Die Anlage kann bis zu 80.000 t/a Trockenklärschlamm verpressen. Durch die weitere Ausgestaltung des Betriebs-Know-hows ist es gelungen, die Verfahrensführung in der Praxis so zu verbessern, dass kommunaler Klärschlamm ohne Brikettierhilfsmittel verpresst werden kann. Die erzeugten Klärschlamm-Briketts genügen den bereits dargestellten Anforderungen der Festbettdruckvergasung.

Die Belieferung der SVZ mit Trockenklärschlamm wird in den kommenden Jahren wesentlich durch die Berliner Wasserbetriebe (BWB) gesichert. Die zur Erfüllung des abgeschlossenen langfristigen Vertrages erforderlichen Trocknungsanlagen wurden in Berlin errichtet.

Während der Zeit der Planung und Realisierung dieser Anlagen betrieben die BWB in Waßmannsdorf eine zweisträngige semimobile Trocknungsanlage, in der Klärschlammgranulat hergestellt wurde. Dieses Granulat kam in Schwarze Pumpe in einer Gesamtmenge von ca. 14.000 t in der Festbettdruckvergasung zum Einsatz. Es erfolgte eine direkte Zumischung zu anderen Abfallstoffen ohne weitere Aufbereitung.

Industrielle und kommunale Schlämme mit sehr hohen Aschegehalten mussten bis 1998 zur Einhaltung der Qualitätskriterien im Gemisch mit Trockenbraunkohle verpresst werden. Mit zunehmender Mengenbelieferung an kommunalen Trockenklärschlämmen ist es gelungen, ein Fahrweiserregime aufzubauen, das den Einsatz von Trockenbraunkohle seit 1999 nicht mehr erforderlich macht.

Um flexibel auf Markterfordernisse reagieren zu können, wurde das Verfahren der Zumischung filtergepresster oder zentrifugierter Schlämme zum eingesetzten Abfallgemisch nicht eingestellt. Mit der Erarbeitung weiterer Betriebserfahrungen und der Umstellung des Kohleanteiles auf Steinkohle in der Festbettdruckvergasung konnte

die Zumischrate solcher feinkörniger Stoffe bis auf 20 % erhöht werden. Die Aufbereitung des Klärschlammes zu einem stückigen vergasungsgerechten Brikett stellt dennoch die Vorzugslösung dar.

3.4 Aufbereitung von kontaminiertem Altholz zu Hackschnitzeln

In der Holzhackanlage werden vorzugsweise belastete Althölzer zum Einsatzstoff für die Vergasung aufbereitet.

Aus Altholz, wie zum Beispiel Bahnschwellen, die im Zusammenhang mit der Sanierung oder Stilllegung von Bahnstrecken der Deutschen Bahn AG oder von Bergbauanlagen anfallen, Telefonmasten, Hopfenstangen und anderem Abbruchholz, wird Eisen entfernt. Anschließend wird das zumeist in sperriger Form angelieferte Holz mit spezieller Maschinenteknik gehackt (rotierender Hacker, ca. 300 U/min.). Entstehendes Feinkorn kann abgeseibt und in der Abfallaufbereitungsanlage mit verarbeitet werden.

3.5 Aufbereitung von pumpfähigen flüssigen und pastös/festen Teerprodukten aus Sanierungsvorhaben

Für die Aufbereitung von Teerprodukten aus Sanierungsvorhaben wurde im SVZ eine spezielle, in dieser Form einmalige, innovative Technologie realisiert.

(Folien Teeröl / Teerschlamm)

Die flüssigen/pastösen, pumpfähigen Teeranteile werden dabei mit einer Dickstoffpumpe aus dem Teersee abgezogen und am Standort Zerren in einer neu errichteten Anlage aufbereitet.

Diese Anlage besteht aus 2 beheizbaren und mit Rührwerk ausgestatteten Spitzbehältern von je ca. 200 m³ Fassungsvermögen und zwischengeschalteter Nasszerkleinerungstechnik. Auf diese Weise wird eine homogene, gut transportfähige Slur-

ry-Suspension erzeugt, die als Mischkomponente dem Zweitbrennstoff der Flugstromvergasung zugegeben werden kann.

