

***Methanol aus Klärschlamm in der
SVZ Schwarze Pumpe GmbH***

Dr. Bernd Buttke und Thomas Obermeier

Gliederung

- 1 Technische Grundstruktur des SVZ-Abfallverwertungssystems
- 2 Einsatzstoffe und Anforderungen der Vergasungstechniken an die Aufbereitung
- 3 Aufbereitung von Klärschlämmen
- 4 Aufbereitung von pastös/festen Teerprodukten aus Sanierungsvorhaben unter Einsatz getrockneter Klärschlämme
- 5 Vergasung der aufbereiteten Klärschlämme in der Festbettdruck- und Schlackebadvergasung des SVZ
 - 5.1 Festbettdruckvergasung (FDV)
 - 5.2 Schlackebadvergasung (BGL-Vergasung)
- 6 Gas- und Wasserreinigung
- 7 Ergebnisse der rohstofflichen Verwertung von Klärschlamm im SVZ-Verfahren
- 8 Ausblick

1 Technische Grundstruktur des SVZ-Abfallverwertungssystems

In der Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe GmbH (SVZ) wird ein Anlagenverbund zur stofflichen und energetischen Verwertung kohlenwasserstoffhaltiger fester, flüssiger und pastöser Abfälle betrieben (**Bild 1**).

Die für die Vergasung von Stein- und Braunkohlen entwickelte klassische Festbett-druckvergasung (FDV) wurde zur kombinierten Vergasung von Abfall-/Kohle-Gemischen weiterentwickelt. Es werden 7 Reaktoren mit einem Vergasungsstoffdurchsatz von 12 - 16 Mg/h je Reaktor betrieben. Der Anteil fester Abfallgemische beträgt gegenwärtig ca. 70 % vom Stoffdurchsatz der Gesamtanlage.

Nach Abschluss der Inbetriebnahmevorbereitungen der weltweit ersten Schlackebadvergasungsanlage zum Zwecke der Abfallvergasung (British Gas/LURGI-Verfahren, BGL-Vergasung) befindet sich die Anlage im Probebetrieb.

Ausgehend von der im Juli 1998 erteilten neuen Betriebsgenehmigung nach Bundesimmissionsschutzgesetz für alle SVZ-Anlagen wird die schrittweise Erhöhung des Abfallanteiles in der FDV und Schlackebadvergasung auf 85 Ma.-% vorgenommen. Im Jahr 2001 wird bereits die Erhöhung auf einen Abfallanteil von 75 Ma.-% (feste Abfälle) für die Gesamtanlage erreicht.

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

Zweck der Abfallvergasung 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 Purgegasmengen werden als Brennstoff für das SVZ-Kombikraftwerk genutzt. Durch diesen Gas- und Dampfturbinen-Block (GuD) wird der Strom- und Wärmebedarf des SVZ und der externen Luftzerlegungsanlage sowie der Dampfbedarf der Abfallvergasung gedeckt. Verkaufsprodukte des SVZ sind Methanol, Strom, ein Teilstrom an Synthesegas und Gips.

Im kommerziellen Betrieb sollen im Jahr 2001 über 300.000 Mg feste Abfallstoffe in Synthesegas umgewandelt und ca. 120.000 Mg Methanol produziert werden.

Das Synthesegas aus dem Schlackebadvergaser wird auf Grund seiner Zusammensetzung ebenfalls teilkonvertiert 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 solche Abfälle, wie 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 für die Flugstromvergasung sind neben Teeren und Ölen aus der Festbettvergasung kontaminierte Altöle, Ölkomponenten, die aus Öl-/Wassergemischen separiert werden, Chemierestprodukte und Slurry-Produkte, vorrangig Teeröl-Wasser-Feststoffgemische aus Sanierungsvorhaben.

Die auf dem Markt vorhandenen festen Abfallstoffe sind in ihrer primären Darbietungsform überwiegend nicht als Vergasungsstoff einsetzbar.

Von großer Bedeutung für die stabile Beherrschung der Festbettdruck- und Schlackebadvergasung ist daher die vergasungsgerechte Aufbereitung dieser 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 (**Bild 2**).

