

# Berlins Verwertungskonzept für die Biotonne

*Alexander Gosten, Thomas Rücker und Wilhelm Winkelmann*

## **Einführung:**

Das Ziel der Bundesregierung ist die Reduzierung der Emission treibhausrelevanter Gase in Deutschland um 40 Prozent gegenüber 1990 bis spätestens 2020. Ein Ziel, das sich nur durch eine nachhaltige Wirtschaft – der Einsparung von Energie, der Erzeugung regenerativer Energie und eines effizienteren Energieeinsatzes – erreichen lässt. Die Abfallwirtschaft kann hierbei auch zukünftig besonders beim Thema Bioabfall einen nicht unbeträchtlichen Beitrag zur Erreichung der Ressourcen-, Energie- und Klimaziele leisten.

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich für die deutsche Abfallwirtschaft viel verändert. Aus reinen Entsorgern wurden Experten für Recycling und Verwertung. Mit einer hervorragenden CO<sub>2</sub>-Bilanz ist die deutsche Abfallwirtschaft Vorreiter in der Umsetzung von Klimaschutzzielen. Das belegt die Studie „Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft“<sup>1)</sup>. Die Studie untersucht die Potenziale der stofflichen und energetischen Verwertung der relevanten Abfallfraktionen. Die Ergebnisse belegen den bedeutsamen Beitrag, den die deutsche Abfallwirtschaft schon heute zur Senkung der nationalen Treibhausgasemissionen leistet. Und sie präsentiert Möglichkeiten, die Emissionen in Deutschland weiter zu senken.

Vor dem Hintergrund zukünftig steigender Preise fossiler Energieträger ist nicht nur der sozio-ökologische Druck maßgeblich, sondern auch die ökonomische Beurteilung des Einsatzes von Abfallstoffen zur Energieerzeugung von immer größerer Relevanz. Die energetische Verwertung von Restabfällen in Müllheizkraftwerken wird seit vielen Jahren praktiziert und leistet einen erheblichen Beitrag zur Ressourcenschonung.

Ein weiterer Weg hierbei ist die Nutzung von getrennt gesammelten Bioabfällen nicht nur zur Herstellung von Kompost bzw. Humus als Bodenverbesserer, sondern auch zur Produktion von Biogas. Dabei ist die Vergärung/Fermentierung von getrennt gesammelten Bioabfällen im Vergleich zur reinen Kompostierung technisch und biologisch wesentlich aufwändiger und damit auch kostenintensiver. Eine ökonomische Angleichung der Kompostierung zur Vergärung ist in den letzten Jahren immer mehr zu beobachten. Neben den Betriebskosten erlangt die Erlössituation des Netto-Energieertrags von Vergärungsanlagen eine immer größere Bedeutung. Dies wird umso deutlicher, je intensiver die im Biogas enthaltene Gesamtenergie genutzt wird und je wirtschaftlicher das an die Vergärungsanlage angeschlossene energetische Konzept dargestellt werden kann.

Setzt man konsequent auf die in den letzten Jahren weiterentwickelte und als weitgehend ausgereift zu betrachtende Anlagentechnik zur Trockenvergärung von Bioabfällen und berücksichtigt die zukünftig zu erwartende preisliche Steigerungen fossiler Energien, ist die Kombination aus energetischer und stofflicher Verwertung von Bioabfällen vorgezeichnet. Ein Weg, der Ökonomie und Ökologie stärker vereint und -betrachtet man die gesamten Bioabfallmengenpotenziale in Deutschland- einen beachtlichen Beitrag zur Treibhausgasreduzierung leistet.

### **Ausgangssituation Berlin**

Die BSR ist als landeseigene Anstalt öffentlichen Rechts für die Entsorgung und Reinigung einer Fläche von 890 km<sup>2</sup> mit 3,4 Mio. Einwohnern verantwortlich. Im Rahmen der Sammlung (400.000 aufgestellte Abfallbehälter) werden rund 19 Mio. Entleerungen pro Jahr durchgeführt. Als Bürgerservice (rund 2,8 Mio. Kundenbesuche pro Jahr) gibt es in Berlin 15 Recyclinghöfe und 6 Schadstoffsammelstellen, auf denen rund 150.000 t Abfall angeliefert werden. Auf den Recyclinghöfen wird in rund 20 verschiedene Wertstoffe und 35 Schadstoffgruppen unterschieden. Davon sind 3 Abfallfraktionen biogener Natur. Es sind die Fraktionen Altholz, Baum- und Strauchschnitt und Laubsack. Am Jahresanfang werden in Berlin knapp 400.000 Weihnachtsbäume eingesammelt. Ein besonderer Service ist die Sperrmüllabfuhr direkt beim Bürger. Die Reinigung von Straßen und Gehwegen umfasst rund 1,5 Mio. Kilometer, rund 4,9 Mio. Abfallkorbentleerungen sowie 260.000 Gullyreinigungen. Das ganzjährig eingesammelte Laub hat ein Volumen von rund 100.000 m<sup>3</sup>. Hinzu kommen die Beseitigung illegaler Ablagerungen und der umfangreiche Winterdienst, der im Winter 2009/10 besondere Herausforderungen in Berlin zu bewältigen hatte.

In der Vergangenheit wurden diese unterschiedlichen Abfallfraktionen nicht primär bezüglich der Potenziale der Bioabfallvergärung und Gasnutzung betrachtet. Dies hat sich inzwischen geändert. Durch den Beschluss des Abgeordnetenhauses vom 6.12.2007 <sup>2)</sup> wurde die BSR verpflichtet, durch energetische Nutzung den ökologischen Wert der getrennt gesammelten Abfälle maßgeblich zu steigern. Am 20.8.2010 wurde diese Verpflichtung zum Bau einer Vergärungsanlage im Abfallwirtschaftskonzept des Landes Berlin konkretisiert <sup>3)</sup>.

Im hoheitlichen Bereich finanziert sich die BSR aus Gebühren, die die BSR direkt vom Bürger, genauer gesagt vom Grundeigentümer, nach einem Tarif erhebt. Grundsätzlich ist die BSR Garant für die Entsorgungssicherheit und Sauberkeit der Bundeshauptstadt. Die BSR wird regelmäßig einem Benchmark-Prozess unterzogen. Wesentlich ist der Vergleich der Gebühren mit anderen Deutschen Großstädten. Es ist in den letzten Jahren gelungen, die günstigsten spezifischen Müllgebühren zu realisieren.

### **Biogene Abfälle**

Die BSR kann die Potenziale der biogenen Abfälle aus verschiedenen Fraktionen nutzen.

Insgesamt haben die BSR im Jahr 2009 knapp 120.000 Mg biogene Abfälle -davon ca. 115.400 Mg Laub und Bioabfall- getrennt erfasst. Dies entspricht bezogen auf die 120.000 Mg 35 kg/Einwohner.

