

Erfahrungen beim Betrieb von mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen

– Bericht des Betreibers einer deutschen MBA (Hannover) -

Beate Vielhaber und Roland Middendorf

Zusammenfassung

In der Region Hannover werden die anfallenden Restabfälle entweder mechanisch-biologisch behandelt bzw. nach stoffstromspezifischer Behandlung als heizwertreiche Fraktion oder direkt thermisch verwertet. Die MBA Hannover ist nach sechs Betriebsjahren an vielen Anlagenteilen technisch und wirtschaftlich optimiert worden. Zentrale Bereiche waren dabei die personelle Betriebsorganisation, die Schwerstoffabtrennung vor der Vergärung, die Produktion und energetische Verwertung von Vergärungsgas und die Abluftbehandlungsanlage. Die mit Vergärungsgas produzierte Energie (Strom und Wärme) trägt dazu bei, dass die energetische Eigenversorgung der Abfallbehandlungsanlagen am Standort Hannover nahezu vollständig ist, erhebliche Strommengen gegen Erlös ins öffentliche Netz eingespeist werden können und nur noch Restmengen an Strom extern zugekauft werden müssen. Darüber hinaus wurden die Energieeffizienz und die CO₂-Bilanz der MBA Hannover in Kombination mit verschiedenen Behandlungsverfahren für die heizwertreiche Fraktion untersucht.

1. Einführung

In der Region Hannover leben 1,1 Mio. Einwohner auf einer Fläche von ca. 2.300 km². Der Zweckverband Abfallwirtschaft Region Hannover (aha) ist der öffentlich-rechtlich organisierte Entsorgungsträger (öRE). Er betreibt die Abfall- und Wertstoffabfuhr, diverse Abfallannahmearrichtungen, Kompostierungsanlagen, eine Mechanisch-Biologische Abfallbehandlungsanlage und drei Deponiestandorte. In der Region Hannover fielen 2010 rund 330.000 Mg Restabfall an. Die Abfälle werden, nach Herkunft, Heizwert und Transportentfernung optimiert, verschiedenen Behandlungsanlagen zugeführt. Mehrere Kontingente in externen Abfallverbrennungsanlagen und die aha-eigene Mechanisch-Biologische Restabfallbehandlungsanlage (MBA) Hannover stehen zur Restabfallbehandlung zur Verfügung.

Die MBA Hannover ist für eine Jahreskapazität von 200.000 Mg genehmigt. Die Mechanische Abfallaufbereitungsanlage (MA) ist seit dem Jahr 2000, die nachgeschaltete Biologische Abfallbehandlungsanlage (BA) seit 2005 in Betrieb. Die BA ist als mesophile Trockenvergärung nach dem System VALORGA mit anschließender Aerobisierung und geschlossener Nachrotte ausgeführt. Über das Anlagenkonzept der MBA Hannover wurde bereits mehrfach publiziert (SCHNEIDER et al. 2006, VIELHABER & HÜLTER 2008).

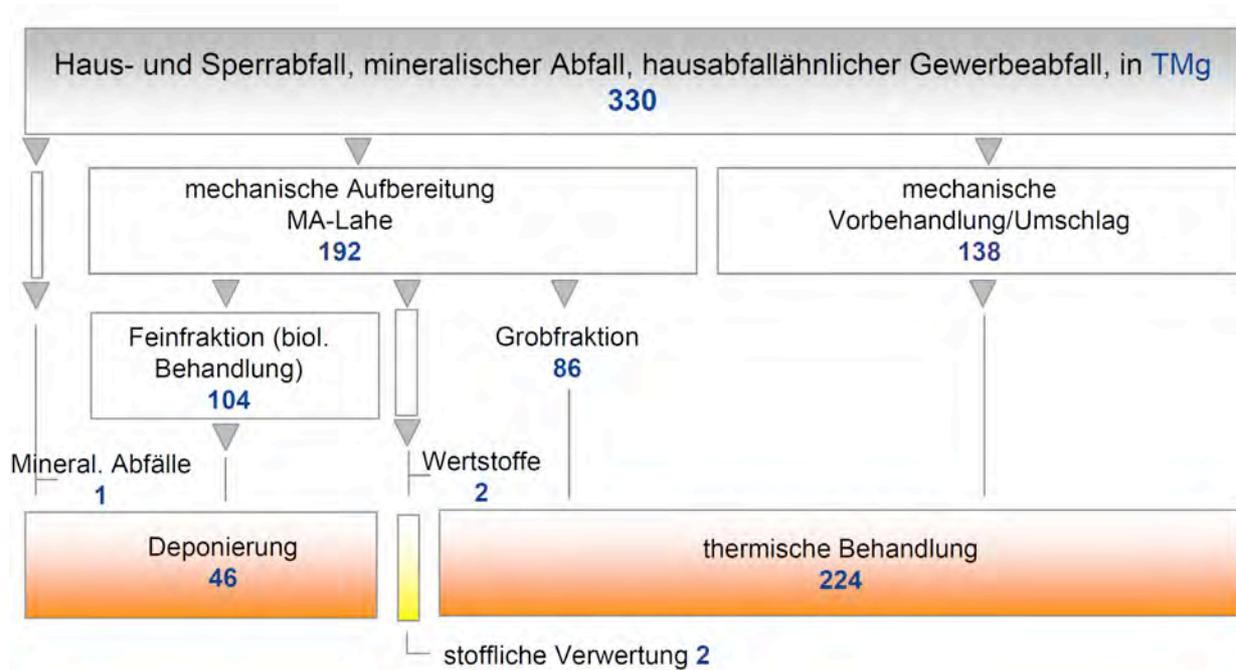


Abb. 1 Restabfallaufkommen und Behandlungswege in der Region Hannover (Stand 2010)

Im folgenden werden die verschiedenen Verfahrenswege der Restabfallbehandlung, die die Region Hannover beschreitet, aufgezeigt. Das Verfahrenskonzept und Erfahrungen des Betriebs der MBA Hannover werden beschrieben und die Energiebilanz bzw. –effizienz vorgestellt.

2. Stoffstrommanagement

In den letzten Jahren sind die stoffstromoptimierte Mengensteuerung, die Qualitäten der heizwertreichen Fraktionen im Zusammenhang mit der weiteren Verwertung sowie die Transportoptimierung zunehmend in den Fokus des Anlagenbetriebs gerückt.

