

Erweiterung von MBAs um eine anaerobe Stufe am Beispiel Rostock

Michael Nelles, Joachim Westphal und Gert Morscheck

1 Einleitung

Seit dem 1. Juni 2005 müssen Siedlungsabfälle vor der Deponierung behandelt werden. Ziel dieser Vorbehandlung ist die Inertisierung des Abfalls, dadurch sollen Reaktionen des Abfalls in der Deponie verhindert werden. Zur Vorbehandlung haben sich in Deutschland zwei Verfahren etabliert, die thermische Behandlung der Abfälle in Müllverbrennungsanlagen (MVA) und die mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA).

Eine Vielzahl von MVA und MBA stehen in Deutschland für die Vorbehandlung der Siedlungsabfälle bereit. 46 MBA behandeln etwa 25% der Rest-Siedlungsabfälle [DOEDENS u.a., 2007]

MVA zerstören die organische Substanz und andere brennbare Bestandteile der Abfälle und nutzen deren Energiegehalt.

MBA trennen die Abfälle i.d.R. in verbrennbare Fraktionen, hauptsächlich Kunststoffe, die dann in speziellen Anlagen thermisch verwertet werden, und eine Fraktion, die sehr viele nativ organische Anteile enthält, und meist aerob behandelt wird.

Die Verfahren der mechanisch(-biologisch)en Abfallbehandlung haben ihre prinzipielle Funktionsfähigkeit nachgewiesen. Die technischen Schwierigkeiten, die während des Betriebs der Anlagen aufgetreten waren, konnten zwischenzeitlich zu erheblichen Teilen gelöst werden. Bei einzelnen Anlagen sowie in verschiedenen Teilbereichen der MBA-Technik besteht dagegen noch Optimierungsbedarf (THOMÉ-KOZMIENSKY und THIEL, 2008).

Bereits zu Beginn der 90er Jahre begann Rostock sich Gedanken über die zukünftige Abfallbewirtschaftung zu machen. 1993 hatte die TAsi den entsorgungspflichtigen Körperschaften vorgeschrieben bis zum 31. Mai 2005 Vorbehandlungsanlagen zu errichten. Im Mai 1994 erfolgte die Gründung der EVG (Entsorgungs- und Verwertungsgesellschaft mbH Rostock).

Unter Führung der EVG arbeitet ein Beratergremium, welches sehr breit zusammengesetzt war (Wirtschaft, Verbände, Verwaltung, Umweltverbände und Universität Rostock) und Lösungen intensiv diskutierte. Dabei ging es hauptsächlich um die Entscheidung eine MVA oder eine MBA zu errichten.

Im Mai 1996 erfolgte die Ausschreibung eines europaweiten Technikanbieterwettbewerbes für die Restabfallbehandlung der Stadt Rostock und der angrenzenden Landkreise.

Im Juni 1997 kam es zum Bürgerschaftsbeschluss zum Bau einer Restabfallbehandlungsanlage bestehend aus mechanisch-biologischer Aufbereitung und thermischer Behandlung am Standort Seehafen Rostock.

Im September 1998 erfolgte der Abschluss Entsorgungsvertrag zwischen der EVG mbH Rostock und der Hansestadt Rostock.

Im Dezember 1998 begann das Genehmigungsverfahren und im September 2000 wurde der Genehmigungsbescheid nach BImSchG für die Errichtung und den Betrieb der RABA Rostock erteilt.

Im Januar 2004 fällt die Bürgerschaft der Hansestadt einen weitreichenden Beschluss zur Konzeptänderung, jetzt wird der Bau einer MBA geplant, eine Verbrennungsstufe in der Verantwortung der EVG wird nicht errichtet. Zurzeit errichtet die Vattenfall Europe New Energy GmbH ein Sekundärbrennstoff-Heizkraftwerk direkt neben der MBA.

Am 27.05.2004 erfolgt die Grundsteinlegung für die MBA Rostock, die dann am 01.06.2005 in Betrieb genommen wurde.

Im Juli 2008 wurde eine Vergärungsanlage als Ergänzung der MBA in Betrieb genommen.

2 Anlagentechnik

Die mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlage (MBA) Rostock wird seit dem 1. Juni 2005 von der EVG betrieben. Es wird der Hausmüll der Hansestadt Rostock sowie der Landkreise Bad Doberan, Güstrow und Nordvorpommern behandelt. Etwa 120.000 Mg Abfall wurden pro Jahr angeliefert und behandelt.