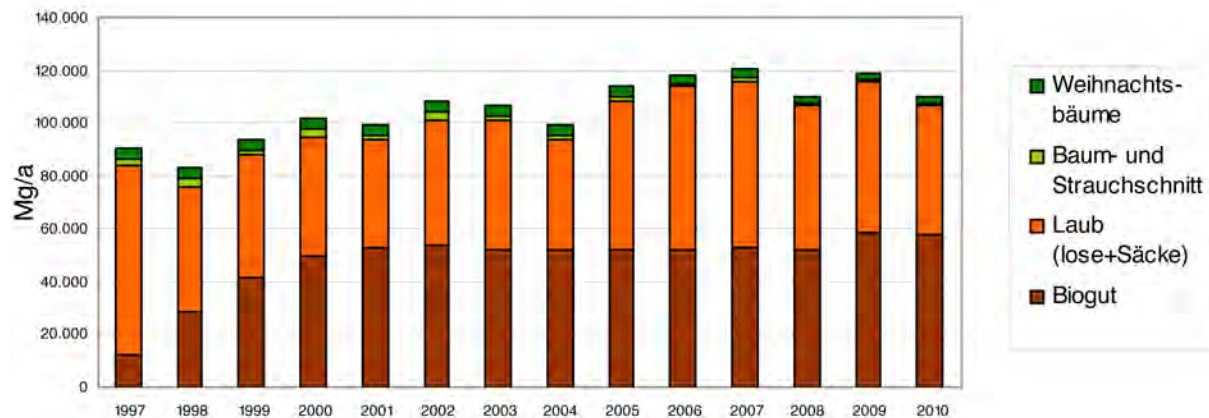


Abbildung 1: Entwicklung der biogenen Abfallmengen der BSR

### **Getrennt gesammelter Bioabfall**

Seit 1996 sammelt die BSR getrennt Bioabfall aus Haushalten ein. Für die so genannte braune Tonne besteht ein Anschluss- und Benutzungszwang. Die getrennte Erfassung konnte im Jahr 2010 erneut auf knapp 60.000 Tonnen gesteigert werden. Rund 83 % der Haushalte sind an die getrennte Sammlung angeschlossen.

Zurzeit wird getestet, ob diese Menge weiter gesteigert werden kann. In der politischen Diskussion über die weitere Steigerung der getrennten Sammlung wurden die Einführung der Vergärung und die vollständige Aufgabe der Kompostierung gefordert. Die BSR hat in der Diskussion die Unterscheidung zwischen „vergärbaren“ und „nicht-vergärbaren“ Abfällen hergestellt. Wir haben definiert, dass ein Abfall mindestens 80 m<sup>3</sup> Rohgas in der Vergärung produzieren muss; anderenfalls ist die Vergärung energetisch und betriebswirtschaftlich nicht sinnvoll.

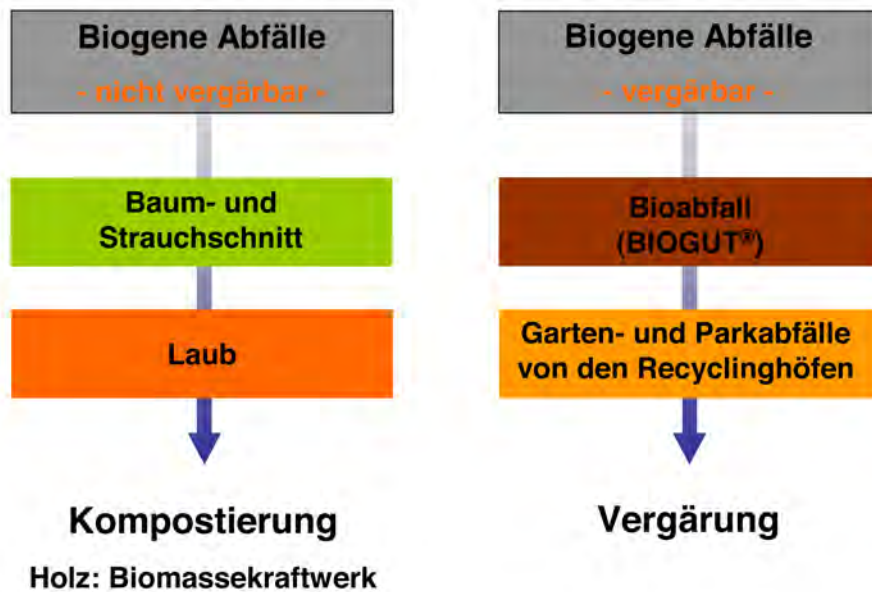


Abbildung 2: Zukünftige Verwertung biogener Abfälle

Vor diesem Hintergrund wurde abgeleitet, dass die erste Vergärungsanlage in Berlin für 60.000 Mg Abfall auf der Eingangsseite/Inputseite ausgelegt wird und eine durchschnittliche Gasrate von mindestens 100 m<sup>3</sup>/Mg Abfall erzeugen soll.

Während die Beauftragung für die größere der beiden geplanten innerstädtischen Anlagen abgeschlossen ist, werden zeitgleich verschiedene Aktivitäten ergriffen, um die getrennt erfassten Mengen organischer Abfälle in Berlin zu steigern. Bei ausreichender Menge wird dann auch die zweite Anlage errichtet.

### **Anlagen- und Verfahrenstechnik der Biogasanlage West**

Nach einem umfangreichen europaweiten Ausschreibungsverfahren wurde im IV. Quartal 2009 der Zuschlag an die Bietergemeinschaft STRABAG Umwelthanlagen GmbH, Dresden, und STRABAG AG, Berlin, für die erste Anlage erteilt. Das Projekt umfasst den Bau einer Trocken - Vergärungsanlage in Berlin - Spandau mit den folgenden Bereichen:

- Fahrzeugwaage
- Anlieferung und Aufbereitung der Abfälle
- Vergärungsanlage mit Vollstromentwässerung und Fugatbehandlung
- Aerobisierung des hygienisierten und entwässerten Gärrests
- Biogasfassung, -speicherung und -aufbereitung auf Erdgasqualität
- Ablufferfassung und -reinigung über ein zweiliniiges Biofiltersystem



Abbildung 3: Verfahrensschema Biogasanlage

Der Anlagenzugang erfolgt südlich von der Strasse ‚Freiheit‘ und führt über die Anlagenzufahrt zum Waagenbereich.

Nach der Erfassung der Abfallmenge auf der Brückenwaage werden die angelieferten Abfälle in den dafür vorgesehenen Annahmehbereich zwischengelagert.