Durch die Fusion der Landeshauptstadt Hannover mit dem Umland zur Region Hannover zum 1.01.2003 sind verschiedene Verbrennungsverträge übernommen worden. Innerhalb dieser Verträge sind breite Anlieferkorridore vereinbart, die eine Transportoptimierung und damit nicht unerhebliche Kostensenkungen ermöglichen. In diesem Zusammenhang ist auch eine optimierte Anlieferung mit einem weiteren öRE vereinbart worden. Hierbei wurden die jeweils vertraglich vereinbarten Anlieferstellen getauscht und damit Transportkilometer von rund 320.000 km/a vermieden. Am Standort Hannover sind die MBA und die Müllverbrennungsanlage (MVA) der E.ON Energy from Waste Hannover direkt benachbart. Abb. 2 zeigt eine Luftaufnahme das von aha betriebene Abfallbehandlungszentrum Hannover, bestehend aus einem Bioabfallkompostwerk und der MBA sowie im Vordergrund die MVA.



Abb. 2 Standort Hannover: MVA (im Vordergrund), Bioabfallkompostwerk (Mitte) und MBA; rechts oben: Autobahn A2

Daneben ist in den vergangenen Jahren die Nachfrage an heizwertreichen Fraktionen verschiedener Qualitäten gestiegen. Insbesondere vor dem Hintergrund der Entsorgungskosten ist dies von besonderem Interesse. Auch wenn bestehende langjährige Verträge eine kurzfristige Anpassung ausschließen, wird in diesem Sektor ein nicht unerhebliches Potential erwartet. Die Erzeugung heizwertreicher Fraktionen wird in Zukunft für den Verfahrensablauf einer MBA von zunehmender Bedeutung werden.

Weiteres Potential sehen wir in der biologischen Behandlung heizwertarmer Fraktionen. Dies wird durch den zunehmenden Bau von Bioabfallvergärungsanlagen unterstützt. Aber auch in diesem Sektor werden neue Verfahrenstechnologien, z.B. die Erzeugung von Biostabilat, die Kombination der Restabfallbehandlung durch eine MBA bzw. durch energetische Verwertung beeinflussen.

3. MBA Hannover - Verfahrenskonzept

In die MBA Hannover gelangen hauptsächlich Hausabfall und hausabfallähnlicher Gewerbeabfall. Das Schema in Abb. 3 zeigt den Behandlungsablauf: Sammelfahrzeuge entleeren den Restabfall in Flachbunker. Von dort wird der Abfall mit Greiferbaggern auf Shredder aufgegeben und zerkleinert. Störstoffe werden entfernt. Magnetabscheider ziehen verwertbare Fe-Metalle heraus. Siebtrommeln trennen die Grobfraction mit Restanteilen von Papier, Holz oder Kunststoffen von der Feinfraktion, die das meiste zur Verrottung geeignete organische Material enthält. Der Siebschnitt beträgt 60 mm. Innerhalb der MA werden vier weitgehend identische Aufbereitungslinien parallel betrieben. Die heizwertreiche Grobfraction wird in Container gepresst und in der nahegelegenen Müllverbrennungsanlage der E.ON beseitigt. Eine Feinaufbereitung ($</> 15$ mm) und nachfolgende Windsichtung der Fraktion > 15 mm dienen der Feinaufbereitung vor der Vergärung. Sie entzieht der Fraktion < 60 mm die inerten Schwerstoffe (Steine, Glas, Mineralanteile), die nicht für die Vergärung geeignet sind (ca.

20% des Inputs in die BA). Diese werden direkt der Nachrotte zugeführt.

Die biologische Behandlung umfasst die Stufen Vergärung, Aerobisierung und Nachrotte. Eine schematische Darstellung der wesentlichen Anlagenteile enthält Abb. 4. Die nach Windsichtung entstandene „Leichtfraktion“ wird der Vergärung zugeführt. Ein zwischengeschaltetes Bunkerband und ein Flachbunker können eine Tagesmenge Feinfraktion (ca. 400 Mg) aufnehmen für den Fall, dass die MA oder BA (geplante Wartung oder störungsbedingte Einschränkung) keinen Abfall verarbeiten können.

Die anaerobe Vergärung findet im mesophilen Temperaturbereich (35– 42°C) statt und hat in den Gärbehältern eine nominale Aufenthaltsdauer von ca. 20 Tagen. Der Gärrest wird anschließend dreistufig entwässert und der Aerobisierung zugeführt. Hier wird der Gärrest ca. 48 Stunden intensiv belüftet, vorrangig um Ammoniak zu stripfen. Danach wird der Abfall sechs Wochen in Tafelmieten aerob gerottet, dabei saugbelüftet und einmal pro Woche automatisch umgesetzt. Das Deponat wird per Lkw zur 30 km entfernten Deponie transportiert. Die Abluftbehandlung umfasst drei saure Wäscher und vier RTO-Linien mit einer Gesamtkapazität von 122.000 m³/h.

Die MBA Hannover wird Montags bis Freitags in drei Schichten betrieben. Der Abfalleintrag erfolgt tagsüber zwischen 6 und 22 Uhr, die Maschinenlaufzeiten betragen 12 bis 14 Stunden. In der Nachtschicht finden Wartungsarbeiten statt.