Der Hausmüll wird in der MBA zuerst einer mechanischen Behandlung (Siebung, Sichtung, FE- und NE-Ausschleusung, Kunststofftrennung) unterzogen. Dabei werden Wertstoffe abgetrennt und die aufbereitete, organikhaltige Feinfraktion der biologischen Behandlung zugeführt.

Bislang wurden aus den Abfallmengen zwei verschiedene Endprodukte gewonnen: Zum einen Sekundärbrennstoff (etwa 40 % der Gesamtmenge) und zum anderen wird nach der Rotte ein ablagerungsfähiges Deponiegut (etwa 50 %) erzeugt. Der Ersatzbrennstoff wird in unterschiedlichen Stückgrößen produziert und als Kohleersatz in Zement- und Kraftwerken eingesetzt. Abnehmer ist auch das Nehlsen Heizkraftwerk in Stavenhagen, das mit dem hochwertigen Ersatzbrennstoff Energie für das angrenzende Pfan-

ni-Werk produziert. Ab dem 2. Quartal 2009 werden alle Sekundärbrennstoffe an das Vattenfall SBS-Heizkraftwerk geliefert, das direkt neben der MBA errichtet wird.

Der organische Abfallanteil wird in einer Kombination von Intensiv- und Nachrottebehandlung innerhalb von 10 Wochen stabilisiert und anschließend auf Deponien abgelagert werden. Der Rotteprozess erfordert eine ständige Belüftung des Rottematerials in den Rottereaktoren. Zur Temperaturregelung während des Rottevorgangs wird eine Kühlung benötigt. Zudem muss die Abluft, die in die Umwelt abgegeben wird, durch eine Nachoxydation gereinigt werden. Alle drei Komponenten sind sehr energie- und damit kostenintensiv. Hinzu kommt, dass die organische Fraktion auch nach der aeroben Behandlung noch bislang nicht genutzte Energie enthält.

Die hohen Energiekosten und die bisher ungenutzte Energie des biogenen Materials haben nach Neubewertung der Abfallströme zu einer zukunftsorientierten und umweltschonenden weiteren Stufe der Abfallbehandlung geführt; der Energiegewinnung durch Vergärung.

Die neue, ergänzte Vergärungsanlage mit KOMPOGAS-Technologie erhöht die Inputkapazität von 120.000 auf nun genehmigte 135.000 Tonnen Abfall pro Jahr. Dies wurde möglich, da durch den Vergärungsprozess bereits vor der Intensivrotte ein biologischer Abbau erfolgt, der zu einer Reduzierung der Belastung in der bisherigen Schwachstelle RTO (Regenerativ Thermische Oxidation zur Abluftreinigung) führte. Nach umfangreichen Tests wurde die Anlage im ersten Quartal 2008 in Betrieb genommen.

Eine Voraussetzung für die Bestückung der Vergärungsanlage ist die Änderung des Materialflusses im Trennungsprozess der MBA. Ziel ist es, die Hälfte der Biomasse, die bislang aus den Trennungsverfahren in die Intensivrottereaktoren geleitet wurde, der Vergärung zuzuführen. Dies geschieht, indem die organischen Stoffe nach der Hartstoffabscheidung in einen Zwischenbunker eingebracht werden. Die sedimentierenden Stoffe dagegen werden nach Abscheidung der nicht eisenhaltigen Metalle direkt in den Rottetunnel gebracht.

Das organikreiche Material aus dem Zwischenbunker wird über Förderbänder mittels automatischer Steuerung - zyklisch gleichmäßig verteilt - in die drei liegenden Vergärungs-Fermenter eingebracht. Ein automatisches Rührwerk durchmischt das Material in den Fermentern mit jeweils 1.200 m³ Fassungsvermögen. Bei einem mittleren Wassergehalt von 75 % und einer relativ konstanten Temperatur von 53,5°C werden unter Sauerstoffabschluss optimale Bedingungen für Erzeugung von Biogas geschaffen. Die Verweilzeit im Fermenter beträgt 10 bis 12 Tage.

Nach der Entschwefelung wird das Biogas über zwei gasmotorisch betriebene Blockheizkraftwerke (2 x 625 kW elektrisch) zu Strom und Wärme. Auf diese Weise werden durch die EVG über 12.000 MWh/a Elektroenergie in das öffentliche Netz eingespeist.