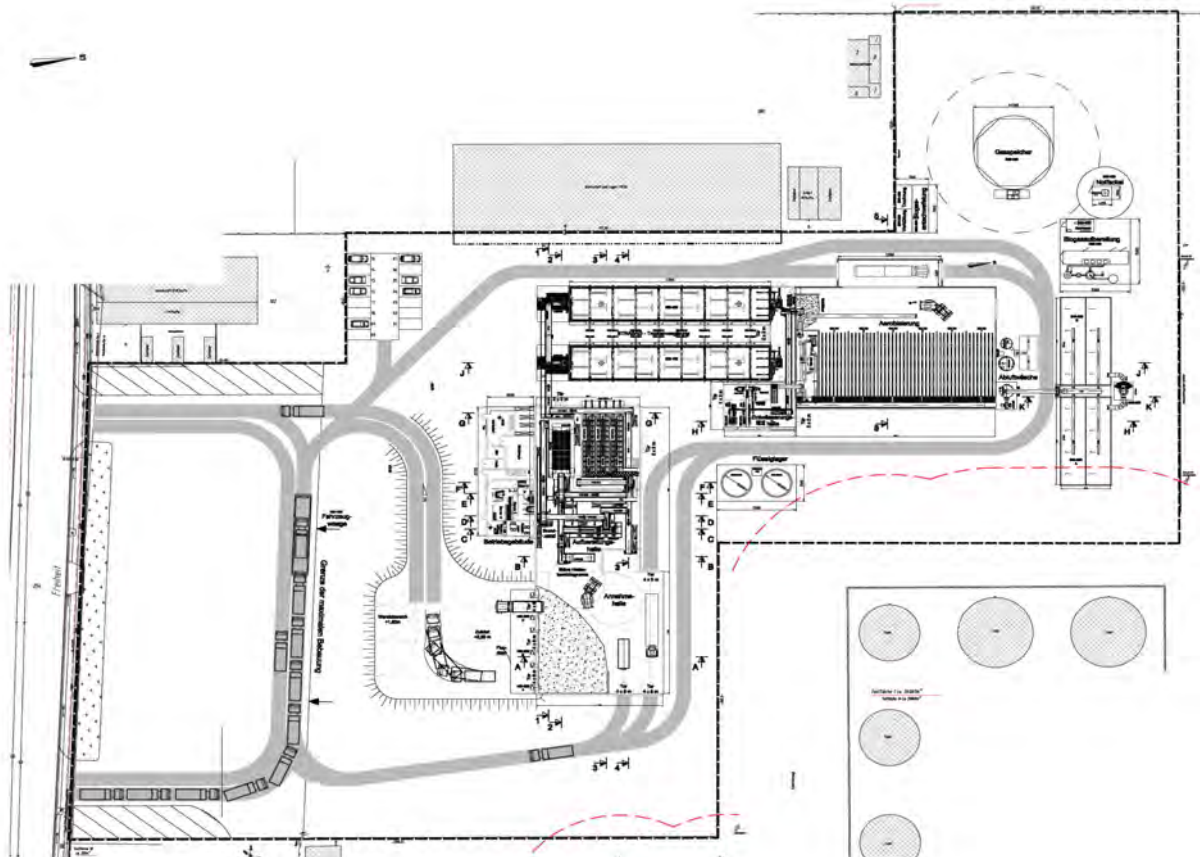
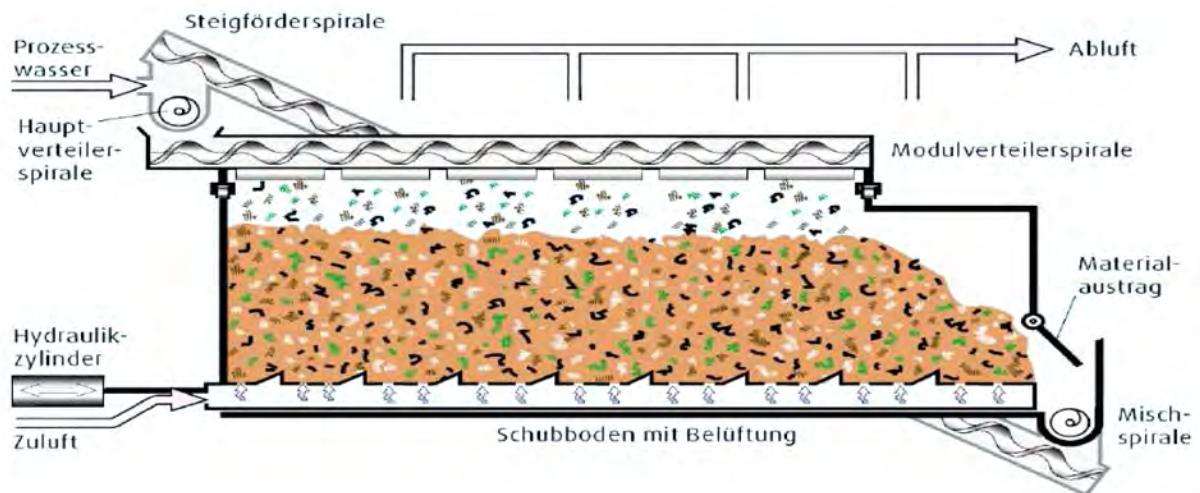


Abbildung 4: Aufstellungsplan Strabag Umwelthanlagen GmbH

Der Anlieferbereich unterteilt sich in drei Tore, ausgestattet mit Luftschleier- bzw. Luftwandanlage zur atmosphärischen Trennung. Die Tore werden über eine mehrspurige Fahrrampe erreicht. Die Anlieferfahrzeuge fahren rückwärts in die jeweils freigegebene Toröffnung, nachdem sie auf einem reichlich bemessenen Plateau entsprechend wenden konnten. Der abgesetzte Flachbunker hat bezüglich der Rampenebene eine Tiefe von 2 m und befindet sich damit auf dem Niveau der übrigen Annahme- und Aufbereitungshalle. Das Bunkermanagement wird durch Mobiltechnik (Radlader) bewerkstelligt. Mittels Radlader wird das Material der Aufbereitung zugeführt. Es ist ein Flachbunkersystem zur Abfallannahme vorgesehen, da diese Speichertechnik einfach, wartungsfreundlich und durch gute Zugänglichkeit gekennzeichnet ist. Während der Anlieferfähigkeit kann der Radladerfahrer kollisionsfrei bereits das Bunkermanagement durchführen - Zuordnung, Sichtung, Beschickung. Die Einfahrtmöglichkeit für Sattelaufleger zum Zwecke der Entladung/Anlieferung bzw. auch für Ausschleusungen aus dem Flachbunkerbereich erfolgt durch ebenerdige Ein- und Ausfahrt in einem separaten Bereich der Anlieferhalle.

Die Aufbereitungslinie nach dem Sieb-Zerkleinerer-Prinzip wird mittels Radlader über den Dosierspeicher mit integrierter Sacköffnerfunktion beschickt. Über Förderbänder wird der Bioabfall zur Siebung gefördert. Durch die polygone Bauart der Siebtrommel sind die Siebbleche sowohl leicht zugänglich als auch leicht wechselbar. Fernerhin bewirkt die Polygonform durch verstärktes Umwälzen des Siebgutes erfahrungsgemäß eine effiziente Absiebung. Die Siebtrommel ist an das Hallenabluftsystem angeschlossen. Durch die Siebung wird der Materialstrom in zwei Fraktionen (der Siebschnitt liegt bei 55 mm) aufgeteilt. Das Überkorn wird nun mittels Fördertechnik der FE-Abscheidung und einer redundanten Nachzerkleinerung in einem 2-Wellen-Shredder zugeführt. Diese Nachzerkleinerung kann auch umfahren werden. Über diese Umfahrung, die ebenfalls bei Stoffstromauskreisung geöffnet werden kann, wird das Material dem Flachbunkerbereich zurückgeführt. Die auszuschleusende Abfallmenge aus dem Sieb-Zerkleinerer-Kreislauf richtet sich nach den Inputeigenschaften (z. B. Störstoffe, Kunststoffe an feuchtem Material haftend). Der zerkleinerte Siebüberlauf wird anschließend wieder der Polygonsiebtrommel im Kreislauf zugeführt. Der Siebdurchgang wird ebenfalls einer FE-Abscheidung und im Weiteren der Zwischenspeicherung vor Vergärung zugeführt.