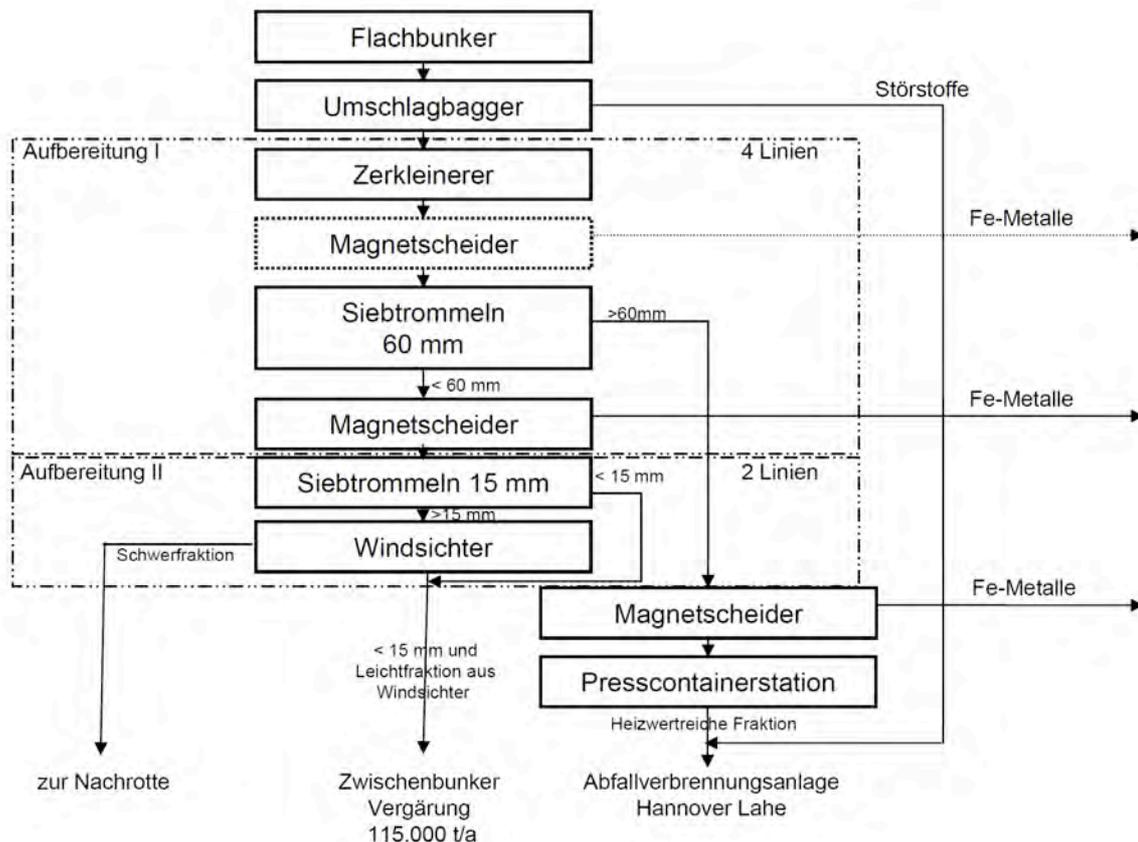


Abb. 3 Prozessschema der Mechanischen Aufbereitungsanlage

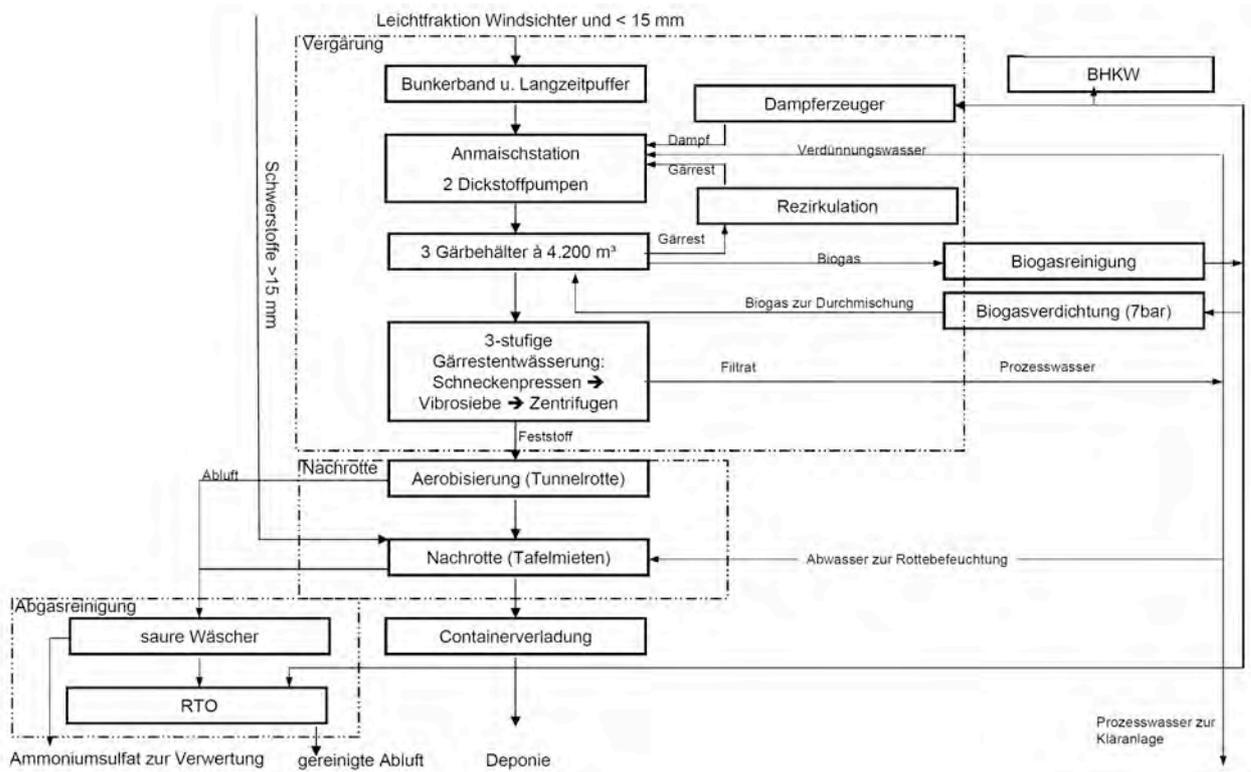


Abb. 4 Prozessschema Biologische Restabfallbehandlungsanlage

4. Betriebserfahrungen

Die Mechanische Restabfallaufbereitungsanlage (MA) wurde im Jahr 2000 in Betrieb genommen. Sie funktioniert seither weitgehend störungsfrei. Dazu trägt auch die komfortable Redundanz und Auslegung der beiden Aufbereitungslinien bei, die auch bei Reparaturen einen Weiterbetrieb von mindestens 60% der Kapazität erlauben.

Der Hersteller der Biologischen Restabfallbehandlungsanlage (BA) startete den Betrieb 2005 und konnte den Probebetrieb bis Ende 2006 nicht erfolgreich durchführen. Die Vielzahl von technischen Problemen nahm am Anlass, den Bauvertrag im Februar 2007 zu kündigen und den Betrieb der BA in Eigenregie weiterzuführen.

In 2008 wurde das Optimierungspotential der MBA Hannover systematisch analysiert und bewertet. Es wurde eine Sensitivitätsanalyse mit Unterstützung von Fachgutachtern durchgeführt, die die technischen und wirtschaftlichen Grundlagen für die Auswahl und Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen lieferte.

Die Optimierungsmaßnahmen wurden mit folgenden Zielen verfolgt:

- genehmigungskonformer Betrieb (Einhaltung 30. BImSchV, DepV)
- Erhöhung von Durchsatz und Verfügbarkeit
- Wirtschaftlichkeit.

