

Eignung der SVZ - Technologie
für die Verwertung von kommunalen Restabfällen

Vortrag von
Thomas Obermeier
Vorsitzender der Geschäftsführung
Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe GmbH

Einleitung

Die Deponierung von unbehandelten Restabfällen wurde durch den Gesetzgeber ab Mitte 2005 untersagt. Vor diesem Hintergrund stehen eine Vielzahl öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger vor der Aufgabe, neue Wege für die bisher auf Deponien verbrachten Siedlungsabfälle zu finden.

Das Problem besteht dabei darin, für den jeweiligen Anwendungsfall die geeignete Entsorgungslösung zu schaffen, die folgenden Prämissen gerecht wird:

-] Gesetzeskonformität
-] Zeitpunktgerecht
-] Kostengünstig
-] Umweltfreundlich

Unter diesen Aspekten reduzieren sich die auf dem Markt angebotenen Lösungen bereits erheblich, denn es kann beispielweise mit ziemlicher Sicherheit davon ausgegangen werden, dass es nicht möglich ist, nach der Vergabe einer ausgeschriebenen Restabfallmenge im Jahre 2001 ff. eine neue konventionelle Müllverbrennungsanlage zu errichten, die Mitte 2005 zum Dauerbetrieb bereitsteht, sofern bis zum jetzigen Zeitpunkt keine Planungsschritte eingeleitet sind.

Die bestehenden Randbedingungen erfordern also angepasste Lösungen, die den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern zum einen die uneingeschränkte Entsorgungssicherheit gewährleisten und zum anderen auf höchstem Umweltstandard eine kostengünstige Entsorgungslösung bieten.

Das SVZ bietet derartige Lösungsansätze, die den o.g. Ansprüchen an die Verwertung in vollem Umfang gerecht werden und darüber hinaus eine bisher in diesem Maßstab einzigartige Technologie der Verwertung von Abfällen und Herstellung hochwertiger Chemikalien in sich vereinen.

Verarbeitung von Restabfällen im SVZ

Seit der Umwandlung der einst für die Stadtgaserzeugung errichteten Braunkohleveredlungsanlagen zu einem der größten europäischen Recyclingbetriebe Anfang der 90er Jahre wurden im SVZ über 1 Millionen Tonnen Restabfälle verwertet. Dies erfolgte parallel zu der Ertüchtigung der Altanlagen und der Errichtung neuer Anlagen.

Der Positivkatalog des SVZ umfasst derzeit mehr als 100 Abfallarten.

Die Abfälle werden in verschiedenen vorgeschalteten Anlagen so aufbereitet, dass sie den spezifischen Anforderungen der Vergasungsanlagen genügen, wobei insbesondere die Einstellung der Parameter für die thermische und mechanische Festigkeit von Bedeutung ist.

Zur Verarbeitung von Restabfällen aus Haushalten und Gewerbeabfällen sowie einer erweiterten Einsatzpalette von Stoffen, hauptsächlich Kunststoffabfälle, wurde im SVZ eine Aufbereitungsanlage errichtet und in Betrieb genommen. Da die ursprünglich vorgesehene Maschinenkonfiguration die an sie gestellten Anforderungen nicht erfüllte, erfolgte in den Jahren 2000 und 2001 eine Ertüchtigung dieser Anlage.

Nach Abschluss der Ertüchtigungsmaßnahmen wurde im Februar und März 2001 ein umfangreiches Versuchsprogramm absolviert, wobei insbesondere auch die Frage beantwortet wurde, ob die Verarbeitung von städtischen Restabfällen mit der installierten Technik möglich ist und ob die Qualität der erzeugten Pellets die Einsatzkriterien der Vergasungsanlagen erfüllt.

Der gesamte Versuchsablauf wurde durch unabhängige Ingenieurbüros wissenschaftlich begleitet und dokumentiert.

Im Ergebnis der Versuchsfahrten mit über 1.000 t Berliner Restabfall konnte festgestellt werden, dass die nunmehr in der Abfallaufbereitungsanlage des SVZ

installierte Technik voll und ganz in der Lage ist, kommunale Restabfälle zu verarbeiten und die erzeugten Produkte den Anforderungen der Vergasungsanlagen in vollem Umfang genügen.

1.000 - Tonnen - Versuch

Die Restabfälle wurden per Bahn in insgesamt 48 Preßcontainern der BSR im SVZ angeliefert und in den Bunker der Abfallaufbereitungsanlage abgekippt.