## Entkopplung der Massenströme Aufbereitung und Vergärung



## Vergleichmäßigung der Rohbiogasproduktion

Abbildung 5: Schematische Darstellung der Zwischenspeicherfunktion

Der Zwischenspeicher vor Vergärung ist nach dem Prinzip der Vorrötte belüftbar ausgestattet. Er dient im Wesentlichen der Entkopplung der Anlagenteile Aufbereitung und Vergärung als auch einer Entzerrung des stündlichen Materialstromes, so dass die täglich anfallende Abfallmenge auch innerhalb eines Tages in die Trockenfermenter dosiert werden kann. Darüber hinaus ist auch eine automatische Beschickung der Fermenter am Wochenende bzw. an Feiertagen möglich. Jeder der drei Bunker hat ein Fassungsvermögen von ca. 135 m<sup>3</sup> und ist mit einem hydraulisch angetriebenen Schubbodensystem ausgestattet, der den automatischen Austrag und somit die automatische Beschickung des Reaktors ermöglicht. Weiterhin soll dieser Speicher zur Vorerwärmung des Reaktorinputs und somit zur Senkung des Wärmebedarfs in der Anaerobie sorgen. Dies ist vor allem in der kalten Jahreszeit zur Vergleichmäßigung der Biogasproduktion von großem Vorteil. Dafür wird die Abwärme aus der Biogasaufbereitung auf Erdgasqualität genutzt und mittels Schlauchheizung ähnlich einer Fußbodenheizung permanent in den Betonboden des Zwischenspeichers geführt, um die biogene Eigenerwärmung des Materials positiv zu unterstützen. Ventilatoren an den einzelnen Bunkern bewirken durch Konvektion den Wärmetransport durch das Material. Der Zwischenspeicher ist gekapselt und an das Abluftsystem angeschlossen. Er kann im Bedarfsfall über die Fördertechnik in den Annahmehbereich leer gefahren werden.

Es werden zwei LARAN® - Trockenfermenter TF 2200 mit einem Bruttovolumen von 2.399 m<sup>3</sup> eingesetzt. Bei diesem Verfahren handelt es sich um ein einstufiges,

thermophiles Trockenvergärungsverfahren. Die Fermenter arbeiten im quasi-kontinuierlichen Pfropfenstrom. Sie sind in liegender Bauform als Betonkammern aus Spezialbeton gefertigt. Massive, quer liegende kurze Rührwerke verhindern sicher die Bildung von Schwimm- und Sinkschichten und fördern die Gasfreisetzung. Ferner verfügt jeder Fermenter über alle sicherheitsrelevanten und gastechnischen Komponenten gemäß den geltenden gesetzlichen Bestimmungen. Nach dem Austrag aus dem Zwischenbunker wird der Fermenter - Input mittels Bandwaage verwogen, bevor er über ein Verteilband einer der beiden Stopfschnecken übergeben und in den zu beschickenden Reaktor gedrückt wird. Das Material in der Stopfschnecke versiegelt den Reaktor und verhindert einen Lufteintrag in den Fermenter.

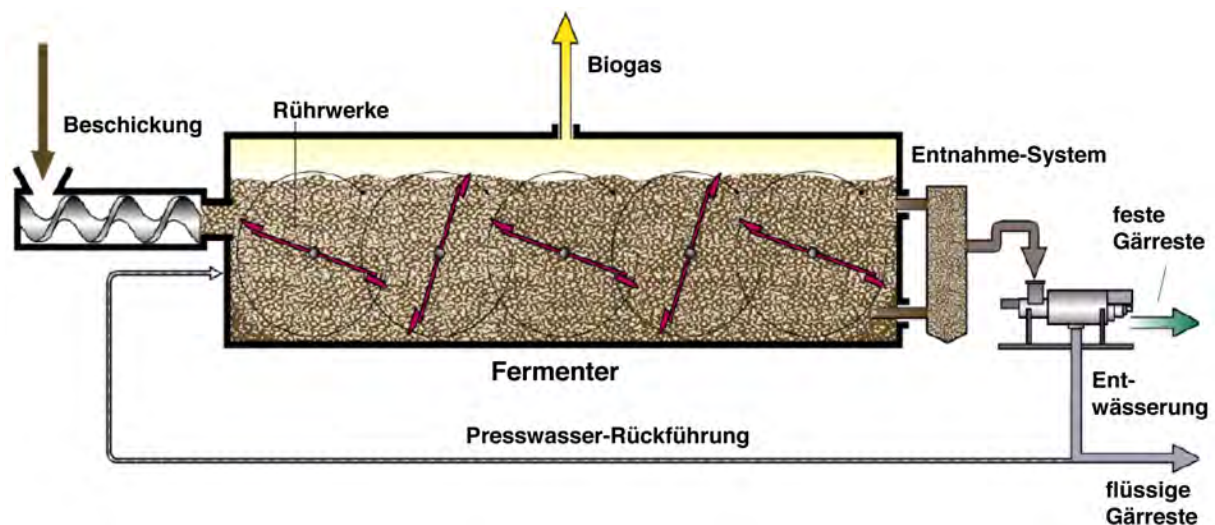


Abbildung 6: Schematische Darstellung Trockenvergärungsprozess

Das Material passiert den Reaktor im quasikontinuierlichen Pfropfenstrom und stellt – abhängig von TS-Gehalten – eine hohe definierte Verweilzeit im Reaktor sicher. Um die Hygienisierungsanforderungen der Bioabfall-Verordnung zu gewährleisten wird der Fermenter thermophil (>55 Grad C) gefahren. Durch den thermophilen Anlagenbetrieb kombiniert mit der Pflropfenstromcharakteristik ist das Reaktorsystem für die Hygienisierung gemäß „Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.“ zertifiziert. Die mittlere hydraulische Verweilzeit beträgt ca. 23 Tage. Damit ergibt sich eine oTS-Raumbelastung von ca. 9 kg oTS/m<sup>3</sup>/d. Der Fermenter verfügt über 8 quer angeordnete Rührwerke. Die mit massiven Rührpaddeln versehenen Rührwerke tauchen in Intervallen und sehr langsam in die Gärsuspension ein. Dabei verhindern sie die Bildung von Schwimmschichten, reißen sich bildende Schichten auseinander bzw. nach unten und verbessern so die Gasfreisetzung. Die Ansteuerung der Rührwerke erfolgt computergeregelt und zeitlich versetzt bzw. getaktet. Durch den Rechts-/Linkslauf der Rührwerke wird ein Einfluss auf die Pflropfenströmung vermieden. Das vergorene Substrat wird am Fermenterende durch großzügig dimensionierte Absaugrohre mit einem Vakuumsystem berührungslos und damit verschleiß- und störungsarm ausgetragen. Mittels Vakuumpumpe wird in den Gärgut-



Entnahmetanks ein Vakuum erzeugt. Durch Öffnen der Reaktorabzugschieber wird das Gärgut in den Tank gesaugt. Im nächsten Schritt wird mit dem Kompressor jeweils einer der beiden Behälter mit Druck beaufschlagt und das Material über die Rohrleitung in die Vorlagebehälter der Schneckenpressen gedrückt.