Jede der Maßnahmen wurde hinsichtlich der Personalkosten, eingesparten Aufwendungen (z.B. externe Abfallentsorgung), Reparatur-/Wartungs-/Unterhaltungskosten (RWU), Kapitalkosten und Betriebsmittelkosten bewertet. Der Saldo der Produktkosten wurde ins Verhältnis zum Durchsatz gestellt. Nur wenn eine Maßnahme eine Betriebskostenabsenkung zur Folge hatte, wurde sie weiter verfolgt. Die finanziellen Auswirkungen auf Durchsatz und Behandlungskosten wurden berechnet. Im Jahr 2010 waren alle geplanten Maßnahmen abgeschlossen, so dass sinkende Betriebskosten den Erfolg der wesentlichen Optimierungsmaßnahmen bereits bestätigen.

Die MBA Hannover befindet sich in ständiger Weiterentwicklung, so dass diverse Projekte zur Optimierung von Betrieb und Kosten den Betrieb kontinuierlich begleiten.

4.1 Betriebsorganisation

In den ersten Betriebsjahren wurde im 2-Schicht-Betrieb von 6 – 22 Uhr gearbeitet. Es zeigte sich jedoch, dass Maschinenstillstände durch planbare Wartungen zuviel Zeit des produktiven Zeitfensters in Anspruch nahmen. Auch Anlagenstillstände aufgrund von Störungen wurden teilweise erst in der folgenden Tagschicht - wieder zu Lasten der Produktionszeit - behoben.

Daraufhin wurde ein neues Arbeitszeitmodell eingerichtet. Es wurde eine zusätzliche Wartungsschicht in der Nacht installiert. Damit konnten erforderliche Wartungs- und Reparaturarbeiten in nicht-produktive Zeiten verlagert werden, wodurch die Anlagenverfügbarkeit tagsüber gesteigert wurde. Diese Wartungsnachtschicht konnte außerdem einen erheblichen Teil der bisher bei Bedarf für Wartungen und Reparaturen eingesetzten Fremdfirmen ersetzen.

Mit der Realisierung des 3-Schicht-Betriebes stieg die jährliche Durchsatzleistung der MBA. Die erhöhte Verfügbarkeit führt wegen nicht mehr erforderlicher Abstimmung zu einer Senkung der Verbrennungskosten und damit auch zur Senkung der spezifischen Behandlungskosten.

Daneben wurde das Personal so qualifiziert, dass alle Mitarbeiter der MBA auch produzierend arbeiten können. Bis dato waren die Mitarbeiter einer Schicht recht starr eingeteilt. Kraftfahrer beispielsweise wurden innerhalb der Anlage gar nicht tätig. Die Nachtschicht führte nur Wartungs- und Reinigungsarbeiten durch. Ziel der Weiterqualifikationen ist, dass durch Durchmischung der Schicht mit zusätzlich qualifizierten Kraftfahrern und Reinigungspersonal auch die Nachtschicht in der Lage versetzt wird, bei ggf. tagsüber auftretenden Anlagenstill-

ständen die Abfallbehandlung nachts nachzuholen. Insgesamt ist eine wesentlich flexiblere Personaleinteilung und Anlagenfahrweise möglich.

4.2 Schwerstoffabtrennung

Die mechanische Feinaufbereitung dient dazu, aus der abgeseibten Feinfraktion < 60 mm eine sogenannte Schwerfraktion auszusortieren, die Steine, Glasbruch und Mineralfraktionen enthält. Diese Stoffe sind nicht für die Vergärung geeignet und erhöhen das Verschleißpotential für die nachfolgenden Aggregate infolge Abrasion. Daneben muss der Gefahr der Sedimentation in den Gärbehältern vorgebeugt werden.

Die herstellerseits gelieferten Ballistischen Separatoren hatten sich seit Beginn der Inbetriebnahme der Feinaufbereitung als störanfällig und zeitweise sogar als das Nadelöhr der MBA erwiesen (ausführlich in VIELHABER & HÜLTER 2008). Die Jahreskosten für Verschleißteile, Ausfallzeiten und Personaleinsätze nur für den Betrieb dieses Anlagenteils waren beträchtlich.

In 2009 wurden die Ballistischen Separatoren demontiert und eine zweistufige Verfahrenstechnik mit Feinsiebung und einfacher Schwerstofftrennung installiert. Es handelt sich um eine Kombination aus einem Trommelsieb mit Siebschnitt 15 mm und einem nachgeschalteten Prall-/ Windsichter für die Fraktion 15 – 60 mm. Dabei werden das Material <15 mm und die Leichtfraktion aus der Windsichtung der Vergärung zugeführt (etwa 80% des Massenstromes). Die Schwerfraktion wird dem Gärrest vor Eintritt in die Tafelmiete (Nachrotte) zugegeben und ist als Strukturmaterial in der Nachrotte geeignet. Die Erfahrungen seither belegen, dass diese Technik die Betriebssicherheit deutlich erhöht hat.

4.3 Biologische Betriebsführung

Die biologische Behandlungsanlage ist auf einen täglichen Eintrag von 400 Mg dimensioniert. Bei Eintragsschwankungen in die Vergärung ab +/- 25 % können Hemmungen in den biologischen Reaktionen auftreten. Insofern ist eine vorgeschaltete Zwischenlagerung des Abfalls erforderlich. Daneben kann eine Stärkung des Carbonatpufferbereiches z.B. durch Zugabe von Schlämmen aus der Papierherstellung evtl. Hemmungen der Mikrobiologie vorbeugen. Neben der Einhaltung der aus dem Betriebshandbuch vorgegebenen Betriebsparameter wird der Vergärungsprozess durch wöchentlich zwei Laboranalysen des In- und Output kontrolliert.

Die Gärbehälter werden durch eine verlustfreie Rezirkulation des Vergärungsgases durchmischt. Durch regelmäßige Messung bzw. Kontrolle der 320 Eintragsdüsen wird die Durchmischung gewährleistet. Ablagerungen von Sediment an den Rändern der Gärbehälter konnten bisher durch Einzelinjektionen mit Hochdruck beseitigt werden. Eine Erstrevision der Gärbehälter ist herstellerseitig 10 Jahre nach Inbetriebnahme angegeben.

Der Biogasertrag hängt von saisonbedingt schwankenden Mengen und deren Zusammensetzung der angelieferten Abfälle ab. Die für die MBA Hannover geplante Biogasausbeute sollte laut Herstellerangaben bei 12 Mio. N cbm/a liegen. Tatsächlich liegt der Gasertrag wesentlich höher (derzeit bei rund 15 Mio. N cbm/a).

