

Schwachstellenanalyse am Beispiel der MBA Wilsum

Karlheinz Scheffold

Fachhochschule Bingen, Germany

Weak-point Analysis: Example MBT Wilsum

Abstract

A material flow analysis of two different input flows was carried out at the MBT Wilsum on the basis of technical criteria. In the district of Leer the "Sack + Sack" system of collection is used and in the Grafschaft Bentheim district the MGB-system without bio-waste collection (experiment "GB"). The results of the analysis showed that there are differences in the per-capita amounts of the different components, as well as in the composition and decay tendencies. In contrast to the usual method (experiment "business") of the separation of a fraction larger than 100 mm in the waste incineration plant, a separation at 60 mm and later at 25 mm took place in the course of the decay process. With the data it is possible to depict the current situation and possible procedural variations in a simulation model. The secondary decay of a fine pile 0-25 mm took very long (270 days), due to low oxygen content, until the landfill criteria had been met. Especially the TOC in the eluate was difficult to reach. An acceleration is possible here through an improved hydration. The examination of the usual piles 0-100 mm shows that there the oxygen supply and moisture retention is better. Therefore, it's recommended to remove the energy-rich components after the decay process. The organisation analysis led to improvement suggestions (landfill material, need for personnel) and the process-cost analysis shows that at around 107 euros per Mg input the MBT-process including deposit in a landfill and aftercare is able to compete with waste incineration.

Zusammenfassung

Unsere Schwachstellenanalyse umfasst die Begehung der Anlage, Erhebung aller technisch, betriebswirtschaftlich relevanter Daten, Ermittlung der Stoffströme für drei Varianten: Leer, GB, Betrieb, die Erstellung einer Liste mit Optimierungsmöglichkeiten und Prioritätensetzung (A,B,C-Methodik).

Über einige der Ergebnisse wird hier berichtet. Es gibt Hinweise zur Probenahme, zur Sortierung und zum Abbau des Rottefähigen in den Mieten. Ein Simulationsmodell zur Variation der Stoffströme wird vorgestellt.

Keywords

sampling, waste composition, decay, balance, landfill material, density of waste, process costs, process variations Probenahme, Abfallzusammensetzung, Abbau, Bilanz, Deponat, Ablagerungsdichte, Prozesskosten, Prozessvarianten

1 Aufgabenstellung und Durchführung

Die Ablagerung von Abfällen hat eine lange Tradition und in deren dezentralen Praktizierung lokale Befürworter. Die Abfallverbrennung erfordert sehr große Abfallmengen, Einzugsgebiete und beachtliche Investitionskosten. Beide Methoden stehen in Konkur-

renz zur Getrenntsammlung und stofflichen Verwertung. Mehr als 20 Jahre hat es gedauert, die nicht umweltvertretbare Ablagerung zu beenden und Abfälle primär getrennt zu erfassen und zu behandeln, bevor sie beseitigt oder verwertet werden. Im Landkreis Grafschaft Bentheim ist eine einfache Konzeption verwirklicht, wie sie zu Beginn der Überlegungen zur Verbesserung der Abfallwirtschaft gedacht wurde.¹ Im Rahmen eines Projektes mit Studierenden des Studienganges Umweltschutz der FH Bingen erfolgte die Durchführung einer Schwachstellenanalyse mit Unterstützung des Landkreises.

Mit der Stichtagregelung 31.5.2005 zeigte sich, dass es nicht möglich war unmittelbar die theoretisch erarbeiteten Anforderungen an die MBA-Technik und an die Qualität der erzeugten Deponatmengen zu erfüllen. Die Knappheit der Verbrennungskapazitäten, speziell für gewerbliche Abfälle, führte zu Verwerfungen. Erstmals wurden die finanziellen Auswirkungen sichtbar, mit der Auswirkung beträchtlicher Gebührensteigerungen. Die Datengrundlage war unsicher und es herrschte ein großes Vertrauensdefizit. Mit Hilfe der **LeanManagementMethode**² konnten die politischen Entscheidungsträger von der weiteren Vorgehensweise überzeugt und unterstützt werden. Zum Weiterbetrieb der Deponie und der MBA gibt es keine wirtschaftliche Alternative. Eine Steigerung der Kapazitätsauslastung führt zu relativen Kostensenkungen für die Gebührenschuldern des Kreises. Dazu bedarf es einer funktionierenden und ausreichend bemessenen Anlage.

Zur Bewertung der Anlage werden zwei Großversuche zur Bilanzierung des Prozesses mit separater Aufarbeitung der Anliefermengen nach Herkunftsgebieten (Lk. Leer, Lk. Grafschaft Bentheim) gefahren. Nach der Siebung (100 mm), nach der Homogenisierung und vor Eintrag in die Intensivrotte erfolgt die Entnahme von Stichproben und deren manuelle Sortierung zur Ermittlung der Zusammensetzung. Nach der ersten Intensivrottephase erfolgte eine Absiebung (60 mm) zur Reduktion der zu rottenden Mengen. Am Ende der Intensivrotte wird bei 25 Millimeter getrennt. Als Vergleich wird mit dem üblichen Inputmix eine Rottemiete mit 0-100 mm Körnung hergestellt und optimal in 3 Intensivrottephasen vorbehandelt. Die verschiedenen Fraktionen werden in separaten Nachrottemieten gepflegt und regelmäßig beprobt. Der biologische Rottefortschritt wird so sichtbar. Die Parameter gemäß AbfAbIV werden vom Labor Wessling, Altenberge untersucht. Parallelproben werden an der FH Bingen getrocknet, gesiebt, sortiert und der Glühverlust von Bestandteilen bzw. der Gesamtprobe ermittelt. Für einzelne Komponenten wird der Brennwert und der TOC ermittelt.

¹ Baienfurt (1982) in Scheffold: Getrennte Sammlung und Kompostierung, GML Versuch (1991)

² Was wäre die Folge, wenn der Kreis alle Abfälle thermisch behandeln lassen würde (Fremdleistung)?

2 Ergebnisse Stoffstromanalyse

2.1 Probenahme

Die Entnahme von Proben in 240 Liter MGB aus dem kontinuierlichen Siebüberlauf ist rel. unproblematisch und repräsentativ. Schwieriger ist die Entnahme von Proben aus den Mieten. Die Mieten 0-25 mm wurden aufgedigelt und aus einem ungestörten Bereich zufällig mit der Schaufel ein Eimer mit 11 Liter Fassungsvermögen gefüllt. Diese Menge erlaubt eine repräsentative Aussage bei dieser Körnung. Aus der Miete 0-100 mm ist diese Vorgehensweise nicht erfolgreich zu praktizieren. Entweder erfolgt eine Trennung auf einem Siebrost, damit eine größere Probenmenge zu verarbeiten ist, oder es muss eine größere Probenmenge (MGB240) entnommen und vollständig aufgearbeitet werden. Eine gewöhnliche Betriebsmiete wurde vergleichend bei 25 mm gesiebt und Siebüberlauf, Siebdurchgang beprobt. Alle Wandermieten wurden vermessen und die Schüttdichte im 240Liter-Behälter sowie der Wassergehalt bestimmt.

Ergebnis

Die Probenmenge und Probenahme ist von der Körnung der Miete abhängig zu gestalten. Die kumulierte Deponatmenge von 2.000 Mg vor Ablagerung kann nicht durch eine Probe repräsentativ beschrieben werden. Hier sollte Material aus dem Bereich mit der kürzesten Rottedauer entnommen werden, um die Kriterien sicher einzuhalten, oder es sind separate Proben verteilt über die gesamte Mietenlänge getrennt zu analysieren. Automatische Probennehmer beim Umsetzvorgang zur Herstellung von Mischproben sind zu bevorzugen.

Probenahme, -menge, Probeaufarbeitung und organisatorische Durchführung beeinflussen nicht unerheblich die Analyseergebnisse.