Aus den Vorlagebehältern, die den Schneckenpressen direkt zugeordnet und darüber positioniert sind, fließt das Gärgut in eine der Schneckenpressen. Die entwässerte Festphase fällt mit einem TS-Gehalt von ca. 35 – 40 % im Presskuchen auf den unter den Entwässerungsaggregaten angeordneten Förderer. Das gesamte entwässerte Material wird zur anschließenden Aerobisierung in eine Box für das weitere Handling mittels Radlader abgeworfen. Die Flüssigphase des 1. Entwässerungsschritts wird in den Presswassertank abgeleitet. Der Presswassertank ist mit Rührwerkstechnik ausgestattet, womit die Entmischung des Feststoff-Wasser-Gemisches im Saugbereich der Pumpentechnik verhindert wird. Die Dekanter - Beschickungspumpe saugt das Presswasser aus dem Presswassertank und beschickt den Dekanter zur Fugatbehandlung. Die Fugatqualität / Prozesswasserqualität wird ohne Flockungsmitteldosierung auf einen TS-Ablaufwert < 15 % optimiert. Hierzu wird nur eine Teilstromentwässerung in Form der Fugatbehandlung vorgenommen, die für die nötigen Prozesswassermengen zur Fermenterrückführung und zum Einstellen des TS-Wertes der Logistiktanks sorgt. Auf diese Weise wird lediglich der Anteil Presswasser dekantiert, der als Rückführwasser zur Vergärung und zur Erreichung der Presswasserqualität zur landwirtschaftlichen Verwertung notwendig ist. Das Prozessüberschusswasser wird in zwei je 2-Tages-Speichern vorgehalten, die mittels Pumpstation über Tankwagen entleert werden. Die Speicher sind aufgrund der Lagerzeit und der Mediumscharakteristik mit den erforderlichen Sicherheitsausrüstungen und einer Wärmeisolierung an das interne Biogasnetz angeschlossen.

Da der feste Gärrest nur gering mit Strukturmaterial durchsetzt ist und somit ein weniger gutes Porenvolumen für eine „normale“ Durchlüftung -wie bei Kompostierung üblich- aufweist, wird die Aerobisierung lediglich mit einer maximalen Flächenbelastung von 1 Mg/m<sup>2</sup> betrieben, was bei einer zu erwartenden Dichte von knapp 1 Mg/m<sup>3</sup> einer Schütthöhe von ca. 1 m entspricht. Die Verweilzeit, um eine gesicherte Aerobisierung / Stabilisierung zu erreichen, beträgt mindestens sieben Tage. Ziel der Aerobisierung ist eine gezielte Abluftbehandlung und die Gewährleistung eines geruchsminimierten Abtransportes der festen Gärreste. Die sechs Rotteboxen werden mittels Radlader beschickt. Mit hohen Luftmengen und zugeführter Wärme wird die Aerobisierung sicher gestellt. Die feuchtigkeitsgesättigte Abluft wird über Gebläse dem Abluftsystem zugeführt.

Das aus der großen Substratoberfläche der liegenden Trockenfermenter und des flüssig Gärproduktlagers entweichende Biogas durchströmt aufgrund des Eigendrucks selbständig den Gasdom am Fermenterkopf und die nachgeschaltete Grobreinigung mit integrierter Kondensatabscheidung. Über Edelstahlleitungen wird

das Biogas dann dem im Freigelände stehenden Doppelmembrangasspeicher mit einem Füllvolumen von ca. 2.150 m<sup>3</sup> zugeführt. Diese Größe gestattet eine Zwischenspeicherung des Rohbiogases für rund zwei Stunden. Nach einer Entschwefelung wird das Biogas gekühlt bzw. getrocknet, da dies für den weiteren Verwendungszweck des Biogases in Form der Aufbereitung auf Erdgasqualität und die interne Nutzung zur Prozesswärmeerzeugung mittels Heizkessel Voraussetzung ist. Für die Gasverwertung wird das Biogas aus dem Gasspeicher durch Druckerhöhungsgebläse den weiteren Verbrauchern, Biogasaufbereitung und Heizkessel, zur Verfügung gestellt. Das gereinigte Rohbiogas wird mittels einer Gasaufbereitungsanlage auf einen Methangehalt von mindestens 96 % CH<sub>4</sub> aufbereitet und dann zur Druckerhöhung, Brennwertanpassung und Odorierung an die Netzbetriebsgesellschaft Berlin-Brandenburg übergeben.

Die Vergärungsanlage verfügt über eine umfassende Abluftbehandlung mit Biofilter und einem vorgeschalteten sauren Wäscher. Der Biofilter ist 2-linig und geschlossen ausgeführt. Die Abluft wird danach über einen Kamin abgeleitet. Sie ist so ausgelegt, dass die gesetzlichen Anforderungen erfüllt und darüber hinaus die Irrelevanzkriterien der GIRL (Geruchsimmissions-Richtlinie) eingehalten werden.

### **Energetische Verwertung der Biogasanlage West**

Der zwischen Russland und der Ukraine seit etlichen Jahren schwelende Gasstreit und der harte Winter 2009/10 haben wieder einmal mehr aufgezeigt, wie abhängig Deutschland von Energieimporten ist. Auch aus diesem Grund fördert die Bundesregierung seit Jahren die erneuerbaren Energien.

Die Rahmenbedingungen für die Biogaseinspeisung wurden durch die Umsetzung des integrierten Energie- und Klimaprogramms der Bundesregierung neu festgelegt. Die am 12. April 2008 in Kraft getretene Änderung der Gasnetzzugangsverordnung (GasNZV, Novellierung im September 2010) definiert als Ausbauziel die Erschließung eines Potenzials bis 2020 von rund 6 Mrd. m<sup>3</sup> BioMethan und bis zum Jahr 2030 etwa 10 Mrd. m<sup>3</sup> zur Einspeisung in das Gasnetz.

Partner der BSR bei der BioMethan - Einspeisung ist die örtliche Verteilnetzbetreiberin die Netzgesellschaft Berlin-Brandenburg (NBB). Sie ist eine Ausgründung der Netzbetriebe der GASAG, Berliner Gaswerke Aktiengesellschaft, und der EMB, Erdgas Mark Brandenburg GmbH, und am 01.01.2006 an den Start gegangen. Als eine der größten örtlichen Verteilnetzbetreiberinnen bundesweit ist es die Aufgabe von NBB, den technischen Betrieb der Gasversorgung in der Region Berlin-Brandenburg zu gewährleisten. Zu den Kernaufgaben gehören hierbei Wartung und Ausbau der dazu notwendigen technischen Infrastruktur sowie die Durchführung des technisch sicheren Betriebes.