4.4 Gasaufbereitung und –verwertung

Auf dem Standort Deponie Hannover werden das Vergärungsgas aus der MBA und Deponiegas aus einer Altdeponie gemischt und gemeinsam einer Gasaufbereitung und –verwertung zugeführt. Das Deponiegas steht recht gleichmäßig mit etwa 1.000 m³/h zur Verfügung. Aufgrund der fehlenden Zufuhr frischen Abfalls auf der 2005 stillgelegten Deponie Hannover ist der Methangehalt des Deponiegases mit 40 - 45% relativ gering. Die förderbare Gasmenge nimmt seit 2005 etwa um 10% jährlich ab.

Abb. 5 zeigt den typischen, sägezahnähnlichen Wochenverlauf der aus Deponiegas und Biogas gewonnenen Energiemenge, gemittelt aus den 15-Minuten-Werten eines Jahres. Dabei entsprechen 1000 kW etwa 200 m³/h Gas.

Das Vergärungsgas enthält im Mittel ca. 56% Methan. Die im Gasraum der Gärbehälter produzierte Gasmenge verhält sich stark eintragsabhängig: Der Eintrag von frischem Abfall findet in der MBA Hannover von Montag bis Freitag etwa 12 bis 14 Stunden lang statt. Montag früh weisen die Vergärungsgasmengen ihr Minimum (um 500 m³/h) auf und steigen bis Mitternacht auf das Tagesmaximum. Dieses Tagesmaximum steigt seinerseits bis zu einem Wochenmaximum etwa Freitagabend. Es beträgt je nach Abfalleintrag zwischen 2.000 und 3.500 m³/h. Über das Wochenende gehen die Gasmengen wieder zurück.

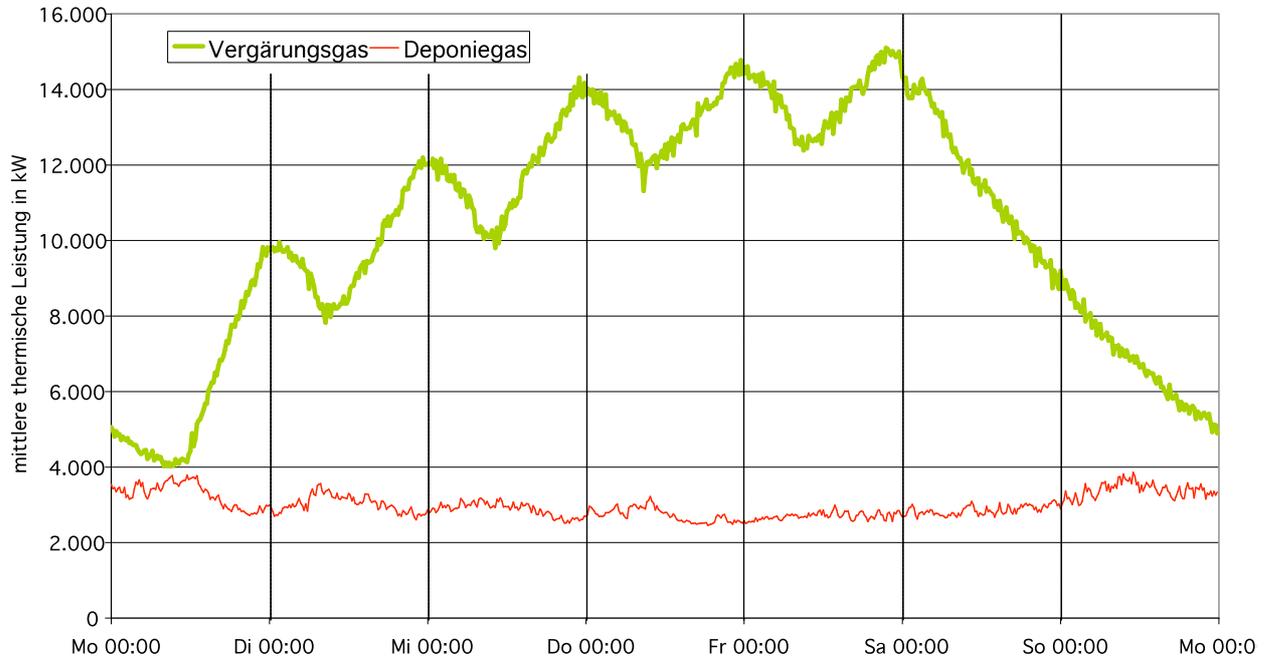


Abb. 5 mittlerer Wochenverlauf der aus Deponiegas und Vergärungsgas gewonnenen Energie (als thermische Leistung in kW)

Das Mischgas wird über eine Verdichterstation einer Gasaufbereitung zugeführt. Es wird zunächst in einer Kältetrocknungsanlage mit einer Kapazität von 3600 m³/h entfeuchtet. In zwei nacheinander geschalteten Aktivkohlefiltern werden Siloxane und Schwefelwasserstoff adsorbiert. Dann durchfährt das Gas einen Gasspeicher mit einer Kapazität von 1.500 m³. Der Gasspeicher dient weniger als Massenspeicher (Pufferkapazität ca. 30 min), sondern als Mischspeicher. Ohne Speicher hätte sich für die BHKW-Motoren als problematisch herausgestellt, dass sich Deponiegas und das deutlich heizwertreichere Vergärungsgas trotz ca. 500 m gemeinsamer Leitungslänge kaum vermischten. Die BHKW-Motoren regeln heizwertabhängig und hatten Probleme, den pulsierend ändernden Heizwert der beiden Gastypen nachzufahren. Durch den Gasspeicher werden Druck- und Heizwertschwankungen im Gasnetz ausgeglichen und die Betriebssicherheit der BHKW verbessert.

Hinter dem Gasspeicher werden ca. 500 m³/h aufbereitetes Gas der Abluftbehandlungsanlage der MBA als Brenngas abgezweigt. Das verbleibende Gas (12,5 Mio. Nm³ in 2010) wird in Blockheizkraftwerken (BHKW) verstromt. Die BHKW haben eine elektrische wie thermische Leistung von ca. 3,8 MW. Dort werden aus dem Gas elektrischer Strom, der in das standort-eigene und das öffentliche Netz eingespeist wird, und Nahwärme für die Warmwasser- und Heizungsbedarfe des Deponiestandortes Hannover erzeugt.