2.2 Luftversorgung und Wassergehalt der Mieten

Die Abfälle sind nach der Mechanik optimal für die Biologie aufgeschlossen. Es zeigt sich in den Versuchen, dass der Siebüberlauf biologisch zu trocken ist. Umgekehrt trocknen die Feinmieten ein, wenn sie nicht ausreichend nach bewässert werden und der Sauerstoffgehalt in der Miete ist zu niedrig ohne künstliche Belüftung. Die grobe Miete (0-100 mm) baut aufgrund der besseren natürlichen Belüftung schneller ab.

Die Homogenisiertrommel beeinflusst die Konsistenz des Rottegutes und wird versuchsweise in einem weiteren Versuch überbrückt. Da der Wassergehalt im Input der Intensivrotte (0-100mm) schon aufgrund der Herkunft optimal eingestellt ist, bedarf es nicht unbedingt der Homogenisierung.

2.3 Rottetrommel und Siebraspel als Alternative

Die Verweilzeit in der Homogenisiertrommel ist zu kurz, um eine autogene Mahlung zu bewirken. Diese ist für eine optimale Abtrennung des heizwertreichen vom deponiefähigen vorteilhaft, wie unsere früheren Versuche in Bad Kreuznach (1990) zeigten. Derzeit gelangt potentiell Rottefähiges und Inertes in den Stoffstrom zur Abfallverbrennung (hwR). Ziel ist die Maximierung der Ablagerungsmenge und Minimierung der zu verbrennenden Anteile, aufgrund der vorhandenen Deponiekapazität.

Die Variante zerkleinern, dann Intensivrotte und danach Siebung ist noch zu untersuchen. Die aus historischen Gründen bestehende Gestaltung der Anlage führt zur Überlegung, die Intensivrotte teilweise in eine Rottetrommel vor zu verlagern.

Die Herstellung von Sekundärbrennstoff ist derzeit keine wirtschaftliche Alternative. Die derzeitige Entsorgung und energetische Verwertung in einem MHKW ist deutlich kostengünstiger. Zuzahlungen von über 75 Euro pro Mg sind aufgrund der speziellen Gegebenheiten die nächsten 12 Jahre keine Alternative. Die gewerblichen Abfälle werden in Wilsum nicht aufgearbeitet.

2.4 Rotteprozess und Abbau

2.4.1 Intensivrotte

2.4.1.1 Systemeinfluss

Die Beschickung mit Radlader, die Reinigung der Belüftungslöcher im Boden, Füllhöhe, Umluftführung, Berieselung usw. beeinflussen den Rotteprozess. Die Versuchsmengen wurden über 3 Tage hergestellt und zwischengelagert. Die Analysenparameter und die Prozessgrößen geben Hinweise, dass dies negative Einflüsse auf den Rückgang des TOC im Eluat haben könnte. Bei der Vergleichsmiete NEU (0-100mm) konnte der Prozess in den Intensivrottetunnel optimal gesteuert werden. Nach 4 Wochen sind die Parameter erfüllt, welche eine unbelüftete Nachrotte in einer offenen Halle erlauben. In der Wandermiete kann ein erneuter Anstieg der Parameterausprägung gemessen werden und der Abbauverlauf ist durch eine andere Verlaufsfunktion zu beschreiben (Unstetigkeit durch Systemwechsel). Die fehlende Luftkühlung in der Umluftführung in der Intensivrotte kann im Sommer zu Problemen führen. Die Wärme kann dann nicht umfassend aus dem System abgeführt werden.

2.4.1.2 Be- und Entlüftung

In den Versuchen wird die betreiberübliche Luftmenge von ca. 2.800 m³/h gefahren (ca. 9.800 Liter Luft /kg Rottegut oder 15,6 l/kg/h bzw. 59 m³/kg abgebautes Substrat).

2.4.1.3 Abbau

Der Abbau gemessen als Atmungsaktivität soll theoretisch der Funktion

$$AT_4 \text{ [mgO}_2\text{/g TM]} = 80,444 \exp(-0,0701 \text{ Rottedauer [d]}) \text{ in der Intensivrotte und}$$

$$AT_4 \text{ [mgO}_2\text{/g TM]} = 52,628 - 10,273 \ln(\text{Rottedauer [d]}) \text{ in der Nachrotte}$$

als Funktion der Zeit folgen. Danach soll der Wert von 20 mg nach 20 Tagen und von 5 mg nach 100 Tagen Verweilzeit im System erreicht werden. Diese aus der Literatur abgeleitete SOLL-Funktion dient als Maßstab für das Geschehen bei der Anlagenbeurteilung und kann im konkreten Fall das Optimierungspotential verdeutlichen.

Tabelle 1: Beispiel für SOLL-IST-Vergleich beim Parameter AT_4 in mg O_2 /g TM in Versuchen

	Intensivrotte		Nachrotte		
	SOLL	Versuch	SOLL	Versuch L	Kontroll-V.
Rottedauer [d]					
20	19,8		21,9	54	
26	13	20,1±5,7	19,2	48	33,75
42	4,2		14,2	36	
65			9,7	24	13,6 ±4
80			7,6	18	12,3 ±10,6
93			6,1	15	
105			4,8	12	

Die Kornverteilung und Durchlüftung der Miete hat einen erheblichen Einfluss, wie die Tab. 1, Versuch L im Vergleich zum Kontrollversuch und der SOLL-Funktion aufzeigt.

2.4.2 Nachrotte mit Wandermieten

2.4.2.1 Mietenquerschnitt

Die Versuchsmieten haben einen trapezförmiger Querschnitt von 5 bis 7 m² und ca. 2 m Höhe und Längen von 11 bis 20 Meter, wobei das Anfangsvolumen sich von ca. 90 m³ auf 50 m³ aufgrund des Rottevorganges reduzierte. Diese sind zu vergleichen mit den Betriebsmieten, welche einen Querschnitt von 7,3 ± 1,7 m² bei ca. 2 ± 0,2 m Höhe und Längen von 66-74 Metern aufweisen.

2.4.2.2 Nachrottefläche

Die derzeitige Nachrottefläche ist für den praktischen Ablauf nicht optimal und zu klein. Bei der Umstellung von Trapezmieten zu Dreiecksmieten reduziert sich der Querschnitt von 7,3 m² auf 4,6 m², die Sauerstoffversorgung wird verbessert. Bei einem Volumen- ausgleichmanagement kann die Verweildauer beibehalten werden und bei optimierter Belüftung und Bewässerung im Umsetzprozess wird der Abbau beschleunigt. Damit an Tagen an denen die Witterung ungünstig ist, nicht umgesetzt werden muss, soll die Nachrottefläche z.B. durch Verlegung des Lagers vergrößert werden. Vor der Beschleunigung des Abbaus war eine um 17 % höhere Verweilzeit erforderlich, um den Grenzwert von 5 mgO₂/g TM gesichert zu unterschreiten. Die Basisbreite der Dreiecksmiete bei 2 ±0,2 Meter Schütthöhe beträgt 4,60 Meter bei der Trapezmiete 6 ±0,45 Meter.

2.4.2.3 Umsetzen

Arbeitstechnisch erfolgte das Umsetzen der Versuchsmieten meistens mit dem Radlader, lediglich zweimal mit dem Umsetzer. Die Leistungsfähigkeit des Umsetzers beträgt 300 - 350 Kubikmeter pro Stunde.

2.4.2.4 Bewässern

Die Bewässerung erfolgte teilweise mit geschlitztem Beregnungsschlauch und ist nicht als optimal einzustufen. Der Wassergehalt in den Mieten war zeitweise eher zu niedrig und ist von anfangs 50 FM-% auf etwa 33 (24 bis 43) FM-% abgesunken, wobei er in den rottefähigen Bestandteilen deutlicher höher ist.

2.4.2.5 Temperatur

Die Temperatur in den Mieten war dauerhaft hoch und sank erst nach 20 Wochen unter 40 °C.