Die Abwärme der Blockheizkraftwerke wird zur Beheizung der Fermenter und der anliegenden Gebäudeteile genutzt. Die vollständige Wärmenutzung sowohl der BHKW's als auch der Abgaswärme erfolgt mit Inbetriebnahme des Vattenfall-Heizkraftwerkes durch Einspeisung in den Dampfkreislauf.

Die Gärreste werden über einen kombinierten Trocken-/Nassaustrag der gemeinsamen Verrottung mit den anderen organischen Bestandteilen zugeführt. Dieses Verfahren dient der Optimierung des anschließenden Rottevorgangs.

Neben der Verarbeitung des biologischen Anteils des Hausmülls ist zusätzlich die Zuführung von Speiseresten und überlagerten Lebensmitteln möglich. Der Input von Speiseabfällen beträgt jährlich 4.000 Tonnen.

Komplettiert wird das Gesamtkonzept der Anlage im Überseehafen durch das Sekundärbrennstoff-Heizkraftwerk, dessen Inbetriebnahme voraussichtlich im 1. Quartal 2009 durch die Firma Vattenfall Europe New Energy Ecopower GmbH als Betreiber erfolgt. Dorthin wird die EVG dann zukünftig Sekundärbrennstoffe und die Abluft der MBA liefern, die bislang selbst aufwendig gereinigt und verbrannt werden musste (RTO). Damit erfolgt auch eine energetische Nutzung des in der Abluft der Aerobstufe befindlichen Methans (ca. 0,1 %).

Damit ist die EVG über Mecklenburg-Vorpommern hinaus Vorreiter, indem sie die Abfälle nutzt, um umweltschonend Energie zu gewinnen und Ersatzbrennstoffe ohne umweltbelastende Transporte nach dem neusten Stand der Technik energetisch zu verwerten. MBA, Vergärung und Heizwerk ermöglichen eine vollständige Energierückgewinnung und bilden gemeinsam einen der modernsten Abfallwirtschaftsstandorte in Deutschland.

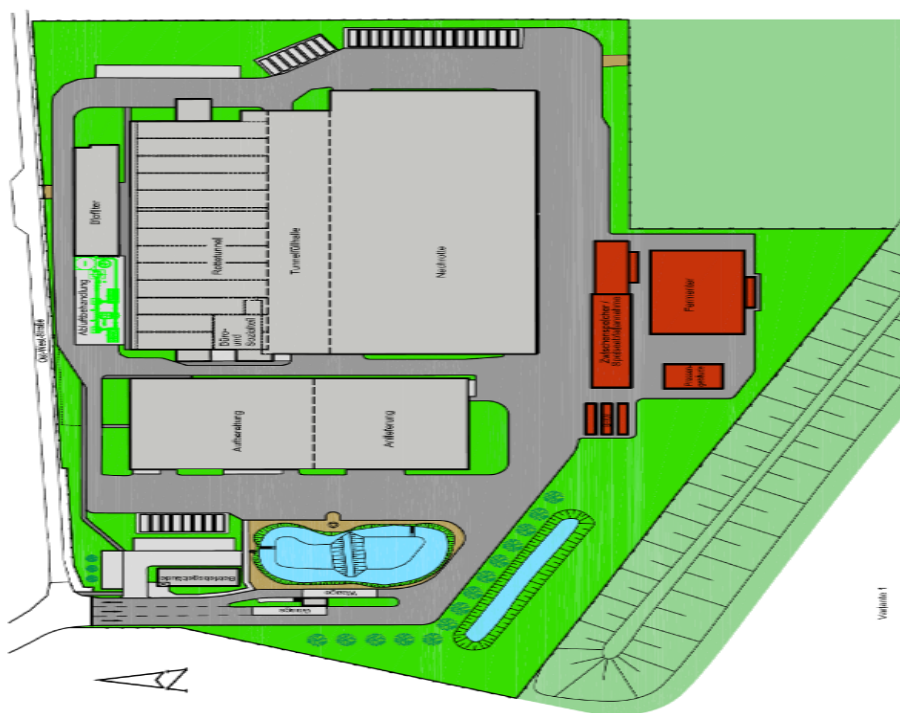


Abbildung 1: Lageplan der MBA mit aerober und anaerober Behandlung

Das verfahrenstechnische Konzept der MBA ist nachfolgend durch ein Grundfließbild dargestellt (Abbildung 2).