Die Abfallaufbereitung besteht im wesentlichen aus den Verfahrensstufen

Zerkleinerung - Trocknung - Siebung / Sichtung - Pelletierung

Hauptprodukt des Aufbereitungsprozesses sind Pellets, die in den Vergasungsanlagen eingesetzt werden. Daneben werden Stoffe ausgehalten, die einer weiteren Verwertung zugeführt werden können. Desweiteren erfolgt eine erhebliche Reduzierung des Wassergehaltes.

Die in der Abfallaufbereitungsanlage des SVZ realisierte Technik ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

Die während der Versuchsdurchführung in der Abfallaufbereitungsanlage erzeugten Pellets wurden im Gemisch mit anderen aufbereiteten festen Abfällen in den Festbettdruckvergasern des SVZ umgesetzt. Bei Temperaturen von 800 °C bis 1300 °C und einem Druck von 2,5 MPa wird mittels Dampf und reinem Sauerstoff ein Synthesegas erzeugt, das verschiedene Gasreinigungsstufen durchläuft und anschließend in der Methanolsynthese eingesetzt wird. Die Vergasungsrückstände und enthaltene Schadstoffe werden sicher in eine Schlackematrix eingebunden. Die Vergaserschlacke wurde während des Behandlungsversuches ebenfalls beprobt und die Schadstoffgehalte analysiert.

Auf der Basis der verworgenen Outputströmen und der ermittelten Inputmenge wurde die im folgenden dargestellte Massenbilanz aufgestellt:

Materialstrom / -art	Masseanteil am Input
Input	100,00 %
Störstoffe Fe	0,11 %
Sonstige Störstoffe	0,04 %
Fe >200mm incl. Begleitstoffe	0,77 %
Fe 0-200 mm incl. Begleitstoffe	5,52 %
NE 60-200 mm incl. Begleitstoffe	0,39 %
Material vor Trockner	93,17 %
Trocknungsverlust (Wasserdampf)	28,10 %
Inertstoffe	3,26 %
Schwerstoffe	15,25 %
Leichtfraktion	46,58 %
Pelletierungsverlust (Wasserdampf)	1,74 %
Pellets	44,84 %

Die erzeugten Pellets wiesen folgende Materialeigenschaften auf:

Parameter	Mittelwert
Feuchte Pellets	6,2 Ma.-%
Schüttdichte Pellets	0,5 t/m ³
Aschegehalt wasserfrei	24,6 %
mechanische Festigkeit	85,8 %
thermische Festigkeit	23,5 %

Eine weitere Verbesserung der Materialeigenschaften kann durch eine Anpassung der Einstellungen an den Aufbereitungsaggregaten, z.B. der Matrizengeometrie, auf die Verarbeitung von Restabfällen erfolgen. Die im SVZ eingesetzten Aggregate sind speziell für die Verarbeitung von hohen Kunststoffanteilen optimal eingestellt, da im Normalfall in der Anlage Restabfälle stets im Gemisch mit Kunststoffabfällen durchgesetzt werden.

Ergebnisse des 1.000 - Tonnen - Versuchs

Folgende Ergebnisse konnten durch den Versuch festgestellt werden:

- Während der Verarbeitung des Berliner Restabfalls traten in den Anlagen keine nennenswerten Betriebsstörungen auf.
- Der Störstoffanteil war mit einem Massenanteil von ca. 0,1 Ma.-% sehr gering.
- Durch die Anlagentechnik wurden NE-Metalle und Eisenmetalle ausgehalten (externe Verwertung)
- Die separierten Schwerstoffe eignen sich sehr gut als Einsatzstoff in den Vergasungsanlagen.
- Die Abscheidung von Inertstoffen gewährleistet einen maximalen Schutz der Pelletierpressen und eine weitgehende Ascheaushaltung. Unter regulären Betriebsbedingungen können die Zuordnungswerte der Deponieklasse II gemäß AbIVVO eingehalten werden.
- Die im Rahmen der Abfallaufbereitung erzeugte Leichtfraktion, deren Heizwerte im Mittel bei $H_v = 16.500$ kJ/kg liegt, erfüllt auch z.B. die Annahmekriterien des Zementwerkes Rüdersdorf und in den wesentlichen Parametern die Richtwerte der Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe (BGS).
- Die Qualität der erzeugten Pellets war sehr gut, sowohl die Transport- als auch die Thermostabilität lagen über den Vorgabewerten. Bei der Vergasung der Pellets traten keine Störungen auf.