Abb. 6 zeigt den mittleren Wochenverlauf der Stromproduktion aus Deponie- und Vergärungsgas in den BHKW, den Stromverbrauch des Standortes Deponie Hannover, die ins öffentliche Netz eingespeiste Strommenge und die Menge des notwendigen Stromzukaufes. Aufgrund des fehlenden Eintrages von Abfall am Wochenende sinken die Gasproduktion und somit auch die Stromproduktion bis auf ein Minimum am Montagmorgen ab. Der Stromverbrauch kann die ganze Woche über durch die eigene Produktion gedeckt werden. Der dar-

über hinaus entstehende Überschuss kann gegen Erlös im öffentlichen Netz vermarktet werden. Lediglich am Montag entsteht regelmäßig eine Unterdeckung, die die Bereitstellung und den Zukauf von Strom des externen Netzbetreibers erforderlich macht. An den übrigen Tagen der Woche müssen zeitweise Ausfallzeiten der BHKW abgesichert werden. Die Versorgung dieser Unterdeckung erzeugt verhältnismäßig hohe Kosten. Es werden daher Überlegungen angestellt, den Abfalleintrag zu vergleichmäßigen.

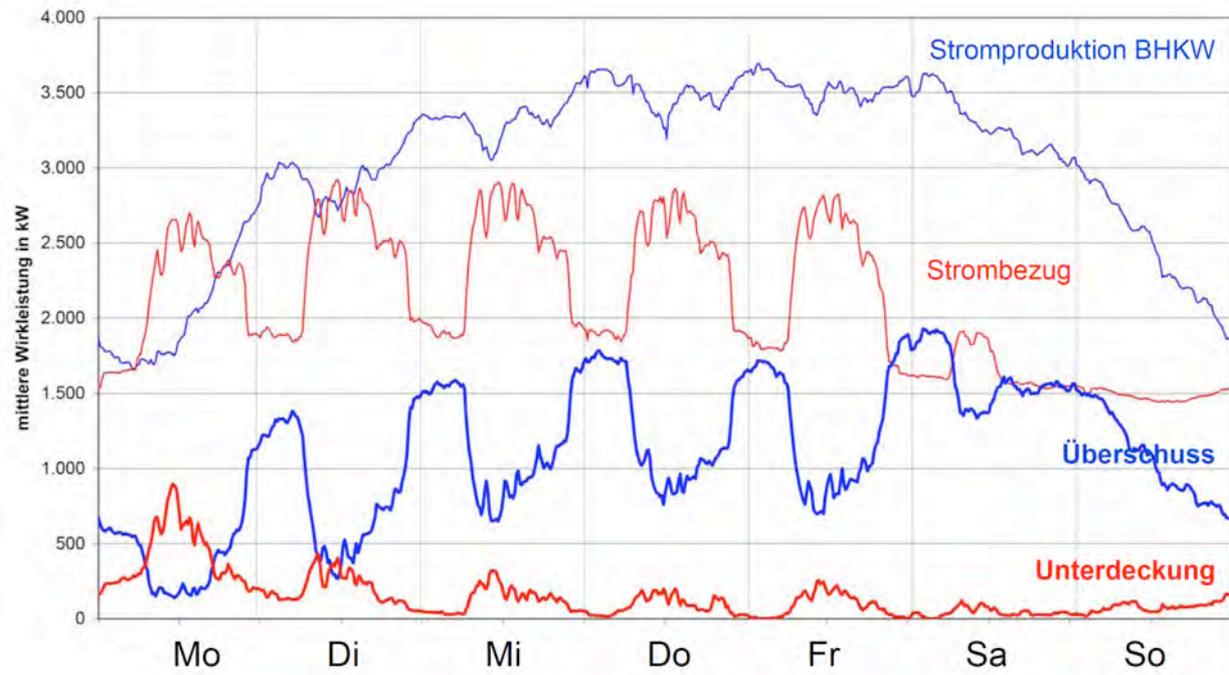


Abb. 6 mittlerer Wochenverlauf der eigenen Stromproduktion, des Stromverbrauches, der eingespeisten Strommenge und des resultierenden Zukaufes (Unterdeckung)

4.5 Einsatz von Eisenhydroxidschlamm zur Schwefelfällung

Bei der Verbrennung von Biogas werden bestimmte Anforderungen an die Emissionen in der Abluft gestellt. Die Emissionsgrenzwerte für Dampfkessel, Gasfackeln und BHKW-Abgas werden durch das BImSchG und die TA Luft geregelt: Schwefeldioxid im Rauchgas < 310 bzw. 350 mg / Nm³ trockenes Rauchgas, das entspricht einem H₂S-Gehalt < 780 bzw. 885 mg / Nm³, bezogen auf 50% CH₄ im Vergärungsgas. Darüber hinaus ist für die BHKW-Motoren ein Grenzwert von H₂S festgeschrieben. Dieser wird erst durch Aktivkohle erreicht.

Die H₂S-Konzentrationen liegen im unbehandelten Rohgas aus den Gärbehältern bei etwa 1200 mg / Nm³. Demzufolge muss aus Emissionsschutzgründen eine Entschwefelung erfolgen. Die Schwefelfällung kann durch die Zugabe von dreiwertigem Eisen erfolgen, das unter anaeroben Bedingungen zu zweiwertigem Eisen reduziert wird. Dieses wird in Anwesenheit von H₂S zu Schwefelsulfid (FeS, FeS₂) gefällt. Schwefelsulfid ist schwerlöslich und unschädlich. Es verbleibt im Deponat.

Zunächst wurde zur Schwefelfällung ein industriell produziertes Eisenpulver (Fe-Anteil ca. 36%) eingesetzt, das im Verhältnis 4 - 5 kg / Mg Abfall direkt vor der Vergärung zudosiert wurde. Drohende Preiserhöhungen forcierten die Suche nach Substitution. Daraufhin wurden Versuche zum Einsatz von Eisenhydroxidschlamm (EHS) aus der Trinkwasseraufbereitung (Fe-Anteil 16-42%) durchgeführt (WEICHHREBE 2009). EHS ist vom Wirkungsgrad sehr positiv. Zudem werden erhebliche Einsparungseffekte erzielt, da EHS in hohen Mengen zur Verfügung steht und lediglich Abbau- und Transportkosten anfallen.

Seit 2009 wird EHS permanent dem Abfall in der Mischerpumpe direkt vor der Vergärung zugegeben. Problematisch ist zeitweise die thixotrope Konsistenz von EHS, d.h. trotz stichfestem Zustand beim Abbau ist der Schlamm nach Transport nur begrenzt stapelfähig.

4.6 Abluftbehandlungsanlage

Die Abluftbehandlungsanlage besteht aus sauren Wäschern zur Ammoniakabscheidung und einer Regenerativ-Thermischen Oxydation (RTO), d.h. einer Abluftverbrennung bei ca. 850 °C. Die RTO der MBA Hannover hat vier Linien mit einer Kapazität von insgesamt 122.000 m³/h.