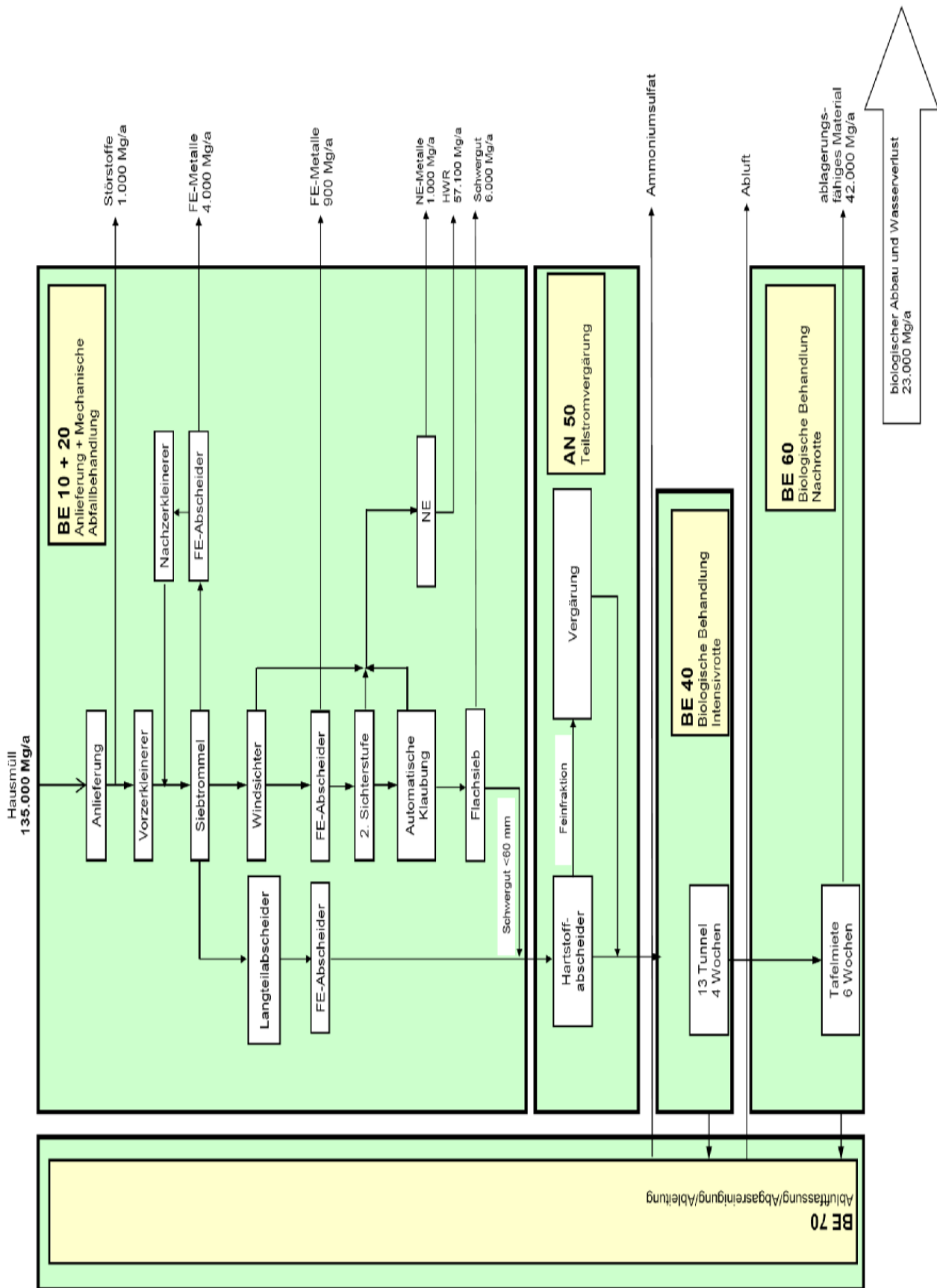


Abbildung 2: Verfahrensfließbild der MBA Rostock

Die Betriebseinheiten aus Abbildung 2 werden nachfolgend erklärt:

BE 10 + 20 Anlieferung + Mechanische Abfallbehandlung

- gekapselte Anlieferungs- und Aufbereitungshalle
- einlinige Ausführung: Organiklinie
- Zerkleinerungsaggregate
- Klassierung der Abfallströme
- Einsatz von Windsichtern und AutoSort-Systemen