2.4.3 Abbau

Etwa 43 Prozent des Inputs (FM) kann der Kategorie „rottefähig“ zugeordnet werden, in der Miete Leer ca. 111 Mg TM. Mittels Glühen der Bestandteile finden sich ca. 70,9 Mg organische Trockenmasse (oTS), welche potentiell biologisch abzubauen sind.

Tabelle 2: Beispiel für die Bilanzierung Versuch Leer bezogen auf 257,4 Mg FM

	Start	Phase A	Phase B	Phase C	Phase D
Rottedauer Tage	0	10	28	100	270
Rottefähig oTS Mg	70,90 100%	39,95 56%	25,82 36%	21,42 30%	12,83 18%

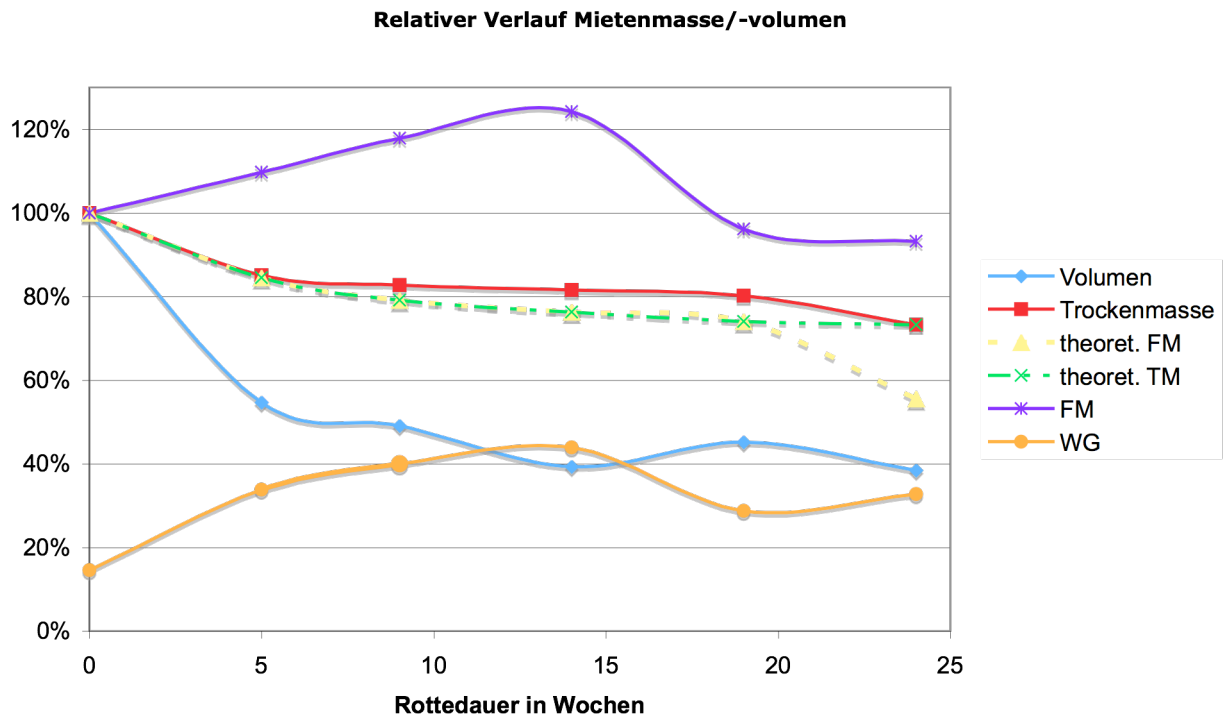


Abbildung 1 Verlauf der Feucht- und Trockenmasse, Volumen und Wassergehalt in der Miete „fag“ die aus Feinanteilen im heizwertreichen Siebüberlauf 25-60 mm nach Trocknung entstanden ist

2.4.4 Atmungsaktivität

Der Anfangswert ist bei der Miete „Leer“ mit 63 mg O₂/g TM deutlich geringer als bei der Miete „GB“ mit 102 mg O₂/g TM. Mit 34 mg O₂/g TM ist der Startwert für die Nachrottemiete „Fein aus Grob“ versuchsbedingt geringer. Nach der Intensivrotte ist die Atmungsaktivität erneut angestiegen, um dann von dem neuen Niveau zu fallen.

Der zeitliche Verlauf weicht mit $AT_4 (GB_D) = 101,78 e^{-0,0195 \text{ Rottedauer}}$ völlig von der Erwartung $AT_4 (\text{Literatur}) = 80,344 e^{-0,0701 \text{ Rottedauer}}$ ab³. Letztere lässt erwarten, dass nach ca. 40 Tagen Intensivrotte der Grenzwert von 5 mg O₂/g TM unterschritten wird (vgl. auch Tab. 1).

Ein Grund für die lang andauernde Abbauphase ist die Sauerstoffversorgung (natürliche Belüftung einer Feinkornmiete). Die „Fein aus Grob“-mieten (fag) sind vom Querschnitt

³ Doedens (2003)

kleiner und werden besser durchlüftet, trotzdem zeigt sich nur zu Beginn ein sehr großer Unterschied in der Atmungsaktivität.

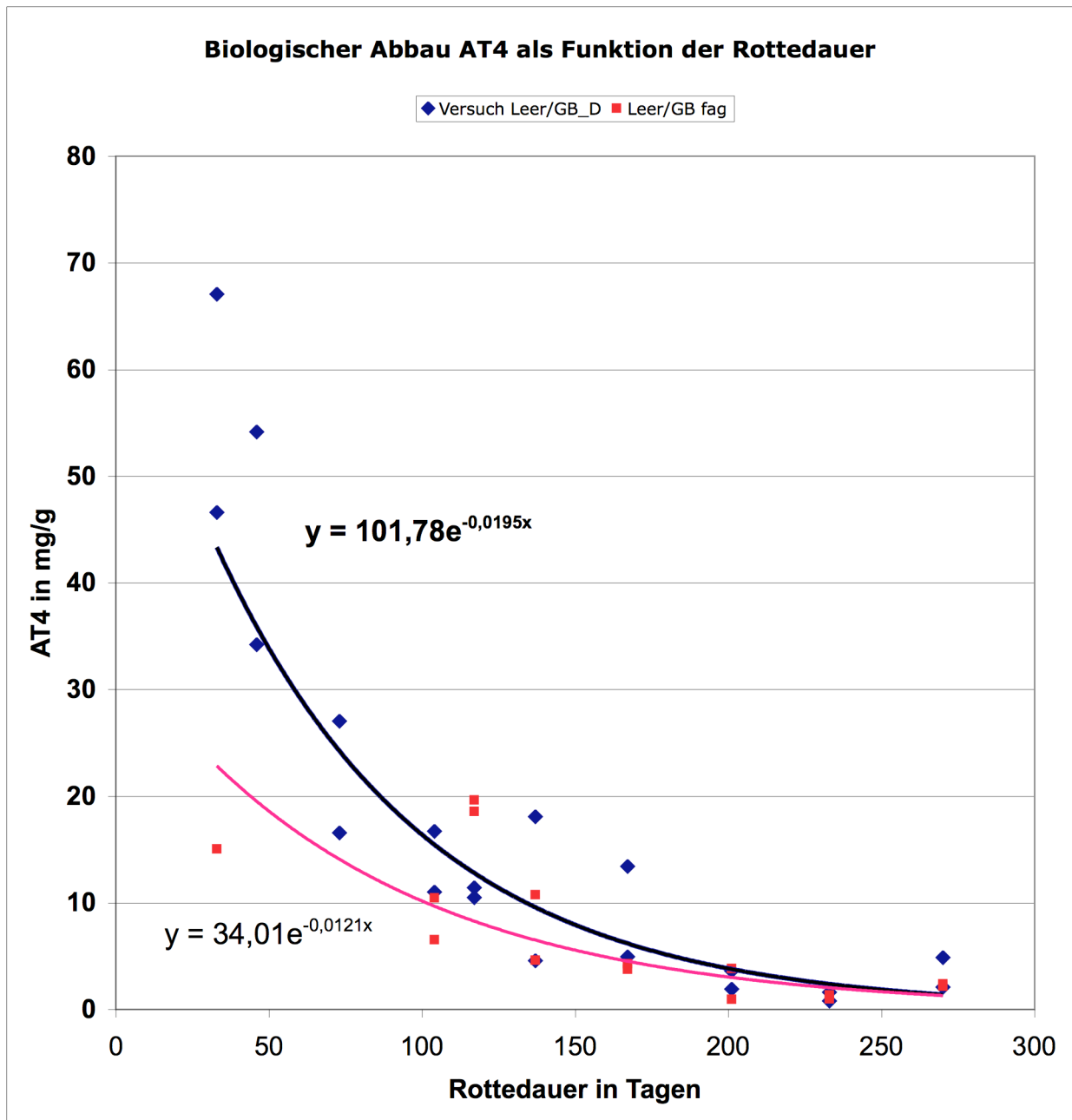


Abbildung 2 Verlauf der Atmungsaktivität in 4 Versuchsmieten mit feinkörnigem Deponat 0-25 mm aus 2 Herkunftsgebieten