An Edelstahlbauteilen der Mischkammern der RTO traten zunehmend Korrosionsschäden auf. Die Mischkammern werden im Wechsel mit Rohgas (Abluft aus der Nachrotte) und dem aus der Brennkammer strömenden „Reingas“ beaufschlagt. Dort herrschen im Mittel Temperaturen von ca. 80 °C bis max. 100 °C. Die Mischkammern kommen mit einem Gasgemisch in Berührung, das Ammoniak (NH₃), Chlorwasserstoff (HCl), Fluorwasserstoff (HF), Schwefelwasserstoff (H₂S), Bromwasserstoff (HBr), Schwefelsäure (H₂SO₄), Chlor (Cl), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und eine hohe Konzentrationen an Gesamtkohlenstoff aufweist.

Um den Korrosionsmechanismus aufzuklären, wurden aufwändige Untersuchungen durchgeführt, die besonders auch mikrobiologische Faktoren berücksichtigen und zu Erkenntnissen gelangen sollten, wie die Korrosion in Zukunft vermieden bzw. mindestens verlangsamt werden kann (GRAFF 2011).

Bei den Korrosionserscheinungen handelt sich um lokale Rostschäden durch Lochfraßkorrosion an dem Edelstahl Werkstoff-Nr. 1.4571. Der Stahl 1.4571 findet aufgrund seiner hohen Korrosionsbeständigkeit im Anlagenbau für die chemische und pharmazeutische Industrie breite Anwendung. Andere Bauteile der Mischkammern, die Auflagerringe und die Tragkonstruktion der Keramiksteine bestehen aus dem Werkstoff 1.4462 und zeigten keine Korrosion.

Die Untersuchung zeigte, dass der in der RTO eingesetzte Edelstahl 1.4571 für den andauernden Kontakt mit stark chloridhaltigen Lösungen nicht geeignet ist. Der gleichfalls für einige Bauteile verwendete Edelstahl 1.4462 ist gegen den schädigenden Chlorideinfluss deutlich besser geschützt, wenn auch nicht unter den herrschenden hohen Temperaturen. Nur der Stahl 1.4410 ist bei den in der RTO herrschenden Temperaturen ausreichend gegen Chlorid beständig. Ebenfalls empfehlenswert wäre der Stahl 1.4469.

Aktuell laufen Versuche mit Einsatz unterschiedlicher Werkstoffen und Beschichtungen der mit dem Ziel, den technisch und wirtschaftlich optimalen Werkstoff unter realen Betriebsbedingungen zu finden.

5. Energiebilanz und -effizienz

Die mechanisch-biologischen und thermischen Verfahren zur Behandlung von Restabfall wurden am Beispiel der Energieeffizienz und der CO₂-Emissionen der MBA Hannover in einer Studie vergleichend bewertet (KETELSEN 2009). Als Bilanzrahmen wurde die Netto-Primär-Zielenergie gewählt. Durch Abzug aller Eigenverbräuche (Gas, Strom) und Zusatzenergien (z.B. Diesel) geht in die Energieeffizienzberechnung nur die effektiv verwertete Überschussenergie bezogen auf die behandelte Restabfallmenge ein (vgl. Abb. 7)

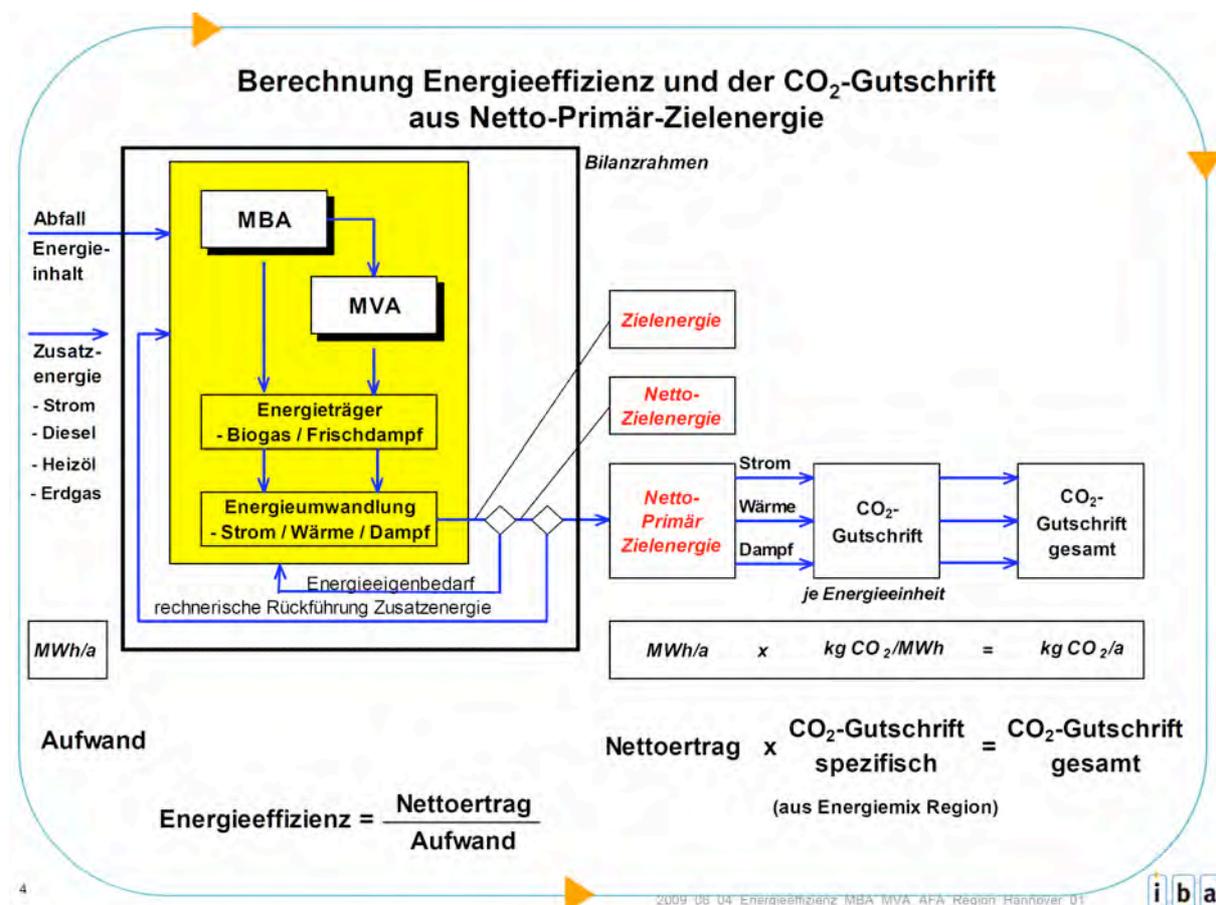


Abb. 7 Bilanzrahmen zur Berechnung der Energieeffizienz und der CO₂-Gutschrift (KETELSEN 2009)