Der Anlagentechnik zur Aufbereitung der festen Teeranteile liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich Granulate, die durch das Vermischen von Teerprodukten mit Trockenklärschlamm hergestellt werden können, auf Matrizenpressen zu transportfesten und thermostabilen Pellets verpressen lassen.

Der in den Altdeponien Terpe und Zerze gewonnene fest-pastöse Teerschamm wird dabei in geschlossenen Muldenkippern, Absetzmulden oder Containern zum SVZ transportiert und in einen speziellen Annahmehunker verkippt. Der Hunker ist mit einem hydraulisch verschließbaren Deckel und einem Greifer ausgestattet.

In der Brikettfabrik für Klärschlamm befindet sich bereits die Brikettieranlage für getrockneten Klärschlamm mit den entsprechenden Vorratssilos. Der Teerschamm wird in einem Mischer mit Trockenklärschlamm vermischt. Die Zuspeisung einer geringen Menge zentrifugiertem Nassklärschlamm ist möglich. Der Teerschamm wird zwei Trocknern zugeführt, in denen bei Temperaturen von 110 bis 120 °C Benzen, leichte Öle und Wasser aus dem Teerschamm abgetrieben werden. Die hierbei erzeugten Dämpfe werden in einem Röhrenkühler weitgehend kondensiert.

Das Restgas wird durch thermische Nachverbrennung schadlos gemacht. Das Kondensat fließt zum Tanklager und wird hier mit vorhandenen Anlagen aufbereitet.

Das getrocknete Mischgut wird über eine Dosier- und Mischschnecke den 3 Pelletierpressen zugeführt. Der Pelletierung schließt sich ein Pelletkühler an. Anfallendes Feinkorn wird zurückgeführt.

Diese Neuanlage zur Aufbereitung fester und pastöser Teerschlämme befindet sich derzeit in der Probetriebsphase.

3.6 Einsatz von Tiermehl und tierischen Fetten

Erfahrungen mit der Verarbeitung derartiger tierischer Abfälle hat das SVZ bereits seit 1999 gesammelt, als ca. 3.000 t flüssiger Rindertalg aus Irland in den Vergasungsanlagen verarbeitet wurden.

Nach Ausbruch der BSE-Krise war das SVZ damit auch sofort in der Lage, die entsprechenden Verwertungsmöglichkeiten anzubieten.

Mit den vorliegenden Genehmigungen des Regierungspräsidiums Dresden sind auch die behördlichen Voraussetzungen zur umweltfreundlichen Verwertung der tierischen Abfälle gegeben.

Tiermehl kann im Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe in verschiedener Form angeliefert und verarbeitet werden. In Abhängigkeit von der Anlieferungsform erfolgt entweder

bei Anlieferung als Pellet	der Direkteinsatz in den Vergasungsanlagen
bei Anlieferung in loser Schüttung	die Aufbereitung und Pelletierung in der Teerschlammpelletierungsanlage oder die Aufbereitung und Pelletierung in der Abfallaufbereitungsanlage mit anschließender Vergasung in den FDV- oder BGL-Vergasungsanlagen

Tiermehl besitzt hervorragende Pelletierungseigenschaften und wird vorzugsweise als 16-mm-Pellet in der Vergasung eingesetzt.

Die Anlieferung in bereits pelletierter Form stellt für das SVZ die effektivste Form des Einsatzes von Tiermehl dar. Die in geschlossenen Containern als lose Schüttung angelieferten Pellets können ohne weitere Aufbereitung über die Bunker- und Zwischenlagerkapazitäten des SVZ direkt dem Vergasungsprozess zugeführt werden.

Sollte eine externe Pelletierung des Tiermehls nicht möglich sein, kann die Anlieferung im SVZ auch in loser Schüttung mit Silofahrzeugen oder Spezialcontainern erfolgen.