Die zur Vergasung aufbereiteten Abfälle werden als feste, stückige Stoffe mit Körnungen zwischen 10 mm und 100 mm in einer Bunkeranlage bzw. in Boxenbereichen 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 und des Schlackebadreaktors transportiert. Jedem Reaktor der FDV ist ein Bunker mit einem Nutzvolumen von etwa 100 m³ zugeordnet. Die Bunker können je nach Abfallart und Vorbehandlung etwa 45 Mg bis 60 Mg 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 Verarbeitungsschiene Slurryprodukte zugeordnet. Eine Begrenzung des Wassergehaltes und des Feststoffgehaltes wird in diesem Fall nicht vorgenommen. Die Produkte müssen aber noch pumpfähig sein. Diese Forderung begrenzt den zulässigen Feststoffgehalt in der Praxis bei ca. < 35 Ma.-%.

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 in den Jahren 1993 bis 1999 ca. 35.000 Mg 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 und führen zu einer erhöhten Anlagenverschmutzung.

Die bessere, zukunftssträchtige Lösung stellt die Brikettierung getrockneter Klärschlämme - etwa 90 % TS - 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 Mg/h in Betrieb, mit der etwa 10.000 Mg Schlämme verpresst wurden. Das entstehende Produkt - das Klärschlammbrickett - zeigt **Bild 3**.

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 Klärschlammbrickettierung errichtet. Das Grobfließbild zeigt **Bild 4**. Die Anlagenkapazität beträgt 80.000 Mg/a Trockenklärschlamm. Durch die weitere Ausgestaltung des Betriebs-Know-hows ist es gelungen, die Verfahrensführung in der Praxis so zu verbessern, dass kommunaler Klärschlamm, beispielsweise aus Berlin-Waßmannsdorf, ohne Brikettierhilfsmittel („pur“) verpresst werden kann. Die erzeugten Klärschlammbricketts genügen den oben dargestellten Anforderungen der Festbettdruckvergasung.

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

Während der Zeit der Planung, Realisierung und Erprobung 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 Mg 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 Trockenklär-

schlÄmmen ist es gelungen, ein Fahrweiserregime aufzubauen, das den Einsatz von Trockenbraunkohle seit 1999 nicht mehr erforderlich macht.

Das Verfahren der Zumischung filtergepresster oder zentrifugierter SchlÄmme zum eingesetzten Abfallgemisch wurde nie gÄnzlich eingestellt, beispielsweise, um anfallende EigenklÄrschlÄmme aus der biologischen Abwasserreinigung des SVZ verwerten zu können. Mit der Erarbeitung weiterer Betriebserfahrungen und der Umstellung des Kohleanteiles auf Steinkohle in der Festbettdruckvergasung konnte die Gesamtzumischrate feinkörniger Sonder(abfall)stoffe bis auf 20 % erhöht werden.

4 Aufbereitung von pastös/festen Teerprodukten aus Sanierungsvorhaben unter Einsatz getrockneter KlÄrschlÄmme

Für die Aufbereitung von pastös/festen Teerprodukten aus Sanierungsvorhaben ist im SVZ eine Neuanlage mit einer speziellen innovativen Technologie errichtet worden. Das verfahrenstechnische Grobflieschema zeigt **Bild 5**.

Der Anlagentechnik liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich Granulate, die durch Vermischen von Teerprodukten mit TrockenklÄrschlamm hergestellt werden können, auf Matrizenpressen zu transportfesten und thermostabilen Pellets verpressen lassen.

Der in den Altdeponien an den Standorten Terpe und Zerre (Teerseen) gewonnene fest/pastöse Teerschlamme wird dabei in verschließbaren Muldenkippern, Absetzmulden oder Containern zum Territorium der KlÄrschlamm-Brikettieranlage des SVZ transportiert und in einen Annahmehunker verkippt. Der Bunker ist mit einem hydraulisch verschließbaren Deckel und einem Zwangsaustragssystem ausgestattet. Das Zwangsaustragssystem gestattet in Verbindung mit einer Förderschnecke einen dosierten Austrag des Teerschlammes. Der Teerschlamme wird in einem Mischer mit TrockenklÄrschlamm (ca. 90 – 95 % TS) vermischt. Die Zuführung des TrockenklÄrschlammes erfolgt dabei aus den Vorratssilos der SVZ-KlÄrschlamm-Brikettierung. Die Zuspeisung einer geringen Menge zentrifugierten NassklÄrschlammes ist mg-

lich. 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 Kondensat fließt zum Tanklager und wird hier mit vorhandenen Anlagen aufbereitet. Das Restgas wird durch thermisch-katalytische Nachverbrennung schadlos gemacht.