- Der Anteil der im Rahmen der Abfallaufbereitung erzeugten vergasbaren Produkte liegt bei ca. 60 %, wobei bezogen auf den Input etwa 45 % als pelletierte Sekundärbrennstoffe vorliegen.
- Für die Verarbeitung der Berliner Restabfälle wurden je Tonne Abfallinput 5,3 m³ Erdgas und 78,2 kWh elektrische Energie aufgewendet.

Folgende generelle Aussagen konnten in Auswertung des Versuches getroffen werden:

- Die Verarbeitung von Berliner Restabfällen ist mit der in der Abfallaufbereitungsanlage SVZ installierten Technik gut möglich.
- Aus dem Abfall können Pellets hergestellt werden, die in den Vergasern des SVZ stofflich verwertet werden können
- Im Rahmen eines zukünftigen Konzeptes kann das SVZ zur Entsorgungssicherheit im Lande Berlin beitragen.
- Die Anforderungen an eine zukünftige Abfallbehandlungsanlage einschließlich der Pelletierung der erzeugten Sekundärbrennstoffe werden durch die Anforderungen an Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften des zu pelletierenden Materials bestimmt (z.B. Restfeuchte, Inertstoffgehalte, Korngröße). Dementsprechend sind entsprechend geeignete Verfahrensstufen zu realisieren.

Verarbeitung von Restabfallpellets in den Vergasungsanlagen des SVZ

Die in der Abfallaufbereitung erzeugten Restabfallpellets werden in den Vergasungsanlagen des SVZ weiterverarbeitet.

Es werden im SVZ derzeit 7 Festbettdruckvergaser (FDV) mit einem Vergasungsstoffdurchsatz von 12 - 16 t/h je Reaktor betrieben. Der Anteil fester Abfallgemische beträgt gegenwärtig über 75 % vom Stoffdurchsatz der Gesamtanlage.

Nach Abschluss der Inbetriebnahmevorbereitungen des weltweit ersten Schlackebadvergaser zum Zwecke der Abfallvergasung (British Gas/LURGI-(BGL) Vergaser) wurde im Jahre 2001 der Leistungstest dieses neuen Vergasertyps im SVZ erfolgreich durchgeführt. Zurzeit erfolgt eine schrittweise Erhöhung der Zumischrate

für Abfälle und die Vergasung verschiedener Abfallgemische, sogenannter Menüs. Nach erfolgreichem Abschluss der Probetriebsphase wird der BGL-Vergaser im Gesamtverbund des SVZ betrieben.

Basierend auf der 1998 erteilten Betriebsgenehmigung nach Bundesimmissionsschutzgesetz (17. BImSchV) für alle SVZ-Anlagen wird die schrittweise Erhöhung des Abfallanteiles in der FDV und Schlackebadvergasung auf max. 85 % vorgenommen.

Flüssige und pastöse Abfälle werden im SVZ in 2 Flugstrom-Reaktoren (je ca. 15 t/h) vergast. Neben dem Einsatz wasserfreier Abfallöle (Hauptbrennstoff) erfolgt der Einsatz hoch feststoffbelasteter wasserhaltiger Slurryprodukte anteilig bis 9 t/h.

Zweck der Abfallvergasung im SVZ ist die Erzeugung von Rohsynthesegasen, die nach Mischung der Rohsynthesegase, Konvertierung und Reinigung des Gasgemisches in einer katalytischen Niederdruck-Methanol-Syntheseanlage eingesetzt werden. Die bei der Synthese anfallenden Purgegasmengen bilden den Einsatzstoff für das SVZ-GuD-Kraftwerk. Durch diesen Gas- und Dampfturbinen-Block wird der Strom- und Wärmebedarf des SVZ gedeckt.

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

Durch die weltweit bisher einmalige Kombination von hochentwickelten Technologien ist das SVZ in der Lage, Restabfälle und verschiedenste andere feste und flüssige Abfälle stofflich zu verwerten um daraus einen hochwertigen Grundstoff für die chemische Industrie zu erzeugen. Das SVZ unterscheidet sich durch diese höhere Qualität der Abfallverwertung grundlegend von allen bisher üblichen Abfallbehandlungsverfahren.

Systemvergleich SVZ - MVA

Durch das Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung wurde im August 2001 eine ökologische Analyse zur Verwertung von Restabfall im SVZ Schwarze Pumpe im Vergleich zur Müllverbrennung vorgelegt.