Tierfette werden im SVZ flüssig als Heißmaterial mit Temperaturen von mindestens 70°C im Tankfahrzeug angenommen. Die technische Kapazität beträgt 60.000 t/a, was eine Anliefermenge von maximal 200 t/Tag zur Folge hat.

Neben der erforderlichen Anlieferungstemperatur von 70°C sollten die angelieferten tierischen Fette einen Wassergehalt und einen Feststoffgehalt von jeweils < 2% besitzen.

Die Verarbeitung erfolgt im SVZ als Direkteinsatz in den Flugstromvergasungsreaktoren bei Temperaturen von ca. 1.600 °C und einem Druck von 25 bar in reduzierender Atmosphäre.

Hervorzuheben ist, dass sowohl beim Tierfett als auch beim Tiermehl eine durchgängige Verarbeitung in geschlossenen Systemen erfolgt, so dass Emissionen nach außerhalb der Anlage ausgeschlossen sind.

4 Aufbereitung flüssiger Abfälle

Die von den Vertragspartnern im Annahmetanklager angelieferten flüssigen Abfälle werden im Gemisch mit SVZ-Flüssigprodukten, die bei der Abkühlung der heißen Rohsynthesegase gewonnen werden, aufbereitet und verarbeitet.

Die Aufarbeitung flüssiger Kohlenwasserstoffe verfolgt zwei Zielrichtungen:

- a.) Herstellung eines weitgehend wasserfreien und feststoffarmen Vergasungsöles (Wassergehalt < 2 Vol.-%, Feststoffgehalt < 2 Ma.-%), das in der Flugstromvergasung als so genannter Hauptbrennstoff eingesetzt wird.

Dazu werden die Leicht-, Mittel- und Phenolöle aus der FDV und BGL-Vergasung gemeinsam mit externen Produkten, wie Öl-Wasser-Gemischen, Altölen,

Suspensionen, Emulsionen, Chemiereststoffen u. Ä. in Tankanlagen gesammelt, wobei gleichzeitig durch Sedimentation Feststoffe und durch Dichtentrennung die Hauptmenge an Wasser abgetrennt werden kann. Das restliche Wasser wird durch Destillation separiert.

- b.) Herstellung eines stabilen, gut pumpfähigen Slurryproduktes als so genannter Zweitbrennstoff für die Flugstromvergasung.

Dazu werden externe Slurryprodukte (Öl-/Feststoff-/Wassergemische) mit heißen SVZ-Teeröl-/Feststoffgemischen aus der Festbettdruckvergasung gemischt (ca. 80 °C). Zur Erreichung einer weitgehenden Zerkleinerung größerer Feststoffpartikel sind in der Transportstrecke zum Vergaser Nasszerkleinerer im Einsatz.

In diese Verarbeitungslinie werden seit 1999 auch die Slurryprodukte eingespeist, die als flüssige, pumpfähige Anteile aus dem Teersee Zerre gewonnen werden.

5 Vergasung der aufbereiteten Abfälle in der Festbettdruck-, Schlackebad- und Flugstromvergasung im SVZ

(Folie Vergaserarten)

5.1 Festbettdruckvergasung (FDV)

Die für die Vergasung von Stein- und Braunkohlen entwickelte klassische Festbettdruckvergasung, auch Drehrostvergasung genannt, wurde zur kombinierten Vergasung von Abfall-/Kohle-Gemischen weiterentwickelt. Die Reaktoren werden mit einem Vergasungsstoffdurchsatz von 12 bis 16 t/h pro Einheit betrieben.

Ausgehend von der im Juli 1998 erteilten Betriebsgenehmigung nach Bundes-Immissionsschutzgesetz für alle SVZ-Anlagen wird die schrittweise Erhöhung des Abfallanteiles in der FDV auf maximal 85 % vorgenommen. Im Jahre 2000 wurde die Erhöhung auf 75 % durchgängig über längere Zeiträume erreicht.

Die Ergebnisse durchgeführter Testfahren über jeweils ca. 1 Woche zeigen, dass darüber hinaus die volle Ausschöpfung des genehmigten Abfallanteiles technisch beherrscht werden kann.