Die Untersuchung KW 10 zeigt nach 75 Tagen Rottedauer einen Punkt, der im Bereich des Verlaufs der Miete „fag“ liegt und danach 158 Tage benötigen würde, um den Grenzwert zu unterschreiten. Es scheint so, als dass der Abbau einfach ausreichend Zeit benötigt (bei grober Mietenstruktur ohne künstliche Belüftung 110 – 160 Tage ?). Dies gilt es genauer und reproduzierbar zu untersuchen.

2.4.5 Glühverlust

Der Glühverlust ist im Labor einfach und gut reproduzierbar zu bestimmen. Das Deponat besteht aus den inerten/mineralischen Bestandteilen (Asche) sowie den „organischen Bestandteilen“ Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Phosphor sowie Schwefel, Chlor etc. soweit sie bei 550 °C entweichen.

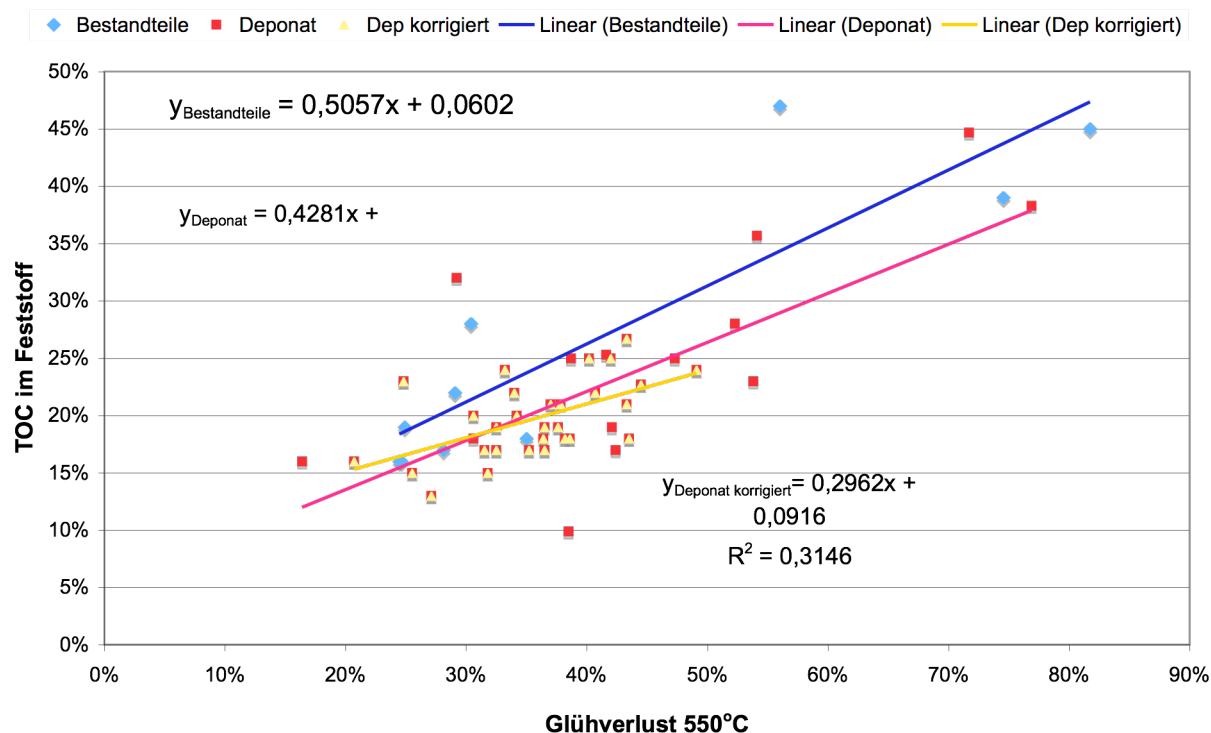


Abbildung 3 Zusammenhang zwischen Glühverlust und TOC

Das Analysenlabor findet vereinzelt mehr Kohlenstoff als überhaupt als Glühverlust entweicht. Überraschenderweise war der Glühverlust bei allen Kunststoffproben deutlich unter den zu erwartenden 85-95 %. Dies verdeutlicht die negative Veränderung der Kunststoffqualität bei der „Mischabfallsammlung“ und spricht gegen die stoffliche Verwertung beim System „Gelb in Grau“. Der biologische Abbauprozess ist sehr gut mit dem Glühverlust nachzuvollziehen. Für die Miete GB entwickelt der Glühverlust (GV) sich z.B. nach der Gleichung

$$GV = 0,5972 e^{-0,0032 \times \text{Rottedauer}}$$

(Rottedauer 30 bis 270 Tage) Die Miete „GB fag“ zeigt den gleichen Verlauf, wogegen die Mieten Leer zu Beginn eine deutlich stärkere Abnahme zeigen. Festzuhalten bleibt, dass der Glühverlust zu Beginn um die 55 TM.-% und am Ende der Rottezeit zwischen 20 und 35 TM.-% liegt.

2.4.6 Kohlenstoffgehalt und Brennwert

Das Inventar der Input- und Outputströme bei den Rotteversuchen wird bilanziert. Sowohl der Energiegehalt als auch der Kohlenstoffgehalt im Ablagerungsprodukt werden durch den Aufbereitungsprozess bestimmt. Die Korrelation der Werte für einzelne Bestandteile (Kunststoff, Holz, Papier, feinkörniges) stimmt mit derjenigen aus den vielen Werten für den Deponatzustand überein (vgl. Abb.4).

Tabelle 3 Ausprägung Glühverlust, Kohlenstoff (TOC im Feststoff TM) und Brennwert von Bestandteilen

	GV	TOC i.F.	Ho	
Kunststoff	81,8%	47,7%	25.900	20,3 - 29,6 MJ/kg
Fasrig	61,4%	36,0%	17.325	14,9 - 21,2 MJ/kg
Holz	75,1%	42,0%	17.400	16,1-18,7 MJ/kg
FEIN [116d]	33,6%	24,0%	11.770	9,8-13,5 MJ/kg
FEIN [270d]	26,9%	19,7%	7.767	7,1-7,9 MJ/kg