AN 50 Teilstromvergärung

- Hartstoffabscheider
- Vergärung

BE 40 Biologische Behandlung Intensivrotte

- gekapselte Tunnelrotte; (13 Tunnelmodule, Umluffführung mit Kühlung, Rottedauer 4 Wochen)

BE 60 Biologische Behandlung Nachrotte

- geschlossene Tafelmiete (Rottedauer 6 Wochen); Ziel: Einhaltung der Ablagerungskriterien gemäß AbfAbIV

BE 70 Ablufffassung/Abgasreinigung/Ableitung

- getrennte Erfassung und Weiterleitung von Abluft aus Hallenbereichen gegenüber Prozessabluft aus
- hoch- und minderbelasteten Bereichen der biologischen Behandlung
- weitestgehende Kreislaufnutzung der Luft zur Mengenminimierung
- Behandlung der hochbelasteten Prozessabluft in einer Verfahrenskombination aus saurem Wäscher u. RTO
- Behandlung der schwachbelasteten Prozessabluft in einer Verfahrenskombination aus Luftbefeuchter u. gekapseltem Biofilter
- gezielte Ableitung der Abluft über Kamin Ziel: Einhaltung der Emissionsgrenzwerte gemäß 30. BImSchV

3 Ergänzung der MBA um eine Vergärungsstufe – warum?

In Zeitraum von 1990 bis 2003 hat die Abfallwirtschaft ca. 45 Millionen Jahrestonnen CO₂-äquivalente Emissionsminderungen erbracht, fast 20 % der Gesamtreduktionen der Bundesrepublik (TROGE, 2007). Die Bundesregierung möchte bis 2020 den Anteil erneuerbarer Energien in Deutschland auf 16% erhöhen. Auch Biogasanlagen der Abfallwirtschaft werden hier ihren Beitrag leisten können und müssen. Die Umstellung aerober Verfahren auf anaerobe, bzw. die Ergänzung um anaerobe Stufen, soll im Bereich der Erzeugung elektrischer Energie zunehmend Bedeutung erlangen. Ökologisch macht dieses aus Sicht der Autoren nur dann Sinn, wenn auch die Wärme aus der Verstromung genutzt wird!

Folgende Möglichkeiten der Ausstattung der MBA mit einer anaeroben Stufe sind denkbar, die Betriebserfahrungen aber recht unterschiedlich:

- mit Teilstromtrockenvergärung (betriebsstabil)
- mit Vollstrom-Trockenvergärung (Prozesswasseraufbereitung nach Gärrestentwässerung)
- mit Vollstrom-Nassvergärung (Perkolation, aufwändig, Anlagen in Heilbronn und Buchen außer Betrieb) [DOEDENS u.a., 2007]

Auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU, 2008) verweist in seinem Umweltgutachten 2008 „Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels“ auf die Vorteile einer anaeroben Stufe in MBA hin.

Bei aeroben Verfahren wird der Energieinhalt der organischen Substanz vollständig in nicht nutzbare Wärme umgewandelt. Dagegen ermöglichen die verschiedenen Kombinationsverfahren mit anaeroben Teil- oder Vollstromkonzepten eine Energiegewinnung. Dadurch kann die Vergärungsstufe zur Verbesserung der ökonomischen und ökologischen Situation der MBA beitragen (SRU, 2008).

Die Förderung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist für gemischte Siedlungsabfälle nicht vorgesehen. §8 des EEG verweist auf die Biomasseverordnung „anerkannte Biomasse“; gemischte Siedlungsabfälle gehören nicht dazu (BiomasseV §3 Nr. 3). Nach § 3 Abs. 1 fördert das EEG die Gewinnung von Energie aus Biomasse. Trotzdem wird die Förderung der Biomassennutzung im Rahmen der Vergärung in MBA zunehmend ermöglicht. Auch die MBA Rostock wird gefördert.

Nach der weitgehenden Abtrennung der nativ organischen Substanz können eigenständige Abfallschlüsselnummern vergeben werden. Vergoren werden dann keine gemischten Siedlungsabfälle mehr. Die nativ organische Fraktion trägt dann die AVV-Nr.

191212, es werden als keine gemischten Siedlungsabfälle eingesetzt (TISCHER und GASSNER, 2006).