Die Festbettdruckvergaser mit integrierter Gaskühlung und Wärmegewinnung sind als klassische Gegenstrom-Schachtreaktoren ausgeführt und arbeiten bei einem Betriebsdruck von 25 bar mit den Vergasungsmitteln Sauerstoff und Wasserdampf. Der Vergasungsstoff wird über ein Schleusensystem in einen Reaktor (3,6 m Durchmesser und 9 m Höhe) gebracht, in welchem er bei Temperaturen von 800 - 1 000 °C vergast wird. Der Vergasungsstoff und das Vergasungsmittel werden im Gegenstrom durch den Reaktor geführt. Der Vergasungsvorgang ist ein autothermer Prozess, bei dem der Wärmebedarf durch die ablaufenden chemischen Reaktionen gedeckt wird. Der Kohlenstoffanteil des eingesetzten Vergasungsstoffes reagiert mit dem Vergasungsmittel zu stofflich nutzbaren Gasen. Nicht brennbare, mineralische Bestandteile der Einsatzprodukte bleiben in der Schlacke zurück. Im Reaktor selbst herrscht eine reduzierende Atmosphäre. Die Maximaltemperaturen liegen bei 1 200 - 1 300 °C.

Das im Oberteil des Reaktors ausströmende Gas gibt die Wärme an das Vergasungsgut ab. Es enthält neben unzersetztem Wasserdampf auch Staubpartikel sowie Teer- und Ölbestandteile. Diese Bestandteile werden in anschließenden Verfahrensstufen abgetrennt, aufgearbeitet und in den SVZ-Flugstrom-Vergasungsanlagen eingesetzt. Die gesinterte Schlacke wird mittels Drehrost unten aus dem Reaktor ausgetragen.

5.2 Schlackebadvergasung (BGL-Vergasung)

Die sehr guten Betriebserfahrungen mit den FDV-Reaktoren führten im SVZ zu der Entscheidung, das von den Firmen British-Gas und LURGI für die Vergasung von Steinkohlen und Koksen entwickelte Schlackebadvergasungsverfahren (BGL-

Vergasung) erstmalig in der Welt für den Anwendungszweck der Abfallvergasung einzusetzen.

Die zum Einsatz gebrachte Technik der Schlackebadvergasung ist eine innovative Weiterentwicklung der in Westfield/Schottland mit Steinkohlen erprobten Schlackebadvergaser. Durch LURGI Envirotherm GmbH als Anlagenplaner und -errichter wurde dabei ein Scale up gegenüber dem größten bisher betriebenen Schlackebadvergaser von ca. 2,3 realisiert, wobei der innere Schachtdurchmesser auf 3,6 m erweitert wurde und ein Vergasungsstoffdurchsatz von ca. 30 t/h erreicht wird.

Das Design im Oberteil des neuen Vergasers ist wesentlich von den im SVZ vorliegenden großtechnischen Betriebserfahrungen zur Abfallvergasung in der FDV geprägt. Dies betrifft beispielsweise das Equipment zur Vergasungsstoffzuführung, zur Gestaltung der Gasabführung und der Rückführung von Teeröl-Feststoff-Gemischen. Zusätzlich wurde eine Dosierschleuse eingebaut, mit der ein quasi kontinuierlicher Vergasungsstoffeintrag in den Reaktor erzielt wird.

Das Know-how im Reaktorunterteil (u.a. Vergasungsmittelzuführung über Düsensysteme, Realisierung eines stabilen Schlackebades, Schlackeabzug- und Schlackegranulierung) fußt auf großtechnischen Betriebserfahrungen von British Gas/LURGI mit sehr unterschiedlichen Kohlequalitäten, die über ca. 10 Jahre in Westfield gesammelt wurden.

Ein Schlackebadvergaser verarbeitet stündlich etwa doppelt soviel Abfälle wie ein Drehrostreaktor bei einem um 85% niedrigerem Dampfverbrauch und entsprechend geringerem Anfall von aufzuarbeitendem Prozesswasser.