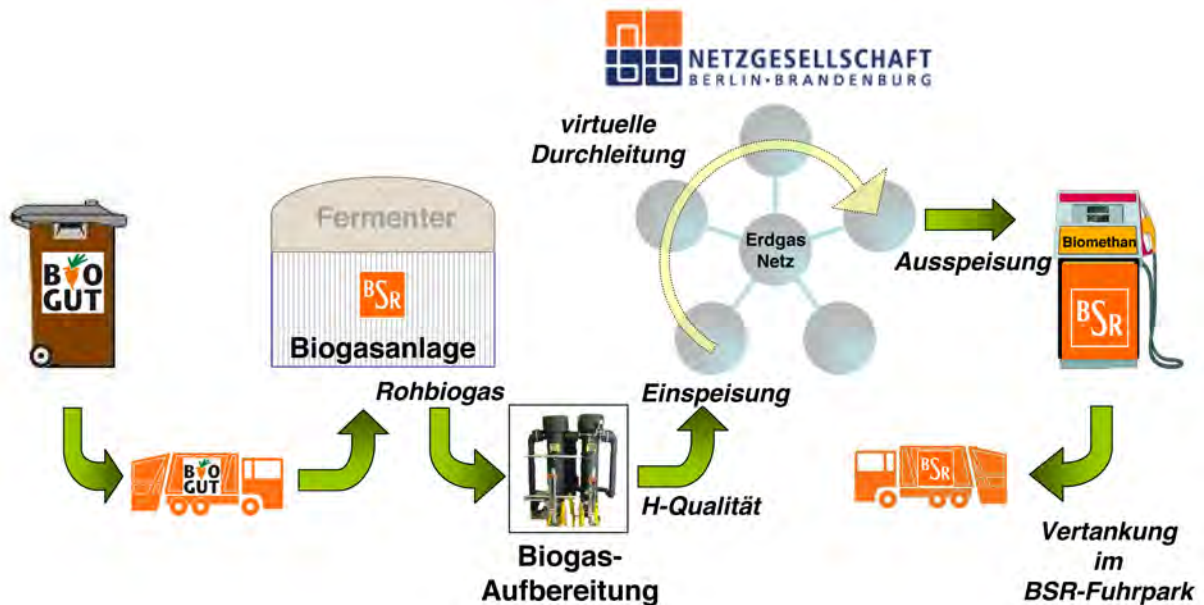


Abbildung 7: Biogasnutzung bei der BSR

Die Gasnetzzugangsverordnung regelt die Verantwortlichkeiten und Kostenverteilung zwischen Einspeiser und Netzbetreiber und definiert erstmalig den vorrangigen Zugang von BioMethan in das Gasnetz. Nach § 41c der GasNZV sind Netzbetreiber auf allen Druckstufen verpflichtet, Anlagen vorrangig an das Gasnetz anzuschließen. Die Kosten für den Netzanschluss werden zwischen Netzbetreiber (75%-Anteil) und Biogaseinspeiser (25%-Anteil) geteilt. Nach § 41b GasNZV besteht der Netzanschluss aus der Verbindungsleitung (bis zu 10 km), der Gasdruck-Regel-Messanlage, der Verdichteranlage und der Anlage zur eichgerechten Messung des einzuspeisenden BioMethans. Der Netzbetreiber ist Eigentümer des Netzanschlusses und trägt die Kosten der Wartung und des Betriebs. Nach § 41d Absatz 1 GasNZV, haben Netzbetreiber Ein- und Ausspeiseverträge vorrangig mit Transportkunden von BioMethan zu schließen. Zugleich ist der Netzbetreiber zur Vornahme aller wirtschaftlich zumutbaren Aufwendungen verpflichtet, um die technische Aufnahmefähigkeit des Netzes zu optimieren. Für Biogas-Transportkunden sieht die GasNZV besondere Regelungen zum erweiterten Bilanzausgleich bei der Biogasbilanzierung vor. Zum Zweck des Bilanzausgleichs wird der Transportkunde einem gesonderten Biogas-Bilanzkreis zugeordnet. In diesem Bilanzkreis müssen die Differenzmengen ausgeglichen werden. Dies erfolgt über ein sogenanntes Bilanzkonto. Der Netzbetreiber ist in Bezug auf reine Biogas-Bilanzkreise dazu verpflichtet, einen Flexibilitätsrahmen von 25 Prozent (bezogen auf die eingespeiste Gasmenge) anzubieten, der über einen Bilanzierungszeitraum von 12 Monaten berechnet wird. Hierbei wird die kumulierte Abweichung der eingespeisten BioMethan-Energiemenge von den ausgespeisten Energieäquivalenten saldiert. Positive Endsalden können vom Biogaseinspeiser auf das nächste Bilanzierungsjahr übertragen werden. Für die Nutzung des tatsächlich in Anspruch genommenen Flexibilitätsrahmens ist ein pauschales Entgelt von 0,1 ct/kWh an den Netzbetreiber zu entrichten. Darüber hinaus sind gemäß

Gasnetzentgeltverordnung (GasNEV) dem Netzbetreiber die Kosten für die Transportleistung im Gasnetz zu erstatten. Dem gegenüber steht, dass bei der dezentralen Einspeisung von Biogas die der Einspeisung vorgelagerten Netze nicht in Anspruch genommen und dadurch Netzentgelte vermieden werden. Diese vermiedenen Netzentgelte werden dem Biogaseinspeiser vom Netzbetreiber, in dessen Netz das Biogas eingespeist wird, pauschal in Höhe von 0,7 ct/kWh erstattet.

Mit den oben genannten Regelungen wird der Biogas-Transportkunde in Summe deutlich besser gestellt als ein Erdgas-Transportkunde, damit die Einspeisung von Biogas auch zu wirtschaftlichen Konditionen erfolgen kann. Diese Regelungen tragen auch der Tatsache Rechnung, dass Biogas aus einem mikrobiellen Prozess rund um die Uhr produziert wird, die Energienutzung dagegen in der Regel diskontinuierlich stattfindet und darüber hinaus erheblichen jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist. Durch die Kostenerleichterungen für die Biogaseinspeisung in den Bereichen Anschlusskosten, Entgelte für vermiedene Netzkosten, Gasqualität und erweiterter Bilanzausgleich entsteht eine Kostenbelastung für die Netzbetreiber. Diese Kostenbelastung wird dadurch kompensiert, dass diese als anerkennungsfähige Netzkosten festgelegt werden und somit auf den Gasendverbraucher umgewälzt werden können.

In den Arbeitsblättern der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW) sind die grundlegenden Qualitätsanforderungen für Gase in Netzen der öffentlichen Versorgung festgelegt. Die GasNZV verweist auf die Arbeitsblätter G 260 (Gasbeschaffenheit) und G 262 (Nutzung von Gasen aus regenerativen Quellen in der öffentlichen Gasversorgung). Der Einspeiser hat die in diesen Arbeitsblättern genannten Gaseigenschaften zu gewährleisten, währenddessen der Netzbetreiber für die Odorierung, Brennwertigenschaften und die Druckstufe verantwortlich ist.

Die Energie wird als Substitut fossilen Treibstoffs im eigenen Fuhrpark eingesetzt. Daher wird die BSR die aus dem BioMethan gewonnenen Energieäquivalente vertanken und dafür den BSR Fuhrpark um weitere über 100 erdgasbetriebene Müllsammelfahrzeuge im Zuge der Ersatzinvestition erweitern. Damit wird der CNG-LKW Bestand auf rund 150 LKW ausgebaut und zudem zu deren Betankung zwei weitere Hochleistungs-Gastankstellen auf eigenen Betriebshöfen installiert.

Die jährlich aus der Biogasanlage der BSR zur Verfügung gestellte Menge Biogas entspricht nach konservativer Abschätzung, unter Berücksichtigung der Betriebsenergie, pro Jahr etwa 2.000 Mg Erdgas H bzw. rund 2,5 Mio. Liter Dieseläquivalenten. Die BSR hat die verschiedenen Nutzungsoptionen für das erzeugte Biogas einer intensiven ökologischen und ökonomischen Prüfung unterzogen, in die natürlich auch standortspezifische Rahmenbedingungen integriert wurden. Daher wurde die Kraftstoffnutzung für die eigenen Sammelfahrzeuge favorisiert.

Hintergründe dieser Entscheidung sind vor allem:

- Die deutlich verringerte Lautstärke von Gasmotoren in Verbindung mit den deutlich verbesserten Abgaswerten (vgl. Euro VI), die in der Berliner Innenstadt einen hohen Umweltnutzen erzeugen.
- Stetig steigende Kraftstoffkosten für Diesel und Erdgas, deren Substitution durch Biogas eine erhebliche Entlastung der Sammelkosten generiert.