Im §2 Abs. 3 Nr. 5 der Biomasseverordnung wird definiert: „Unbeschadet von Absatz 1 gelten als Biomasse: ... durch anaerobe Vergärung erzeugtes Biogas ...“. Das ist dann förderbar.

Das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien betont in §3 nochmals, was „Erneuerbare Energien“ sind: ... „Energie aus Biomasse einschließlich Biogas, Deponiegas und Klärgas sowie aus dem biologisch abbaubaren Anteil von Abfällen aus Haushalten und Industrie“.

§ 64 des neuen EEG führt weiter aus, „dass der Anspruch auf Vergütung von Strom aus Biomasse nur besteht, wenn nachweislich ...“ bei der Erzeugung des Stroms aus der eingesetzten Biomasse eine bestimmte Treibhausgasminde rung erreicht wird“. Diese Minderung ist nachzuweisen.

In der Begründung für das neue EEG wird diese zukünftig generell mögliche Honorierung für die MBA umfangreich erklärt:

„Der Begriff Biomasse wird im Gesetz selbst nicht abschließend definiert. ... Der an dieser Stelle verwendete allgemeine Begriff „Biomasse“ umfasst biogene Energieträger in festem, flüssigem und gasförmigem Aggregatzustand. Es handelt sich allgemein um biologisch abbaubare Erzeugnisse, Rückstände und Abfälle pflanzlichen und tierischen Ursprungs aus der Landwirtschaft, der Forstwirtschaft und damit verbundener Industriezweige. ...

Die Klarstellung, dass als Biomasse hier auch Biogas verstanden werden soll, geht auf die Richtlinie 2001/77/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt zurück, die Biogas als gesonderte Erneuerbare Energie aufführt. ... Ebenfalls in Umsetzung der Richtlinie 2001/77/EG wird auch der biologisch abbaubare Anteil von Abfällen aus Industrie und Haushalten als Erneuerbare Energie definiert. Es gilt zu beachten, dass durch diese Erweiterung nur der anteilig daraus erzeugte Strom in den Anwendungsbereich des Gesetzes fällt. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass für die Vergütung von Strom weiterhin das Ausschließlichkeitsprinzip gilt und Strom aus gemischten Abfällen aus Industrie und Haushalten auch in Zukunft nicht vergütet wird.“

4 Vergärungsstufe der EVG

Die ökonomischen Rahmenbedingungen für Anaerobtechnologien haben sich in den vergangenen Jahren durch technische Entwicklungen und durch das EEG deutlich verbessert (TURK u.a., 2008)

In Rostock wurde die bestehende MBA um eine Teilstromvergärungsanlage mit Blockheizkraftwerk ergänzt. Dadurch ist eine Erhöhung der Inputkapazität von 120.000 t/a auf 135.000 t/a möglich. Es werden Reserven für saisonale Schwankungen und zusätzliche Verarbeitungsmöglichkeiten für organische Abfälle geschaffen. Mit dem Aufbau der Vergärungsstufe soll eine energetische Nutzung der biogenen Masse umgesetzt werden. Dazu wird ein 50-prozentiger Teilstrom der biogenen Masse, der bisher in die Intensivrotterektoren geleitet wurde, in der Vergärungsanlage behandelt.

Das erzeugte Biogas wird in einem gasmotorisch betriebenen BHKW zu elektrischem Strom und Wärme umgewandelt. Die im BHKW erzeugte elektrische Energie von 12.000 MWh/a wird in das Netz eingespeist. Die Restwärme wird am Standort zur Vorheizung und Trocknung genutzt. Die Vergärungsstufe reduziert die Aufwendungen in der Abluftbehandlung in der nachgeschalteten Rotte.

Die MBA der EVG ist in M-V die erste Anlage, die Hausmüll zur Biomassevergärung nutzt und dadurch umweltschonend Energie „gewinnt“. In Kombination mit dem Heizkraftwerk für die Sekundärbrennstoffe aus der MBA, das von Vattenfall Europe New Energy GmbH betrieben wird, erfolgt durch die Vergärung eine weitgehende „Energierückgewinnung“ am Standort Rostock-Überseehafen. Auch die Abluft der MBA, die bislang aufwendig in einer Regenerativen Thermischen Oxidation gereinigt und verbrannt werden musste, wird demnächst gemeinsam mit den Ersatzbrennstoffen verbrannt. Die Nähe von MBA und thermischer Verwertung bringt zusätzlich ökologische und ökonomische Vorteile.