Der Wesensunterschied des neuen Vergasers zu den Festbettdruckvergasern liegt in der Betriebsweise mit flüssigem Schlackebett und flüssigem Schlackeabzug zur Betriebsweise mit dem Abzug fester, gesinterter Schlacke bei der FDV.

Wesentliche Charakteristika des Schlackebadvergasers sind folgende:

- Die Vergasungsstoffbeschickung erfolgt von oben über zwei parallel angeordnete Vergasungsstoffschleusen und eine danach befindliche Dosierschleuse.

Diese Dosierschleuse wird bei Reaktordruck betrieben und ermöglicht eine nahezu kontinuierliche Zuführung der Abfälle in die Reaktionszone.

- Der Gaserzeuger ist ein zylindrischer Behälter mit wassergekühltem Doppelmantel und zusätzlicher keramischer Auskleidung des Innenmantels zum Schutz vor hohen Temperaturen. Er ist nur zur Hälfte mit Vergasungsstoff gefüllt (ca. 6,5 m). Im Gaserzeuger laufen die Prozessstufen Aufheizung, Trocknung, Pyrolyse und Vergasung der Abfälle sowie Oxidation des verbleibenden Restkohlenstoffgehaltes einschließlich Verflüssigung der Schlacke nacheinander ab. Zur Aufrechterhaltung einer ausreichend niedrigen Viskosität der flüssigen Schlacke kann ein Flussmittel (Kalkstein) dem Vergasungsstoff bei Bedarf beigemischt werden.
- Im Oberteil des Gaserzeugers befindet sich ein Schüttschacht, kombiniert mit einem speziellen Rohgasabgang und einer Teerölfeststoffeindüsung.
- Im Unterteil des Vergasers sind sechs Vergasungsmitteldüsen in gleichen Abständen am Umfang verteilt, über welche dem Gaserzeuger Vergasungsdampf und Sauerstoff zugeführt wird (Mischungsverhältnis 1 : 1). Darüber hinaus kann über die Düsen auch Öl und über zwei Düsen auch ein Teeröl-Feststoff-Gemisch gefahren werden.
- Ein Ringbrenner an der tiefsten Stelle des Vergasers, unmittelbar unter dem Abstich installiert, hält die Schlackenabstichdüse frei und regelt den Schlackenabstich.
- Ein Quenchbehälter und eine darunter angeordnete Schlackeschleuse ermöglichen die Granulierung und den Austrag der Schlacke.
- Der Schlackeabzug erfolgt diskontinuierlich.
- Der Waschkühler besitzt für die Rohgasquenchung einen Gaswasserdruckkreislauf.
- Das aus dem Oberteil des Schlackebadvergasers abgezogene Rohgas wird im Waschkühler gequench und über Abhitzeessel wird das Wärmepotential, ähnlich wie bei den SVZ-Drehrostreaktoren, zur Abhitzedampferzeugung genutzt.

Die technische Ausstattung der Schlackebadvergasungsanlage ermöglicht eine hohe Flexibilität im Fahrbetrieb. Dazu seien einige Beispiele genannt:

- Die Gestaltung des Vergasungsstoffbeschickungskomplexes gestattet eine kontinuierliche Vergasungsstoffzuführung in den Reaktor.
- Die Bespannung der Vergasungsstoffschleusen und die Spülung der Dosierschleuse erfolgt mit kaltem Gas, sodass ein Verkleben beim Einsatz thermoplastischen Materials verhindert werden kann.
- Feinkorn kann aus dem Vergasungsstoff vor Reaktoreintritt mittels Absiebung ausgehalten werden.
- Der Vergaser besitzt einen ausreichend großen Leerraum zur Reduzierung und Vergleichmäßigung der Gasgeschwindigkeit und Staubrückhaltung.
- Im Vergaser kann die Schütthöhe des Vergasungsstoffes variiert werden. Eine festgelegte Mindestschütthöhe bietet stets ein ausreichendes Vergasungsstoffpotential.
- Erzeugte Teer-Öl-Gemische können wieder im Vergaser verwertet werden. Dabei erfolgt die Zuführung sowohl im Oberteil als auch über die Zufuhrdüsen des Vergasungsmittels im Reaktorunterteil.