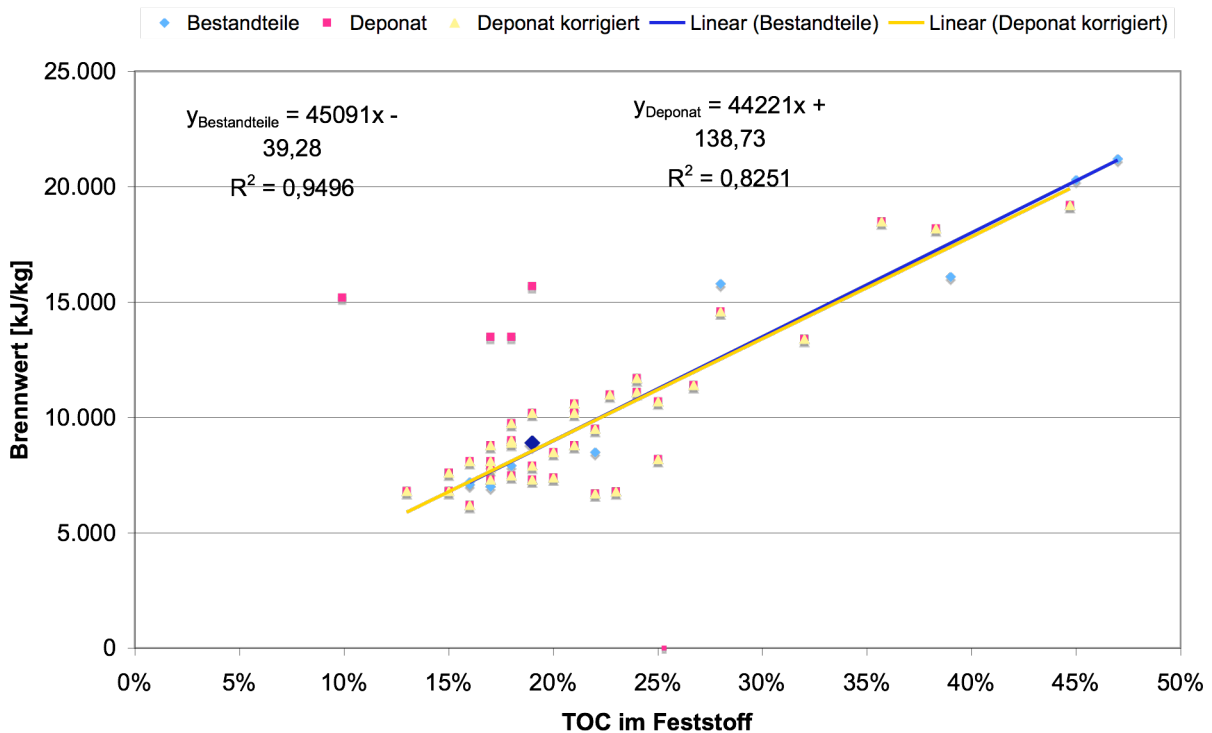


Abbildung 4 Zusammenhang zwischen Kohlenstoffgehalt und Brennwert einzelner Abfallbestandteile sowie von Deponat im Rotteverlauf als Ergebnis der Laboruntersuchungen für Versuchsmieten

Als Ergebnis ist festzuhalten, dass das Rotteendprodukt selbst nach 270 Tagen noch einen Brennwert von über 7 MJ/kg aufweist. Es ist also nur möglich durch Inert-Bestandteile wie Glas, KSP den Grenzwert von 6.000 kJ/kg zu realisieren. Kunststoffe

erhöhen überproportional den Kohlenstoffgehalt im Deponat, verhalten sich aber vermutlich wie Inertstoffe in der Deponie. Der Nachweis, in welchen Zeiträumen Kunststoffe biologisch abgebaut und welche Emissionen die Folge sind, liegen dem Verfasser nicht vor. In der Tabelle 3 sind einige Ausprägungen der Parameter, welche für die Simulation benötigt werden, aufgeführt.

2.4.7 TOC im Eluat

Die praktische Erfahrung mit der MBA-Technik zeigt, dass bei reinen Rottesystemen es sehr schwer ist, den Grenzwert von 300 mg/Liter in kurzer Zeit zu erreichen. Nach der Intensivrotte erfolgt ein Anstieg der nur langsam entsprechend dem Abbau reduziert wird. Die Feinmieten zeigen, dass bei besserer Belüftung ein tieferes Niveau von 210 bzw. 310 erreicht wird. Auch hier zeigt sich der Zeitbedarf für den Abbau und die Notwendigkeit einer systematischen Reihenuntersuchung über den Prozessablauf.

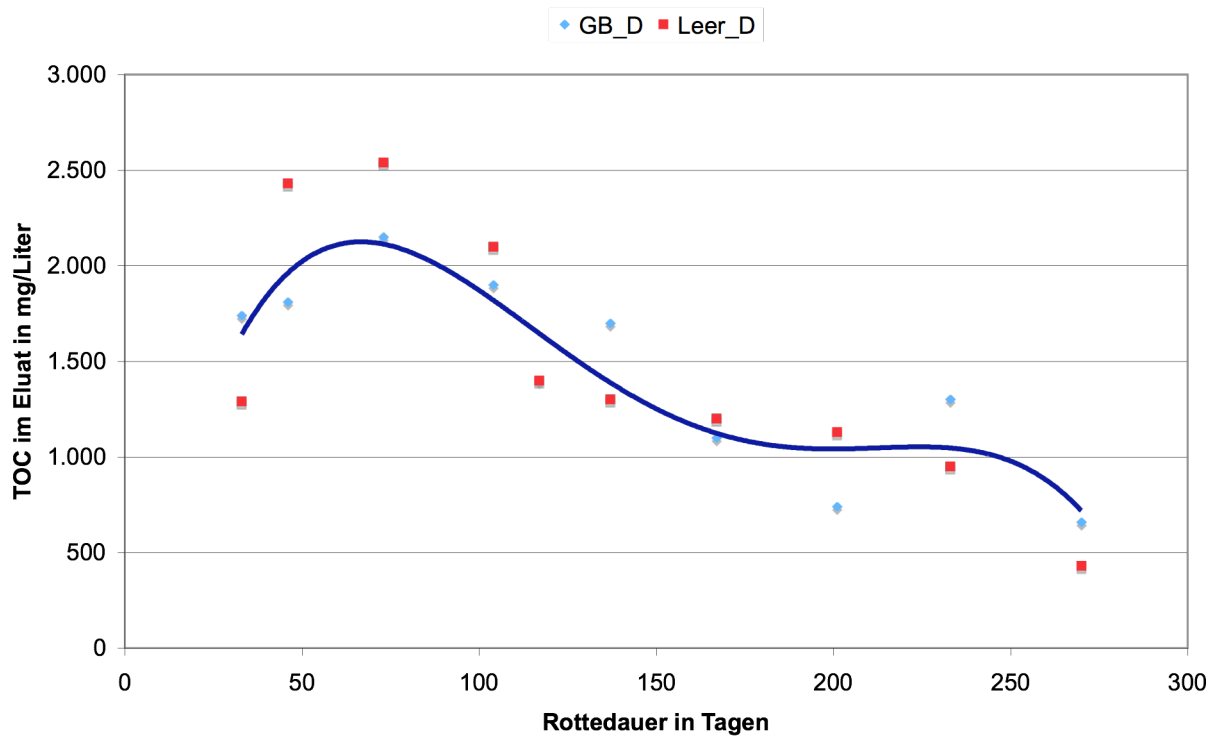


Abbildung 5 Zusammenhang zwischen Rottedauer [d] und TOC im Eluat [mg/l] für zwei Mieten unterschiedlicher Herkunft und Verarbeitung

These:

Thermisch aufgeschlossener Klärschlamm bei Temperaturen $>55^{\circ}\text{C}$ lässt sich verhältnismäßig schlecht entwässern.⁴ In den Mieten haben über lange Zeitabschnitte hohe

⁴ Erfahrung aus Klärschlammuntersuchungen, siehe Diplomarbeit Kessler, FH Bingen (2007)

Temperaturen um die 50 °C geherrscht. An den Feinkornoberflächen sind Anhaftungen von Mikroorganismen (MO) und Abbauprodukten, die durch Scherkräfte beim Eluierprozess abgelöst werden, vorhanden. Es dauert sehr lange bis alle diese Stoffe zersetzt sind, oder sie müssen durch Adsorptionskräfte so fest an das Feinkorn gebunden sein, dass sie nicht beim Eluierprozess abgelöst werden können. Auch der Anteil von anorganischem Kohlenstoff beeinflusst das Wertenniveau. Bei anaeroben Verfahren werden deutlich geringere TOC-Werte im Eluat gemessen, da hier andere Temperaturbedingungen vorliegen und die thermische Anhaftung nicht erfolgt, sind diese Stoffe hier scheinbar dem Abbau in der wässrigen Phase leichter zugänglich. Inwieweit mit den höheren Eluatwerten der Rotte eine Umweltwirkung verbunden ist und wie diese „Anbackvorgang“ unterbunden werden kann, ist m.e. noch nicht für diese Matrix untersucht.