Das Investitionsvolumen für die Vergärungsanlage betrug 8 Mio. Euro. Mit dieser Investition ist die Grundlage für stabile Kosten und Entsorgungssicherheit geschaffen.

Auf diese Weise kann die EVG ihren gesamten Energiebedarf selbst decken und zusätzlich über 3.700 MWh/a in das öffentliche Netz speisen. Die Abwärme der Blockheizkraftwerke wird zur Beheizung der Fermenter und der anliegenden Gebäudeteile genutzt. Eine vollständige Wärmenutzung ist ab 2009 vertraglich gebunden.

Die Gärreste werden über einen kombinierten Trocken-/Nassaustrag der Verrottung zugeführt.

5 Die Vergärungseinheit - KOMPOGAS-Trockenvergärung

Für die Materialaufbereitung können die vorhandenen Aggregate wie Sieb, Shredder, Magnetabscheider herangezogen werden. Mit ihnen wird das angelieferte Material zerkleinert, von magnetischen Störstoffen befreit und auf ca. < 60 mm abgeseibt. Der Siebdurchgang wird in den Zwischenspeicher aufgegeben. Der Siebüberlauf kann nochmals zerkleinert oder einer anderen Verwertungsschiene zugeführt werden (z. B.

EBS, ...). Die Aufbereitung soll so erfolgen, dass nur zerkleinerungsbedürftiges Material definiert zerkleinert wird. Speisereste, Bioabfälle etc. sollen möglichst nur gesiebt werden. Ziel ist, die eigentliche Materialstruktur zu erhalten.

Das Grundprinzip ist immer gleich: der liegende Pfropfenstrom-Fermenter, der eine sehr hohe Energieeffizienz und maximale Betriebssicherheit gewährleistet. Er wird in standardisierter Modulbauweise in Kompostwerke und MBA integriert (ZEIFANG, 2008).

Die Prozesstemperatur beträgt hierbei 55 °C, liegt also im thermophilen Bereich. Die dafür benötigte Wärme wird über die Abwärme des BHKW bereitgestellt.

Das ausgefaulte Material wird zur weiteren Konditionierung einer Abpressung zugeführt und dort in eine flüssig Fraktion (Rezirkulat) und eine fest Fraktion (Rohkompost) getrennt. Das Rezirkulat wird in der Regel für die Anmischung des neuen Materials benutzt, so dass keine externen Flüssigkeiten eingesetzt werden müssen.

Die kontinuierliche Betriebsweise führt zu einer stabilen Biogasproduktion (Universität Rostock u.a., 2007).

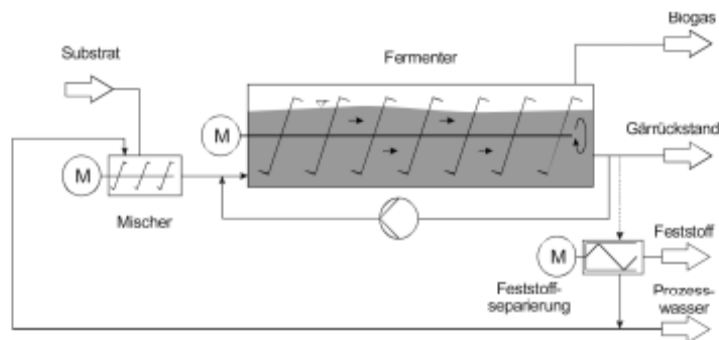


Abbildung 3: Kontinuierliche Trockenfermentation mit Pfropfenstrom-Fermenter (KOMPOGAS)
(Gülzower Fachgespräche, 2006)

6 Nutzen der Nachrüstung der MBA Rostock

Vorläufige Berechnungen zeigen schon heute, dass die Nachrüstung einen ökologischen Nutzen für die Hansestadt Rostock erzielt (EVERS, 2008).

Das EVG-BHKW wird 2008 ca. 8 Mio. Kubikmeter Biogas erzeugt haben. Bei einem Methangehalt von 58% ist mit einem Heizwert von rd. 46 GWh zu rechnen. Das BHKW wird daraus 11 GWh Strom (Netto) und 25 GWh Abwärme für Hilfskühler bzw. Fernwärme zur Auskopplung (zukünftig) erzeugen.