5.3 Flugstromvergasung

Die bei der Festbettdruckvergasung anfallenden kontaminierten Teere und Öle werden im Gemisch mit anderen belasteten flüssigen Kohlenwasserstoffen in den Flugstromvergasungsanlagen des SVZ eingesetzt.

Externe Einsatzstoffe sind dabei zum Beispiel Slurryprodukte, Altöle, Ölkomponenten, die aus Öl-Wasser-Gemisch gewonnen werden, Suspensionen, Emulsionen, flüssige Chemiereststoffe und Teerölfeststoffprodukte aus Sanierungsvorhaben.

Bei der Flugstromvergasung handelt es sich um 2 unterschiedliche Verfahrensvarianten zur thermisch nichtkatalytischen Spaltung von Kohlenwasserstoffen. Die mit Feuerfestmaterial ausgemauerten oder mit einem Kühlsystem ausgerüsteten Reaktoren arbeiten je nach Bauart bei Temperaturen im Bereich zwischen 1.350 und 1.800 °C und werden bei 25 bar Betriebsdruck gefahren.

Der flüssige Vergasungsstoff wird über einen Dampf-Zerstäuberbrenner in den Reaktor gebracht und mit reinem Sauerstoff vergast. Die flüssig ablaufende Schlacke wird in ein Wasserbad gegeben und erstarrt in verglaste Form.

6 Ausgewählte Ergebnisse der rohstofflichen Verwertung von Abfällen im SVZ

Die SVZ-Anlagen sind aus der Überführung und Modernisierung der vorhandenen Vergasungsanlagen (Festbettdruckvergaser und Flugstromvergaser) und durch Neuerrichtung der Anlagenkomponenten für Abfallaufbereitung, Lagerung und Umschlag sowie der Gasverarbeitungsanlagen (Methanolanlage, Kraftwerksanlagen, Liefersystem zu Fa. Knauf) ab 1995 entstanden. Die Modernisierung wurde bei laufendem Betrieb der Vergasungsanlagen durchgeführt. Neuanlagen waren in den Verbund einzugliedern bei gleichzeitiger Herauslösung des SVZ-Verbundes aus dem Verbundsystem der LMBV / Laubag.

Ab Mitte 1997 konnte der kommerzielle Betrieb der stofflichen Verwertungskette Aufbereitung – Vergasung – Methanolerzeugung – Stromerzeugung aufgenommen

werden. Nach mehrjährigem Betrieb kann eine gute Verfügbarkeit der Einzelanlagen und des Anlagenverbundes festgestellt werden. Dabei ist die Sicherstellung einer hohen Verfügbarkeit der Kraftwerkstechnik wegen der zentralen Bedeutung der Prozessdampfversorgung (35, 16, 5 bar-System), der Kesselspeisewasserversorgung und der Stromeigenversorgung sowie die Verfügbarkeit der Sauerstoffversorgung (Einstranganlage bei der Fa. AGA Deutschland GmbH) bestimmend.

Auf dieser Grundlage liegen im SVZ belastbare Bilanzdaten des kommerziellen Anlagenbetriebes vor, die zeigen, dass ausgehend vom Kohlenwasserstoffpotential eines Abfallstoffes unterschiedliche Ergebnisse der rohstofflichen Verwertung erreicht werden.

Als Beispiele sollen die Methanol- und Stromausbeuten im Ergebnis einer Massen- und Energiebilanzreduzierung

- beim Einsatz eines kompaktierten Altkunststoffes
 - beim Einsatz von unaufbereitetem Haus- und Gewerbemüll
 - beim Einsatz eines Gemisches von Abfallpellets/Kohle
- gezeigt werden.

(3 Folien)

Diese Ergebnisse belegen, dass mit dem rohstofflichen Recycling im SVZ-Abfallverwertungssystem eine innovative und in dieser Gesamtheit und Komplexität bisher einmalige Lösung für die stoffliche Verwertung verschiedenster Abfälle zur Verfügung steht, wobei das Hauptprodukt Methanol Neuwarequalität aufweist.