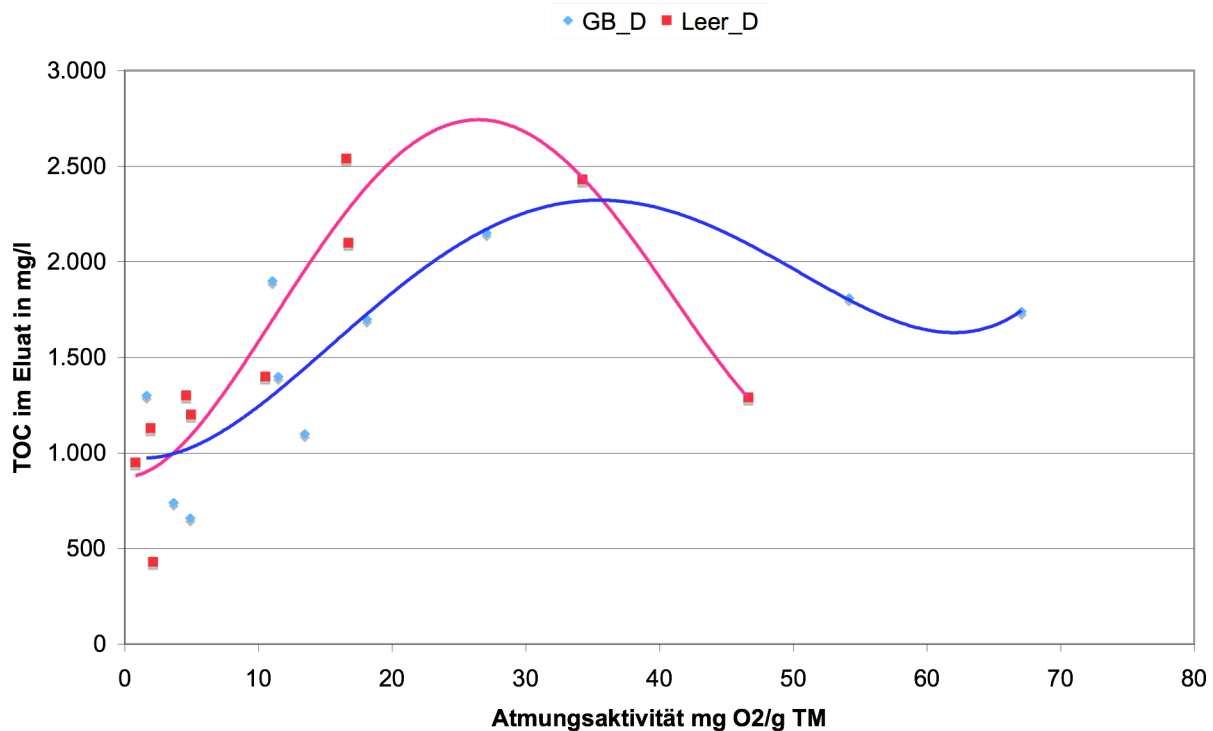


Abbildung 6 Zusammenhang zwischen der Atmungsaktivität [mg O₂/g TM] und TOC im Eluat [mg/l] für zwei Versuchsmieten aus 257 Mg und 156 Mg Input hergestellt

3 Stoffstrom

3.1 Bilanz

Im Vortrag wird ein Sankey-Diagramm zum Stofffluss gezeigt.⁵

⁵ Kann beim Verfasser angefordert werden

Etwa 111 Mg (43 % FM-Input) wurden als rottefähig ermittelt, davon sind ca. 71 Mg abbaubare oTS, die etwa zu zwei Drittel leicht abbaubar sind. Davon finden wir 6,7 Mg im Deponat. Der Ascheanteil im Rottefähigen von 39,9 Mg wird mit 21,3 Mg zur MVA (hwR) und mit 18,6 Mg ins Deponat geschleust. $18,6 + 6,7 = 25,3$ Mg bezogen auf die FM-Input ergeben 9,8 % Rottefähiges im Deponat (vgl. Tab. 4). Als Rotteverlust sind 42,5 Mg oTS entsp. 16,5 % des FM-Inputs entwichen. An Wasser sind 47,2 Mg (48,3 %) zuzüglich 49,8 Mg extern zugeführtes Wasser, also insgesamt 97 Mg über den Luftpfad ausgetragen worden.

Tabelle 4 Wesentliche Stoffströme Miete Leer bezogen auf FM-Input 257,4 Mg

TM	Inert	hwR	rottefähig	Wasser	FM	TM
INPUT	6,2%	12,8%	43,0%	38,0%	100%	62,0%
MVA hwR	3,5%	12,2%	16,7%	12,8%	45,2%	32,4%
Deponat	2,7%	0,6%	9,8%	6,8%	20,0%	13,2%
Rotteverlust	0%	0%	16,5%	18,3%	34,8%	16,5%
Rel. RV			38,4%	48,3%		

Der Abfall „Leer“ besteht aus ca. 25 % Asche, 37 % Organik und 38 % Wasser. Lediglich 7,7 Mg also 3 % des Inputs oder 8,1 % der Organik finden sich im so aufbereiteten Deponat. Es wird zuviel Anorganisches in das Heizwertreiche verschleppt, das besser zu deponieren ist. Insofern gilt es die Abtrennung des Heizwertreichen zu optimieren.

Biologisch abgebaut werden regenerativ kohlenstoffhaltige Bestandteile. Eine optimale Prozessführung beeinflusst insofern nicht nachhaltig die CO₂-Bilanz. Wichtig ist, dass die fossilen kohlenstoffhaltigen Bestandteile einer energetischen Nutzung zugeführt und nicht deponiert werden.

3.2 Kornverteilung und Zusammensetzung

Die feuchten Proben wurden auf einer Doppeldecksiebmaschine in Fein (0-5mm), Mittel (5-15mm) und grob (> 15 mm) gesiebt, danach bei 105 °C getrocknet und in einem Siebturm mit 10 Sieben fraktioniert. Jede Fraktion wurde getrennt sortiert. Bei den Proben aus den Betriebsmieten wurde vor der Aufgabe auf das Doppeldecksieb eine Fraktion 31,5 bis 60 mm sowie eine zweite > 60 mm sortiert und danach die aussortierten Bestandteile getrocknet. Während eine Probe aus den Feinkornmieten (0-25 mm) ca. 9 kg umfasste, waren aus den Betriebsmieten ca. 100 kg je Probe zu verarbeiten.