Dadurch können folgende CO₂-Emissionen vermieden werden:

- Strom: 6,8 Gg bezogen auf BRD- Strommix
- Fernwärme: 5,5 Gg bezogen auf Erdgasheizung bzw. nur 2,3 Gg bezogen auf KWK–Fernwärme aus Erdgas (fossiles Methan).

In der Maximalvariante bedeutet das eine Minderung der Gesamtemission von Rostock (z.Z. 810 Gg p.a.) um 12,3 Gg, also etwa 1,5 %.

Das Rostocker dynamische Klimabündnisziel strebt eine Emissionsminderung von 2% p.a. für Kohlendioxid an.

Der erzeugte elektrische Strom reicht zur Beleuchtung der Stadt Rostock aus; 10 bis 11 GWh Strom benötigt jährlich die Stadtbeleuchtung.

Laut Rahmenkonzept „Klimaschutz“ benötigt ein Rostocker Bürger 0,75 MWh Strom pro Jahr im Haushalt. Theoretisch könnten also rd. 14.500 Einwohner Rostocks ihren Jahresbedarf an Haushaltsstrom kohlendioxidfrei von der EVB beziehen. So viele Einwohner hat z.B. die Südstadt.

7 Literatur:

Doedens, Heiko; Gallenkemper, Bernhard; Ketelsen, Ketel; Kranert, Martin; Fricke, Klaus: Status der MBA in Deutschland; Müll und Abfall; ISSN: 0027-2957; Jg.: 39, Nr.12, 2007, Seite 576-579

Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien(Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG); Ausfertigungsdatum: 25.10.2008; BGBl. I S. 2074

Evers, Klaus: schriftliche Information; Amt für Umweltschutz der Stadt Rostock; 24.09.2008

Gülzower Fachgespräche, Band 24: Trockenfermentation – Stand der Entwicklungen und weiterer F+E-Bedarf; 4./5. Februar 2006 in Gülzow; Herausgegeben von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), 2006; 143 S.

SRU - Sachverständigenrat für Umweltfragen: UMWELTGUTACHTEN 2008, Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels; Juni 2008, 1077 S.; http://www.umweltrat.de/02gutach/download02/umweltg/UG_2008.pdf; 2.10.2008

Thomé-Kozmiensky, Karl J.; Thiel, S.: Die Mechanisch(-biologisch)e Abfallbehandlung hat ihre prinzipielle Funktionsfähigkeit nachgewiesen; Müllmagazin 1/2008, S. 4 – 12

Tischer, Christoph; Gaßner, Hartmut: EEG-konformes Biogas aus Hausmüllverwertung; Müll und Abfall, 38, Nr.5, S. 228-230,2006

Troge, Andreas: Der Beitrag der Abfallwirtschaft zum Klimaschutz; Müll und Abfall, 39, Nr.5, 2007; Seite 208-213

Turk, Thomas; Tobias Bahr, Klaus Fricke, Jürgen Hake: Nachrüstung von MBA durch Vorschaltung von Vergärungsanlagen; 20. Kasseler Abfallforum; S. 606 – 616; Witzenhausen-Institut GmbH; 2008

Universität Rostock, Lehrstuhl für Verfahrenstechnik / Biotechnologie in Kooperation mit Institut für Energetik und Umwelt gGmbH und der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft: Erhebung der mit Trockenfermentationsverfahren erschließbaren energetischen Potenziale in Deutschland Vergleichende ökonomische und ökologische Analyse landwirtschaftlicher Trockenfermentationsanlagen; Abschnitt 2 des Schlussbericht zum Forschungsvorhaben „Biogaserzeugung durch Trockenvergärung von organischen Rückständen, Nebenprodukten und Abfällen aus der Landwirtschaft“; 2007 124 S.; <http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/TV/Abschnitt2-IE.pdf>; 2.10.2008

Zeifang, Markus: KOMPOGAS: hoch effizient und bewährt; 20. Kasseler Abfallforum; S. 369 – 374; Witzenhausen-Institut GmbH; 2008

Autoren:

Herr Joachim Westphal
Geschäftsführer EVG mbH Rostock
Ost-West-Straße 22
18147 Rostock

Prof. Dr. mont. Micheael Nelles, Dr. Gert Morscheck
Universität Rostock
Lehrstuhl für Abfall- und Stoffstrommanagement
18051 Rostock