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

Die Neuanlage zur Aufbereitung fester und pastöser Teerschlämme befindet sich seit Dezember 2000 im Probetrieb. Die Anlagenkapazität zum Einsatz von Trockenklärschlamm liegt bei ca. 60.000 Mg/a. Die erzeugten Teerschamm-/Klärschlamm-Pellets werden als Gemischkomponente den Festbettvergasern bzw. der Schlackebadvergasung zugeführt.

5 Vergasung der aufbereiteten Klärschlämme in der Festbettdruck- und Schlackebadvergasung im SVZ

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. Es werden 7 Reaktoren mit einem Vergasungsstoffdurchsatz von 12 bis 16 Mg/h pro Einheit betrieben.

Ausgehend von der im Juli 1998 erteilten neuen Betriebsgenehmigung nach Bundesimmissionsschutzgesetz für alle SVZ-Anlagen wird die schrittweise Erhöhung des Abfallanteiles in der FDV auf 85 % vorgenommen. Nachdem im Jahr 2000

bereits ein durchschnittlicher Abfallanteil von 70 % in der Gesamtanlage gefahren werden konnte, soll im Jahr 2001 die Erhöhung auf 75 % durchgängig erreicht werden.

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

Die Festbettdruckvergaser (**Bild 6**) mit integrierter Gaskühlung und Wärmerückgewinnung 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 bis 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. Eine Übersicht über die chemischen Hauptreaktionen zeigt **Bild 7**. Es entstehen die stofflich nutzbaren Gase Wasserstoff und Kohlenmonoxid. Nicht brennbare, mineralische Bestandteile der Einsatzprodukte bleiben in der Schlacke zurück. Im Reaktor selbst herrscht eine reduzierende Atmosphäre. Die Maximaltemperaturen liegen bei 1.200 bis 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, aufbereitet 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/LURGI für die Vergasung von Steinkohlen und Koksen entwickelte Schlackebadvergasungsverfahren (BGL-Vergasung) erstmalig in der Welt für den Anwendungszweck der Abfallvergasung einzusetzen.

Die Technik der Schlackebadvergasung zum Zwecke der Abfallverwertung (**Bild 8**) 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 über 30 Mg/h erreicht werden soll.

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 werden soll.

Das Know-how im Reaktorunterteil (u. a. Vergasungsmittelzuführung über Düsen-systeme, gleichzeitige Öl- und Teereinspeisung über die Düsen, Realisierung eines stabilen Schlackebades, Schlackeabzug und -granulierung) fußt auf großtechnischen Betriebserfahrungen von British Gas/LURGI mit sehr unterschiedlichen Kohlequalitäten. Der Testbetrieb in Westfield wurde dabei über einen Zeitraum von ca. 10 Jahren durchgeführt.

Der Schlackebadvergaser befindet sich im Probetrieb. Die Auflage der Genehmigungsbehörde, zunächst die volle Funktionsfähigkeit des Gesamtverfahrens im Steinkohlenbetrieb zu demonstrieren, wurde im Jahr 2000 erfüllt. Damit sind die Vor-

aussetzungen zur Durchführung des Probetriebes mit unterschiedlichen Abfällen geschaffen worden.

Der Schlackebadvergaser wird stündlich ca. doppelt soviel Abfälle verarbeiten, wie ein Drehrostreaktor bei wesentlich niedrigerem Dampfverbrauch (ca. 85 % niedriger) und entsprechend geringerem Anteil von aufzuarbeitendem Prozesswasser.