Korngröße und Rückstand-Summenlinien NEU-MGB

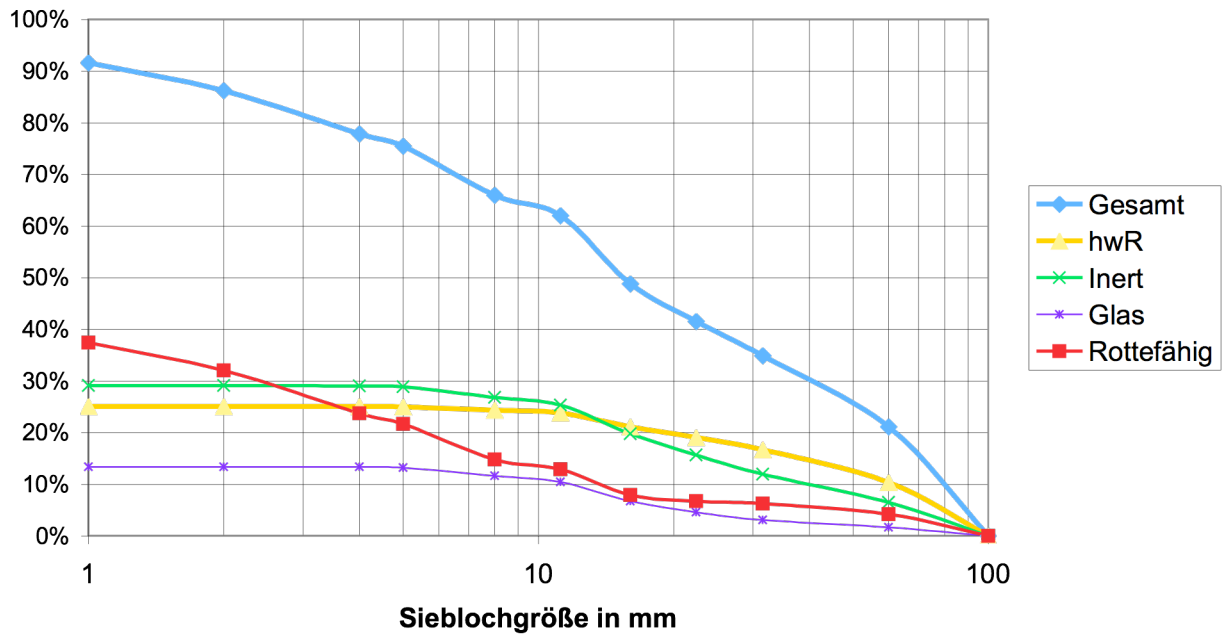


Abbildung 7 Beispiel für Kornverteilung einer Betriebsmiete

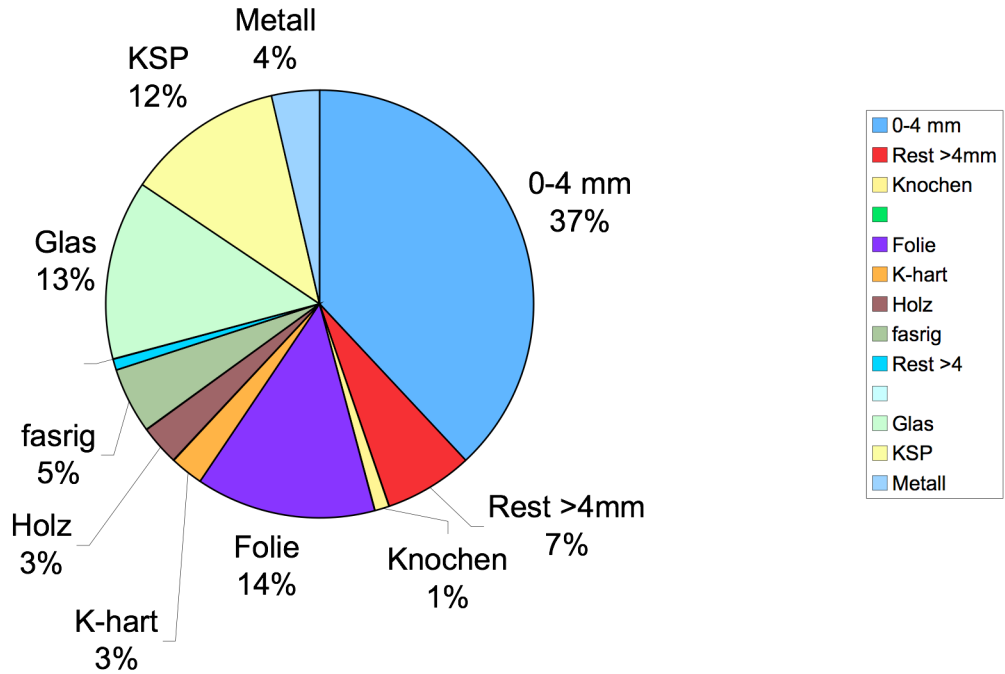


Abbildung 8 Beispiel Zusammensetzung einer Betriebsmiete Trockenmasse

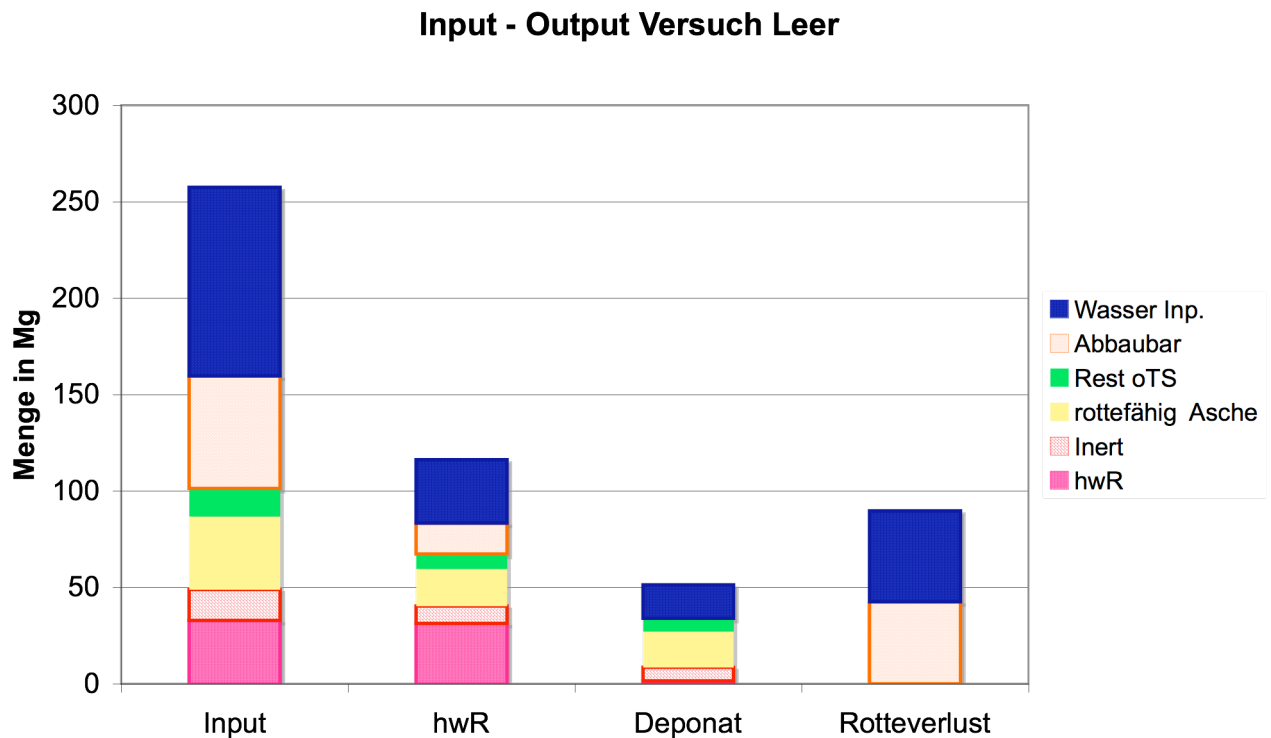


Abbildung 10 Bilanzierung der Bestandteile „Rottefähig“ Versuch Leer

3.3 Simulation des Prozesses

Die Ergebnisse erlauben ein Simulationsmodell mit dessen Hilfe der Einfluss der Inputzusammensetzung, die Variation der Prozessparameter und die Ausschleusung heizwertreicher Bestandteile auf die Deponatqualität untersucht werden kann.

Die Einbaudichte FM auf der Grundlage der Zusammensetzung und Kompaktdichten wird mit 1,34 bis 1,46 Mg/m³ errechnet und stimmt recht gut mit Laborergebnissen von Dr. Entenmann, IGB Oldenburg überein. Dieser hat für das gewöhnliche Deponat aus Wilsum Trockendichten zwischen 0,78 und 0,86 Mg/m³ gemessen.