Wenn das Biogas als Kraftstoff genutzt wird, kann der Dieserverbrauch der Sammlung um annähernd  $\frac{2}{3}$  gesenkt und der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Fahrzeugflotte um mehr als 6.000 Mg CO<sub>2</sub> /a reduziert werden. Die erzeugte Menge an Biogaskraftstoff ist so hoch, dass nicht nur der Kraftstoffverbrauch der Bioabfall-Sammelfahrzeuge gedeckt werden kann, sondern darüber hinaus zukünftig auch noch weitere Abfallsammelfahrzeuge der Hausmüllabfuhr Biokraftstoff tanken können. Im Übrigen sind die gasbetriebenen Fahrzeuge deutlich leiser, da die Reduktion um rund 2 dB in der Wahrnehmung, etwa der Halbierung des Geräuschpegels entspricht. Die Feinstaubemissionen sind ebenfalls sehr gering, so dass gegenüber den vorhandenen Fahrzeugen eine deutliche Verbesserung eintreten wird.

Bei der in anderen Anlagen üblichen Verstromung vor Ort findet das in der Biogasanlage erzeugte Biogas seinen Abnehmer im angeschlossenen BHKW. Eine Vielzahl solcher Anlagen weisen aber einen geringen Wirkungsgrad auf und verwerten nur einen Teil der im Biogas gespeicherten Energie, weil die vom BHKW neben dem Strom erzeugte thermische Energie auf Grund fehlender Wärmesenken oftmals kaum genutzt werden kann und die Wärme über Kühler an die Umgebung abgegeben wird. Falls eine Anlage kein Wärmekonzept aufweist, kann durch eine Aufreinigung des Rohbiogases und Einspeisung ins Gasnetz der Wirkungsgrad auf rund 80 % erhöht werden. Genau hier setzt die Aufbereitung des Rohbiogases zu einem erdgasähnlichen Produkt und die Einspeisung in das Gasnetz an. Die Energieäquivalente des BioMethans können dann an anderer Stelle das ganze Spektrum der Einsatzbereiche von fossilem Erdgas substituieren. Die Vorteile der Gasnetznutzung liegen auf der Hand. Einerseits kann die BioMethan - Produktion zeitlich von der Nutzung entkoppelt und das Netz in seiner Speicherfunktion genutzt werden, andererseits bildet das Netz durch die Regularien des Flexibilitätsrahmens für den Biogas-Bilanzkreis eine Kreditfunktion ab.

### **Klimaschutz:**

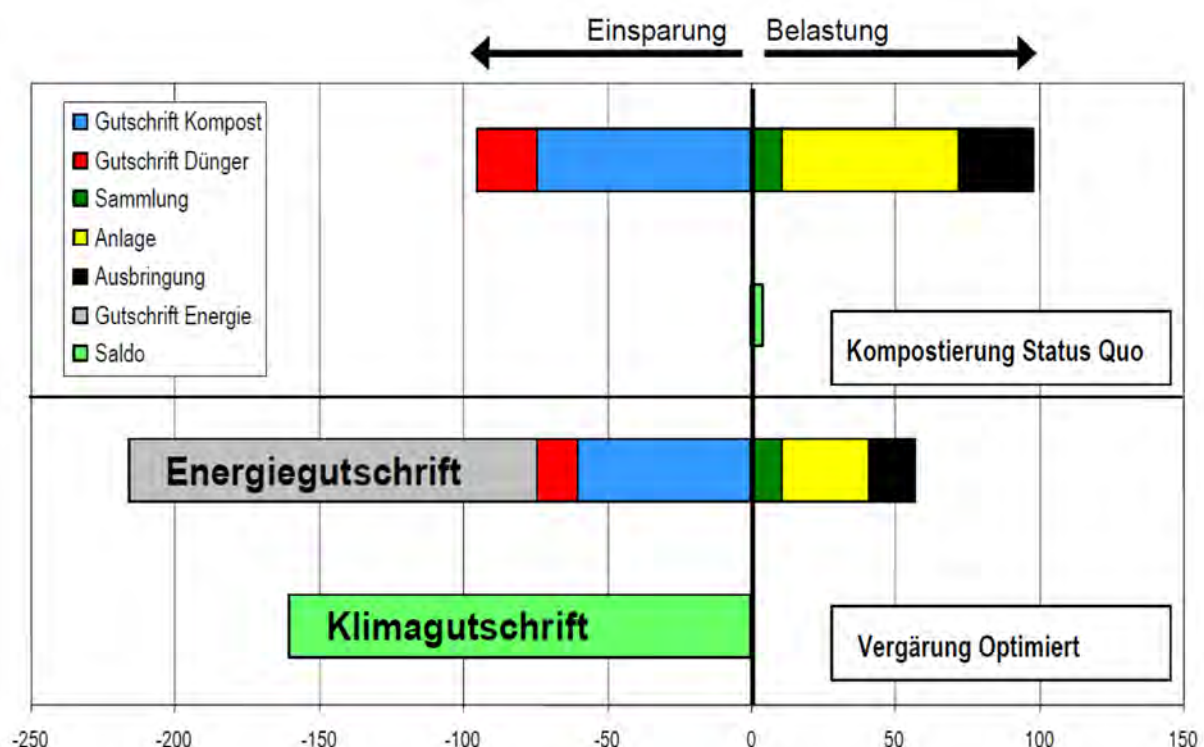
Auch nach dem Klimagipfel in Kopenhagen setzt sich Berlins Umweltsenatorin Katrin Lompscher dafür ein, weiter an den Klimazielen festzuhalten. In Berlin soll im Rahmen der Fortentwicklung des Energiekonzeptes der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis zum Jahr 2020 um mindestens 40 % gegenüber 1990 gesenkt werden.

Die BSR hat als erstes Unternehmen eine Kooperationsvereinbarung mit dem Land

Berlin zur Senkung der Treibhausgase abgeschlossen. Im Rahmen dieser Vereinbarung hat die BSR sich verpflichtet, die Emissionen von klimaschädlichen Gasen weiter zu reduzieren, bzw. regenerative Energien zu schaffen, um dieses Ziel zu erreichen. Dies erfolgt im Wesentlichen durch die Abfallbehandlungsanlagen und die Deponieabdeckung. Daher hat die BSR ihre Konzeption zur Verwertung organischer Abfälle aktualisiert und den Bau von zwei Biogasanlagen vorbereitet. Daneben wird auch ein Klimaschutzpotenzial im Fuhrpark und Immobilienstand realisiert.

In einer aktuellen Veröffentlichung <sup>4)</sup> des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) in Verbindung mit dem Umweltbundesamt (UBA) wird der positive Klimanutzen der Vergärung dargestellt. „Die energetische Verwertung von Bioabfällen in Verbindung mit einer stofflichen Nutzung der in den Bioabfällen enthaltenen Pflanzennährstoffe kann als „hochwertige Verwertung“ angesehen werden.“ In dieser Veröffentlichung ist ebenfalls eine richtungweisende Abbildung publiziert, die die wesentlichen Be- und Entlastungen der Kompostierung und der Vergärung hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Äquivalente gegenüberstellt.