Die in der MBA erzeugte, heizwertreiche Fraktion wurde modellhaft unterschiedlichen Verwertungsanlagen (MVA, EBS-Kraftwerk) zugeführt. Bei diesen Anlagen wurde der Einfluss unterschiedlicher Energieverwertungskonzepte untersucht, siehe Tab. 1: nur Verstromung, Strom- und Fernwärmeabgabe, nur Dampfabgabe. Aus den verwerteten Netto-Energiezielmenen wurden die daraus resultierenden eingesparten CO₂-Emissionen berechnet und als CO₂-Gutschrift ausgewiesen. Die CO₂-Bewertung der Energieformen Strom / Wärme / Dampf ist unterschiedlich. Daher kann ohne Kenntnis der Energieform nicht unmittelbar aus der Höhe der Energieeffizienz auf die Höhe der CO₂-Gutschrift geschlossen werden. Eine hohe, vorwiegend auf Wärmeverwertung basierende Energieeffizienz (Variante 2) kann damit zu geringeren CO₂-Gutschriften führen als die Vergleichsvariante mit reiner Verstromung (Variante 1).

Variante	Energieeffizienz, in %	CO ₂ -Gutschrift, Mg CO ₂ /a	in
1 MBA + MVA (Strom)	18	89.000	
2 MBA + MVA (Strom + Wärme)	30	63.700	
3 MBA + EBS-Kraftwerk (Strom)	28	130.000	
4 MBA + EBS-Kraftwerk (Dampf)	50	85.500	

Tab. 1 Energieeffizienz und CO₂-Gutschrift der Verfahrenskombination MBA Hannover und Kraftwerk mit unterschiedlichen Energieverwertungskonzepten (KETELSEN 2009)

Die ökobilanzielle Bewertung ergibt keine eindeutige Präferenz pro oder contra eines Verfahrens. Die Energieeffizienz der Kombinationsverfahren MBA + Verbrennung hängt neben ortsspezifischen Randbedingungen maßgeblich von der Art der Verwertung der heizwertreichen Fraktion ab. Die Energieeffizienz kann in der MBA positiv durch Stoffstromteilung, Biogasausbeute, Eigenenergiebedarf und Energienutzung in BHKW beeinflusst werden. Bei der MVA hängt die Energieeffizienz von der Qualität der Energieumwandlung (Turbinentyp), der Energieform (Strom, Wärme, Dampf) und deren Verwertung (Abnehmerstruktur am Standort) ab.

Alle untersuchten Verfahren führen wegen der positiven Zielenergie zu einer CO₂-Gutschrift. Die Höhe der CO₂-Gutschrift hängt ab von der erzeugten Energieart (Strom, Fernwärme, Dampf) und von der substituierten Primärenergie (Regelbrennstoffe im regionalen Energiemix). Eine hohe Energieeffizienz bei der Verwertung der heizwertreichen Fraktion führt in einer Gesamtökobilanz beim Treibhauseffekt zu Vorteilen bei MBA-Verfahren.

Optimierungsansätze in der MBA zur Verbesserung der Energieeffizienz und der CO₂-Gutschriften liegen im Abluftmanagement (RTO: höhere Verfügbarkeit, Reduzierung Energieverbrauch, in der Effizienz der BHKW (Erhöhung Wirkungsgrad, höhere Stromerzeugung, höhere Wärmenutzung am Standort) und im Energielast-Management (z.B. Senkung Stromverbrauch).

6. Ausblick

Die Ausführungen zeigen, dass das Potential zur Optimierung einer MBA groß, handhabbar und erfolgversprechend ist. Durch die zunehmenden Anforderungen an Stoffströme wird die Vorbehandlung mit MBA weiter Bestand haben. Auch die Behandlung biogener Restabfälle ist eine Ergänzung in der Vielfalt von Behandlungsanlagen. Die Produktion und energetische Verwertung von Biogas haben dabei einen hohen Stellenwert. Die energetische Eigenversorgung mit Strom und Wärme am Standort Hannover durch die Gasverstromung in BHKW wird weiterhin optimiert.

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen ist die Flexibilität der bestehenden Anlagen ein Grunderfordernis. Dies ist in Hannover aufgenommen worden und wird unsere zukünftige Ausrichtung bestimmen.

7. Literatur

- GRAFF, M. (2011): Gutachten hinsichtlich der Korrosionsbilder auf Edelstahl in der RTO in Hannover-Lahe, unter besonderer Berücksichtigung des möglichen Vorliegens mikrobiell verursachter Korrosion. Unveröff. Bericht im Auftrag der Abfallwirtschaft Region Hannover, April 2011. 34 S.
- KETELSEN, K. (2009): Möglichkeiten zur vergleichenden ökobilanziellen Bewertung von mechanisch-biologischen und thermischen Verfahren zur Restabfallbehandlung am Beispiel der MBA Hannover. Unveröff. Bericht im Auftrag der Abfallwirtschaft Region Hannover.
- SCHNEIDER, T., B. VIELHABER & C. NÜLLE (2006): MBA mit trockener Vergärung - Beispiel MBA Hannover. In: 6. Internationale Abfalltage, Tagungsband der ASA, Hannover, Februar 2006, S. 131-142
- VIELHABER, B. & K. HÜLTER (2008): Optimierungspotential einer Vergärungsanlage in einer MBA - Beispiel MBA Hannover-Lahe. In: THOMÉ-KOZMIENSKY, K.J. & M. BECKMANN (Hrsg.): Energie aus Abfall, Band 5. TK-Verlag Neuruppin 2008, ISBN 978-3-9353317-34-4. Seite 547-565.
- WEICHHREBE, D. (2009): Wissenschaftliche Begleitung eines Pilotversuches zum Einsatz von Eisenhydroxidschlamm als Fällmittel für H₂S bei der Restabfallvergärung. Unveröff. Bericht des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Leibniz Universität Hannover, im Auftrag der Abfallwirtschaft Region Hannover und der Stadtwerke Hannover, Februar 2009.