Der Wesensunterschied des neuen Vergasers zu den Festbettdruckvergasern liegt in der Betriebsweise mit flüssigem Schlackebad 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 darunter befindliche Dosierschleuse. Diese Dosierschleuse wird bei Reaktordruck betrieben und ermöglicht eine nahezu kontinuierliche Zuführung der Abfälle in den Reaktor.
- Der Gaserzeuger ist ein zylindrischer Behälter mit wassergekühltem Doppelmantel und zusätzlicher keramischer Auskleidung des Innenmantels zum Schutz vor hohen Temperaturen. Er ist im Normalbetrieb nur zur Hälfte mit Vergasungsstoff gefüllt (ca. 6 m Betthöhe). 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 die dem Gaserzeuger Vergasungsdampf und Sauerstoff im Gemisch mit hoher Geschwindigkeit zugeführt wird (Mischungsverhältnis 1 : 1). Darüber hinaus kann über vier Düsen zusätzlich Mittelöl 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 Schlackeabstich.
- Ein Quenchbehälter und eine darunter angeordnete Schlackeschleuse ermöglichen die Granulierung und den Austrag der Schlacke.
- Der Schlackeabzug erfolgt diskontinuierlich und wird so geregelt, dass das Schlackebad erhalten bleibt.
- Der Waschkühler besitzt für die Rohgasquenchung einen Gaswasserdruckkreislauf.
- Das aus dem Oberteil des Schlackebadvergasers abgezogene Rohgas wird im Waschkühler gequenchet und über einen Abhitzekessel 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, so dass 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 Vergasungs-stoffpotential.
- Erzeugte Teer-Öl-Gemische können wieder im Vergaser verwertet werden. Dabei erfolgt die Zuführung sowohl im Oberteil als auch über die Zufühdüsen des Vergasungsmittels im Reaktorunterteil.

6 Gas- und Wasserreinigung

Die in den FDV-Vergasern und im Schlackebadvergaser gewonnenen Rohgase werden in Wasch-/Kühlreaktoren schockartig abgekühlt. Dadurch werden De-Novo-Synthesen von Dioxinen und Furanen beim Einsatz halogenhaltiger Abfälle ausgeschlossen. Bei der weiteren Kühlung des Rohgases wird das Wärmepotential für die Erzeugung von Abhitzedampf genutzt. Durch indirekte Kühlung mit Kühlwasser wird das Gas anschließend bis auf Umgebungstemperatur abgekühlt.

Den Vergasungsanlagen ist eine leistungsfähige Gasreinigungsanlage nachgeschaltet, in der nach dem Prinzip der Tieftemperaturwäsche mit Methanol bei Temperaturen bis - 60 °C die unerwünschten Begleitstoffe ausgewaschen und Synthesegasreinheit erreicht wird. Die bei dieser Verfahrensstufe entstehenden Entspannungsgase werden gemeinsam mit anderen Anfallgasen (z. B. Schleusen- und

Dämpfgase) in einer Kesselanlage verbrannt. In der nachgeschalteten Abgasentschwefelung wird Gips gewonnen.

In der Prozesswasserreinigung - bestehend aus Feststoff- und Ölabscheidung, Entphenolung durch Phenosolvanextraktion, NH₃-Strippung, Intensivbiologie mit reinem Sauerstoff und zweistufige Normalbiologie - werden Wasserschadstoffe zu ungefährlichen Verbindungen abgebaut oder entfernt.

Das gereinigte Synthesegas mit einem Wasserstoffanteil von etwa 60 % wird einer Methanolsynthese-Anlage (**Bild 9**) und einem Gas- und Dampfturbinenblock (**Bild 10**) zur Erzeugung von Strom, Prozessdampf und Wärme zugeführt.

Das Blockschaltbild der Synthesegasnutzung zeigt **Bild 11**.

Methanol ist ein vielseitig verwendbarer Chemierohstoff (**Bild 12**). Da im SVZ eine sehr hohe Stoffqualität erzeugt wird (internationale Spezifikation Grade AA und besser), ist die Vermarktungsfähigkeit gesichert. Vorrangig wird die chemische Stoffwirtschaft beliefert.

7 Ergebnisse der rohstofflichen Verwertung von Klärschlamm im SVZ-Verfahren

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, Liefersysteme zur Fa. Knauf) ab 1995 entstanden. Die Modernisierung wurde bei laufendem Betrieb der Vergasungsanlagen durchgeführt. Neuanlagen waren in den Verbund einzugliedern.

Ab Mitte 1997 konnte der kommerzielle Betrieb der Kette Aufbereitung – Vergasung – Methanolerzeugung – Stromerzeugung aufgenommen werden. Nach über zweijährigem 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 bar-, 16 bar-, 5 bar-System), der Kesselspeisewasserversorgung und der Strom-eigenversorgung sowie die höchstmögliche 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.