Hierin wird der klare positive Effekt der Vergärung im Vergleich zur Kompostierung deutlich:



Quelle: Ifeu & Partner 2008  
 aus: „Aufwand und Nutzen einer optimierten Bioabfallverwertung hinsichtlich Energieeffizienz, Klima- und Ressourcenschutz, August 2010, von: Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, Herausgeber: Umweltbundesamt (UBA)

Abbildung 8: Vergleichende Klima-Bilanz: Kompostierung vs. Vergärung

Dennoch dürfen darüber andere Umweltwirkungen nicht vergessen werden. So leisten manche Abfallfraktionen einen wichtigen Beitrag zu anderen Umweltwirkungen, wie bspw. Bio- und Grünabfälle, durch deren getrennte Erfassung und Verwertung insbesondere die mineralische Ressource Phosphor geschont wird. In der aktuellen Diskussion zum Klimawandel werden oft nur die energetischen Potenziale hervorgehoben. Spezifische Nutzwerte, die sich bei der Anwendung behandelter Bioabfälle in Bezug auf den Boden ergeben, werden i. d. R. nur am Rande oder gar nicht erörtert. Dies liegt daran, dass es objektiv schwierig ist, unterschiedliche Sachverhalte, wie die Substitution fossiler Energieträger einerseits und die Wirkungen von z. B. Kompost auf die Bodenfruchtbarkeit andererseits, in ein einheitliches ökobilanzielles Bewertungsschema zu bringen. Genau dies war jedoch die Aufgabe, die der Verband der Humus- und Erdenwirtschaft (VHE) der EPEA (Internationale Umweltforschung Hamburg) gestellt hatte <sup>5)</sup>.

Die Untersuchung weist ebenfalls die ökologischen Vorteile der Kompostierung und der Vergärung von Bioabfällen nach und begründet die Sinnhaftigkeit der getrennten Sammlung und stofflichen Verwertung insbesondere aus der Dünge- und Humuswirkung der erzeugten Produkte. So führt die Rezirkulation der Gärreste in den Boden zu einer Gutschrift bzgl. der Kohlenstoff-Sequestrierung von ungefähr 6000 Mg CO<sub>2</sub>-Äq./a (brutto).

### **Fazit und Ausblick**

Kommunale Abfalldienstleister müssen heute dem ökologisch-gesellschaftlichen Anspruch auf Reduktion von Treibhausgasemissionen wie auch der Notwendigkeit nachhaltiger Ressourcenbewirtschaftung gerecht werden. Dabei ist die Transparenz, Kontinuität und Verlässlichkeit über die für den weiteren Ausbau der Biogaseinspeisung erforderlichen politischen, wirtschaftlichen, ökologischen und technischen Rahmenbedingungen von offensichtlicher Bedeutung. Die zukünftig steigenden Energiepreise sind hierbei ein maßgeblicher Faktor bei den Entscheidungsprozessen. Der Einsatz von Abfällen zur Energieerzeugung gewinnt damit eine immer größere Bedeutung für die Strategie der BSR. Mit der aktualisierten Anlagenkonzeption der BSR für die organischen Abfälle, insbesondere für das getrennt gesammelte BIOGUT, wird es möglich sein, bei vertretbaren Kosten für die Vergärung und Reduktion der Transport- und Dieselbeschaffungskosten, Tarifierhöhungen zu minimieren und gleichzeitig mit der Verlängerung der Wertschöpfungskette die Produktion grüner Energie der BSR zu erhöhen.

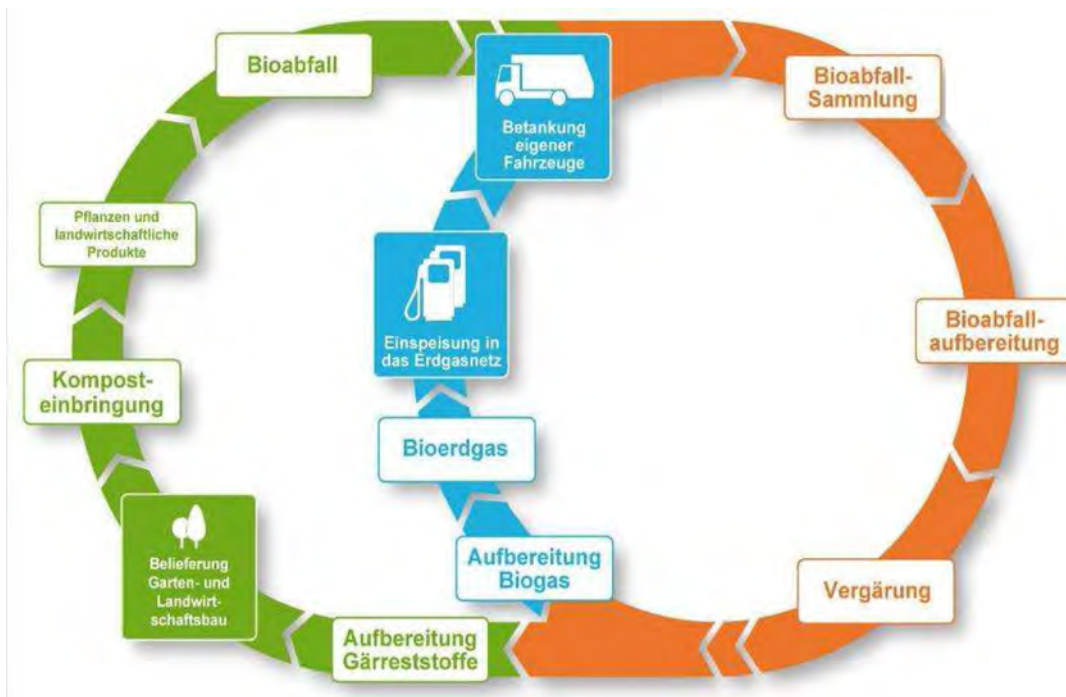


Abbildung 9: Geschlossene Kreisläufe bei der Bioabfallverwertung

Zudem werden die Möglichkeiten der Reduktion der Kohlenstoffdioxid- und Methan-Emissionen durch die stoffliche Verwertung der Gärreste genutzt, um einen weiteren Beitrag zur Kreislaufwirtschaft und zum Klimaschutz zu leisten. Mit diesem Anlagenkonzept ist es gelungen, den Logistikkreislauf und den organischen Stoffkreislauf ökologisch miteinander zu verbinden.

#### Literaturverzeichnis:

- 1) „Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft – am Beispiel von Siedlungsabfällen und Altholz“  
Ifeu / Öko-Institut e. V., Januar 2010, Auftraggeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) / Bundesverband der deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e. V. (BDE)
- 2) 22. Sitzung des Abgeordnetenhauses von Berlin, vom 6.12.2007, Drucksachen 16/1033 und 16/1038
- 3) Abfallwirtschaftskonzept 2020, Drucksache 16/3403, Abgeordnetenhaus Berlin, 20.8.2010
- 4) „Ökologisch sinnvolle Verwertung von Bioabfällen – Anregungen für kommunale Entscheidungsträger“, September 2009, Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) / Umweltbundesamt (UBA)
- 5) „Ökologisches Leistungsprofil von Verfahren zur Behandlung von biogenen Reststoffen – Kompass für die Entscheidungsfindung vor dem Hintergrund der geplanten Überarbeitung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes“ April 2008  
Herausgeber: Internationale Umweltforschung GmbH (EPEA) / Verband der Humus- und Erdenwirtschaft e. V. (VHE)



Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**WASTE MANAGEMENT**, Volume 2

Waste Management, Recycling, Composting, Fermentation,  
Mechanical-Biological Treatment, Energy Recovery from Waste,  
Sewage Sludge Treatment

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Luciano Pelloni.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011

ISBN 978-3-935317-69-6

ISBN 978-3-935317-69-6 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky  
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2011

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,

Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M. Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky, Janin Burbott

Erfassung und Layout: Janin Burbott, Petra Dittmann, Sandra Peters,

Martina Ringgenberg, Ginette Teske

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.