Die Studie untersucht die Verwertung von Restabfall im SVZ unter den aktuell vorliegenden Randbedingungen und vergleicht die Ergebnisse mit den Resultaten der energetischen Restabfallverwertung in Müllverbrennungsanlagen.

Für den Verfahrensvergleich wurden durch das Institut folgende Szenarien analysiert:

Szenario 1: Verwertung von Restabfall im SVZ-Verfahren (Input: 85 % (Masse) Restabfallpellets, 11 % Steinkohle, 4% Braunkohle). Die Aufbereitung des Restabfalls zu Pellets erfolgt am Ort der Erfassung. Bahntransport zum SVZ (Transportentfernung 100 km).

Substitution: Die Verwertungsprodukte Methanol und el. Strom substituieren Methanol auf Basis des deutschen Rohstoff-Mixes bzw. Strom aus dem bundesdeutschen Netz (Netzstrom BRD).

Szenario 2: Verwertung von Restabfall in einer durchschnittlichen Müllverbrennungsanlage mit 39% Nutzenergiegewinnung (31,3% Wärme, 7,7% als Strom)

Substitution: Strom aus MVA substituiert deutschen Netzstrom, Wärme aus MVA substituiert Wärme aus einem für Deutschland repräsentativen Mix von Industriekesseln.

Szenario 2-2: Verwertung von Restabfall in einer MVA mit optimierter Nutzenergieauskopplung. 70% der Brennstoffenergie werden als Dampf exportiert (reale Verhältnisse der MVA Borsigstr., Hamburg).

Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurden der Einfluss ergebnisrelevanter Parameter in weiteren Systemvarianten untersucht:

- SVZ-Verfahren mit Substitution von Methanol aus einem Weltrohstoff-Mix (73,4% Erdgas, 22,1% Schweröl, 4,5% Braunkohle)
- Höhere Transportentfernung (200 km und 500 km) beim Transport des aufbereiteten Restabfalls zum SVZ
- MVA mit Wirkungsgrad 15% und reiner Stromauskopplung

Für die genannten Szenarien wurden Energie- und Stoffflussanalysen durchgeführt und als Sachbilanzen dokumentiert. Die Ergebnisse der Sachbilanzen wurden in einer Wirkungsabschätzung zu Wirkungskategorien zusammengefasst.

Die ermittelten Wirkungsindikatorergebnisse beschreiben die potenziellen Umweltwirkungen eines Verwertungsverfahrens, jeweils im Vergleich zur Entsorgung des Restabfalls auf einer Siedlungsabfalldeponie.

Folgende Ergebnisse wurden ermittelt:

Ressourcenverbrauch

Energetisch bewertbare Ressourcen

Die Einsparung an energetisch bewertbaren Ressourcen die durch die Verwertung von Restabfall im SVZ-Verfahren im Vergleich zur Deponierung erreicht wird, beträgt 11,3 MJ pro kg verwertetem Restabfall, wenn das Verwertungsprodukt Methanol im Bezugssystem Methanol aus Deutschland substituiert. Die Energieeinsparung sinkt auf 8,6 MJ/kg verwerteten Restabfall für den Fall, dass Methanol substituiert wird, das aus einem Weltrohstoff-Mix erzeugt wird.

Die Bandbreite der Energieeinsparung bei der Restabfallverwertung in MVA reicht von 4,9 MJ/kg verwertetem Restabfall (MVA mit Wirkungsgrad 15% und reiner Stromproduktion) bis zu 9,9 MJ/kg Restabfall (MVA "optimiert" mit 70% Wirkungsgrad und reiner Wärmesubstitution). Die MVA "Durchschnitt" mit einem

Gesamtwirkungsgrad von 39% erzielt eine Einsparung von 6,9 MJ/kg verwertetem Restabfall.

Eine Erhöhung der Transportentfernung beim Transport der Abfallpellets von der Aufbereitungsanlage zum SVZ von 100 km auf 200km bzw. 500 km führt nur zu geringfügig kleineren Energieeinsparungen (<2%).

Emissionen

Eutrophierungspotenzial

Beim Eutrophierungspotenzial liegen die Befunde für das SVZ-Verfahren mit Schwerölsubstitution und für die MVA mit optimierter Nutzenergiegewinnung mit einer Reduktion von 2,4 bzw. 2,1 mmol PO₄-Äquivalenten pro kg verwertetem Restabfall im gleichen Bereich. Die MVA mit durchschnittlicher Energiegewinnung schneidet mit einer Einsparung von 1,7 mmol PO₄-Äquivalenten pro kg verwertetem Restabfall etwas schlechter ab.