Der Einsatz von Klärschlamm im Einsatzstoffmix ist dabei, ausgehend von den dargestellten guten Ergebnissen der Aufbereitung, von hohem Interesse, weil das Klärschlammbrickett ein weitgehend problemlos beherrschbarer Vergasungsstoff ist. Insgesamt wurden im SVZ bisher ca. 115.000 Mg Klärschlamm zu Synthesegas verarbeitet. Dabei wurden Klärschlämme mit unterschiedlichen Kontaminationen an organischen Schadstoffen, Schwermetallen, Dioxinen/Furanen und anderen Schadstoffen eingesetzt. In allen Fällen wurde der umweltverträgliche Betrieb nachgewiesen. Durch die hohen Reaktionstemperaturen in den Reaktoren, die reduzierende Atmosphäre und die schockartige Abkühlung der Rohgase werden organische Schadstoffe vollständig zerstört und können sich auch nicht neu bilden. Die Gehalte an Dioxinen/Furanen im Synthesegas sind extrem niedrig (**Bild 13**). Die Schwermetalle werden in die entstehenden Schlacken eingebunden, deren Eluatwerte auch bei hohen Schwermetall-Einträgen unter den Grenzwerten der Deponieklasse I der TA Siedlungsabfall liegen.

Die Methanol- und Stromausbeuten der Klärschlammverwertung im SVZ-Verfahren, die im Ergebnis einer Massen- und Energiebilanzreduzierung bestimmt wurden, zeigt **Bild 14**. Die Berechnung bezieht sich auf den Einsatz von 1 Mg getrockneten Klärschlamm mit einem Heizwert von ca. 11 MJ/kg, bei einer Restfeuchte von 8 % und einem Inertanteil von 43,5 %. Die Methanolausbeute liegt in diesem Fall bei 160 kg und der Stromüberschuss, der an das öffentliche Netz abgegeben werden kann, bei 0,03 MWh. Es wurden 35 kg Gips erzeugt.

8 Ausblick

Die Klärschlammvergasung im SVZ wird kommerziell betrieben und technisch stabil beherrscht. Für die Aufbereitungs-, Vergasungs- und Gasverwertungsanlagen - Methanolanlage, Gas- und Dampfturbinenkraftwerk - liegt eine Dauerbetriebsgenehmigung nach BImSchG vor.

Klärschlämme stellen eine wesentliche Stoffgruppe im Abfallmix dar, der in den Festbettdruckvergasungsanlagen einschließlich der neu errichteten BGL-Vergasungsanlage zum Einsatz kommt. Von der genehmigten Abfalleinsatz-Kapazität von ca. 400.000 t/a ist ein Klärschlammanteil von ca. 70.000 bis 80.000 Mg/a, d. h. bis zu 20 % vorgesehen.

Damit bestehen in Schwarze Pumpe gute Voraussetzungen, Klärschlämme langfristig stofflich und energetisch zu verwerten. Das Nutzungskonzept des erzeugten Synthesegases ist auf die Methanolerzeugung und auf die Gewinnung von Hochdruckvergasungsdampf und Strom in einem GuD-Block ausgerichtet. Diese Anlagen sind seit 1997 in Betrieb und produzieren mit hoher Verfügbarkeit und Betriebssicherheit.

Bildverzeichnis

| | |
|---------|--|
| Bild 1 | Blockschaltbild der Verwertung von festen und flüssigen Abfällen |
| Bild 2 | Anforderungen an die Aufbereitung fester Abfälle |
| Bild 3 | Klärschlammbrickett |
| Bild 4 | Blockschaltbild Klärschlammbrickettierung |
| Bild 5 | Grobfließschema Teerschamm-Pelletierung |
| Bild 6 | Festbettdruckvergaser |
| Bild 7 | Chemische Reaktionen im Festbettdruckvergaser |
| Bild 8 | Schlackebadvergaser |
| Bild 9 | Übersichtsfließbild Methanolanlage |
| Bild 10 | Übersichtsfließbild Gas- und Dampfturbinenkraftwerk |
| Bild 11 | Blockschaltbild Vergasung und Gasverwertung im SVZ |
| Bild 12 | Verwendung von Methanol |
| Bild 13 | Dioxine/Furane im Reingas beim Einsatz von Klärschlämmen |
| Bild 14 | Mengen- und Energiebilanz der Klärschlammverwertung |

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