Einige der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten für Methanol sind in der folgenden Übersicht dargestellt.

(Folie Methanolanwendungen)

Zur Verarbeitung des SVZ-Produktes Methanol errichtet die Firma FSB zurzeit auf am Standort Schwarze Pumpe eine Anlage zur Herstellung von Formaldehyd.

Der weitaus größte Teil des erzeugten Methanols wird jedoch in Chemieanlagen außerhalb des Standortes verarbeitet, ein Teil wird auch exportiert.

7 Zukünftige Entwicklungsrichtungen

Mit der Übernahme des Sekundärrohstoff-Verwertungszentrums Schwarze Pumpe durch die Global Energy Inc., Cincinnati im Jahre 2000 sind sowohl für die Vermarktung des SVZ-Verfahrens, als auch für den Standort Schwarze Pumpe selbst neue, weitreichende Perspektiven entstanden.

Global Energy verfolgt als technologieorientiertes Unternehmen zwei wesentliche Zielrichtungen:

- Ausbau der Verwertungskapazität am Standort Schwarze Pumpe
- Vermarktung der SVZ-Technologie zur Erzeugung von vielfältig anwendbarem Synthesegas aus hochkalorischen Abfallstoffen

Kurzfristig ist vorgesehen, durch Ausnutzung der vorhandenen Vergasungsanlagenkapazität und die geplante Ertüchtigung und Erweiterung der momentan als begrenzender Faktor vorhandenen peripheren Anlagen am Standort Schwarze Pumpe eine Vergasungskapazität von 1 Mio t/a zu erreichen.

Damit stehen z. B. für die stoffliche Verwertung von Pellets aus Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen noch vor 2005 weitere freie Kapazitäten zur Verfügung.

Das SVZ verfolgt dabei die Zielrichtung, die mechanische oder mechanisch-biologische Vorbehandlung dezentral, d.h. auf dem Territorium der jeweiligen Gebietskörperschaften, anzusiedeln. Die in diesen dezentralen Anlagen erzeugten Pellets werden dann zentral in Schwarze Pumpe stofflich verwertet.

Neben einer weitgehenden Reduzierung von Transporten wird dabei auch ein Wertschöpfungseffekt vor Ort in den jeweiligen Gebietskörperschaften erreicht.

Für die Realisierung dieses Modells haben sich bereits mehrere öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger entschieden, so zum Beispiel im Dezember 2000 der Abfallwirtschaftsverband Chemnitz.

Langfristig soll ein Ersatz der Festbettdruckvergasungsanlagen durch die effizienter arbeitende Technologie der Vergasung nach dem BGL-Verfahren erfolgen.

Parallel zu diesen Vorhaben am Standort Schwarze Pumpe ist eine weltweite Vermarktung der SVZ-Technologie zur Synthesegaserzeugung aus hochkalorischen Abfällen geplant. Im Mittelpunkt des Interesses stehen dabei Standorte mit bereits vorhandenen Vergasungsanlagen, insbesondere auf Kohlebasis, sowie Standorte an denen bisher die Synthesegasherstellung aus Primärrohstoffen erfolgt.

Mit dem in Schwarze Pumpe gesammelten Know-how, sowohl auf dem Gebiet der Vergasung als auch bei der Aufbereitung verschiedenster Abfallstoffe soll perspektivisch an ausgewählten Standorten eine sinnvolle Synergie zwischen Synthesegasherstellung und Abfallverwertung realisiert werden.

Das an den sich mittlerweile häufenden Anfragen aus europäischen Ländern aber auch aus Afrika, Australien und Asien messbare große Interesse am SVZ unterstreicht den innovativen und zukunftssträchtigen Charakter dieser Technologie zur stofflichen Verwertung und sinnvollen Nutzung hochkalorischer Abfälle.

Kontakt:

TOMM+C Thomas Obermeier Management & Consulting

Thomas Obermeier

Nieritzweg 23

14165 Berlin

Tel.: +49 30 / 84 50 95 53

Fax: +49 30 / 815 96 99

E-Mail: info@tomm-c.de