Beitrag zum Anthropogenen Treibhauseffekt

Beim anthropogenen Treibhauseffekt kann für das SVZ-Verfahren bei Substitution von Methanol aus Schweröl eine Verringerung um 0,43 kg CO₂-Äquivalente pro kg verwertetem Restabfall erreicht werden. Die MVA-Variante mit Wirkungsgrad 70% erzielt eine Verringerung von 0,46 kg CO₂-Äquivalente pro kg Restabfall und liegt somit im gleichen Bereich. Die "Durchschnitts-MVA" mit Wirkungsgrad 39% liegt mit Einsparungen an treibhausrelevanten Emissionen von 0,15 kg CO₂-Äquivalenten/kg verwertetem Restabfall deutlich darunter.

Versauerungspotenzial

Die höchsten Einsparungen versauerungsrelevanter Emissionen erzielt das SVZ-Verfahren mit "Substitution von Methanol aus Deutschland" mit 21,8 mmol SO₂-Äquivalenten/kg verwertetem Restabfall und die MVA mit Wirkungsgrad 70% mit 19,3 mmol SO₂-Äquivalenten/kg verwertetem Restabfall. Mit deutlichem Abstand folgt die MVA mit durchschnittlicher Energienutzung (Wirkungsgrad 39%) mit einer Einsparung von 11 mmol SO₂-Äquivalenten/kg Restabfall.

Das SVZ-Verfahren mit Substitution von Methanol aus einem Weltrohstoff-Mix führt im Vergleich zur Deponierung zu einer leichten Zunahme versauerungsrelevanter Emissionen (+ 1,2 mmol SO₂/kg Restabfall). Bei Verwertung in einer MVA mit reiner Stromauskopplung und Wirkungsgrad 15% können mit 5,6 mmol SO₂/kg Restabfall deutlich weniger versauerungsrelevante Emissionen eingespart werden als in den MVA-Varianten mit höherem Wirkungsgrad.

Der Einfluss der Transportentfernung beim Transport von aufbereitetem Restabfall zum SVZ ist bei allen emissionsbezogenen Wirkungskategorien wie beim Ressourcenverbrauch von untergeordneter Bedeutung (Änderungen < 2%).

Abfallmengen

Siedlungsabfall

Die Siedlungsabfallmenge wird bei Verwertung im SVZ gegenüber dem Deponieren um rund 850 g pro kg verwertetem Restabfall reduziert. Bei Verwertung in der MVA ergibt sich eine Reduktion des Siedlungsabfalls von 1 kg/kg verwertetem Restabfall bedingt durch die Nutzung der Bettasche als Sekundärrohstoff (jedoch: Schlackeproblem).

Sonderabfall

Bei der Wirkungskategorie Sonderabfall ergeben sich beim Verfahrensvergleich deutliche Vorteile für das SVZ-Verfahren. Während im SVZ-Verwertungssystem praktisch keine Sonderabfälle (<0,01 g) anfallen, führt die Verwertung in der MVA im Vergleich zur Deponierung zu einer Zunahme des Sonderabfalls um 25g/kg verwertetem Restabfall.

Resümee

Die Durchführung von Versuchen mit Restabfällen zeigte, dass eine Verarbeitung mit der im SVZ eingesetzten Aufbereitungstechnik sehr gut möglich ist und eine Verwertung von Restabfallpellets in den Vergasungsanlagen des SVZ ebenfalls problemlos erfolgen kann.

Der Vergleich der stofflichen Verwertung im SVZ mit der Energiegewinnung bei Müllverbrennungsanlagen zeigt darüber hinaus die Überlegenheit des SVZ-Verwertungsweges.

Die vom SVZ verfolgte Strategie der dezentralen Aufbereitung von Abfällen vor Ort und der zentralen Verwertung im SVZ wird bis 2005 zu einem Netzwerk von Abfallaufbereitungsanlagen führen, die unabhängig voneinander betrieben werden und mit der zentralen Verwertung in Schwarze Pumpe einen gemeinsamen Bezugspunkt besitzen.

Das SVZ ist bereit und interessiert, den Betrieb derartiger Anlagen in eigener Regie durchzuführen oder gemeinschaftlich mit öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern bzw. privaten Entsorgern.

Darüber hinaus ist es möglich, dieses Netz von Aufbereitungsanlagen als zusätzlichen Ausfallverbund für die Erhöhung der Entsorgungssicherheit der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger zu nutzen.

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