Simulationsmodell MBA Wilsum

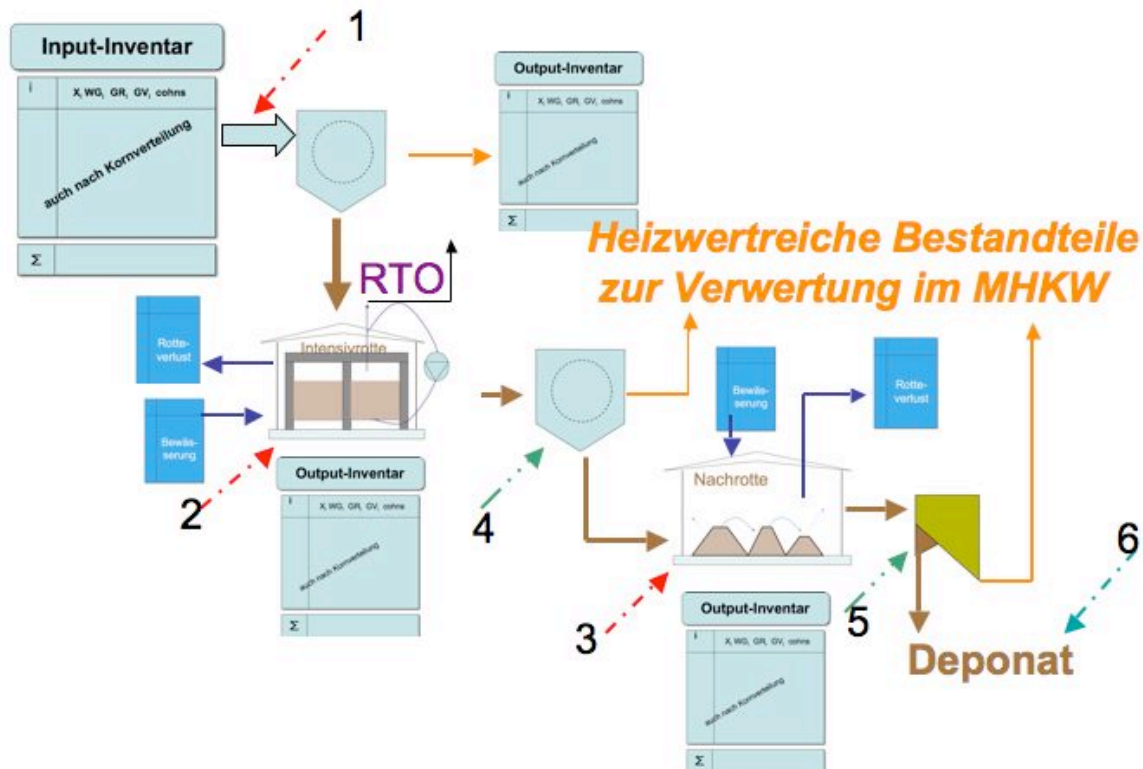


Abbildung 11 Schema zum implementierten Simulationsmodell auf Excel

4 Systemwertung

Die Erfahrungen aus Wilsum in Verbindung mit einem günstigen Preis für die Entsorgung der Siebüberläufe lassen eine Aufbereitung zu Sekundärbrennstoffen betriebswirtschaftlich nicht sinnvoll erscheinen. Die Einhaltung der Ablagerungskriterien erfordert eine ausreichend groß bemessene Intensivrotte und ausreichend überdachte Nachrotteflächen. Bei letzteren ist zu bedenken, dass nur bei geeigneten Windverhältnissen umgesetzt werden kann, ohne die Nachbarschaft zu belästigen. Im Siebüberlauf zum MHKW befinden sich zu viele Inertstoffe und im Deponat zu viele heizwertreiche Bestandteile. Die Zerkleinerung muss selektiv harte inerte Stoffe zerkleinern, Kunststoffe sind möglichst groß zu belassen. In der ersten Trennstufe genügt eine Siebung bei deutlich über 100 mm, aber nach der Rotte müssen Folien und heizwertreiche Bestandteile durch Sieb/Sichter-Kombinationen abgetrennt werden. Die Intensivrotte verfügt über keine Möglichkeit die Umluft zu kühlen, in der Nachrotte fehlt ein wirksames, rationelles Bewässerungssystem. Der Rotteprozess kann verbessert werden.

Die betriebswirtschaftliche Analyse zeigt, dass das vorhandene Deponierestvolumen am Standort Wilsum und die fehlende Rückstellung eine Alternative zum derzeitigen

Betrieb nicht erlaubt. Jede weitergehende Optimierungsmaßnahme, wie z.B. die Errichtung einer Vergärungsstufe ist nur zu rechtfertigen, wenn die Durchsatzmengen dadurch erhöht und zusätzlich Fremdmengen akquiriert und vertraglich gebunden werden können.

5 Zusammenfassung

Der Vergleich Abfallverbrennung (z.B. Besuch Anlage Mainz) mit der MBA durch die Studierenden hat bei diesen die einstimmige Einschätzung zur Folge, dass die verbrennungstechnische Lösung die überzeugendere ist. Vor 10 Jahren war die Meinung der Studierenden umgekehrt. Insbesondere die Arbeitsbedingungen in MBA-Anlagen werden kritisch beurteilt. Einfache wirksame und zuverlässige Systeme sind hier gefragt. Die MBA-Technik hat im ländlichen Raum mit ausreichendem und geeigneten Deponieraum ihre Berechtigung, sofern sie deutlich preiswerter als die Abfallverbrennung ist.

Die Notwendigkeit der Homogenisiertrommel in der Mechanik in Wilsum konnte nicht belegt werden, sie ist nun kurzgeschaltet. Die Einhaltung der Ablagerungskriterien erfordert sorgfältiges Arbeiten, dazu ist eine Bewässerungsanlage in der Nachrotte zu installieren. Der grobe Siebschnitt bei 100 mm hat sich für die Luftversorgung der Mieten als vorteilhaft gezeigt. Zusätzliche Rottekapazitäten sind notwendig, um Nachbarschaftskonflikte zu vermeiden und den Rotteprozess optimaler zu fahren. Die Optimierung der Abtrennung heizwertreicher Bestandteile erscheint geboten. Die Probenahme und Probenvorbehandlung aus einem grobkörnigen Haufwerk hat darauf abgestimmt zu erfolgen. Hierzu werden derzeit Versuche gefahren. Die Überwachung der Ablagerungsqualität könnte mittelfristig für entsprechende Anlage deutlich vereinfacht und ca. 1,5 Euro pro Tonne dadurch eingespart werden. Dieser Betrag über 15 Jahre addiert, wäre in einer Anlagenverbesserung „nachhaltiger“ investiert. Notwendig ist auch die weitergehende Untersuchung und Bewertung der Luftführung und Abluftbehandlung.

Der Betrieb einer feinkörnigen Tafelmiete 0-25 mm mit natürlicher Belüftung hat sich als schwierig bezüglich der Luftversorgung herausgestellt. Lediglich 3-5 Vol.-% Sauerstoff konnte in der Miete gemessen werden. Der Abbau dauerte mit 270 Tagen viel zu lange. Auf der Grundlage der Sieb- und Sortieranalysen über den gesamten Rotteverlauf kann der Stofffluss reproduzierbar verfolgt werden. Von ursprünglich 54 Mg Kohlenstoff im Input der Miete Leer befinden sich am Ende noch ca. 6 Mg im Deponat, ca. 36 Mg im MHKW und der Rest (34 Mg) ist als Kohlendioxid in die Atmosphäre entwichen. Von 27 kg/E/a Glas werden 20 kg/E/a getrennt gesammelt, 7 kg sind im RHM aus Leer und 4 kg gelangen auf die Deponie und 3 kg in das MHKW. Die Getrenntsammlung von voluminösen Kunststoffen, Papier ist nachhaltig und entlastet die MBA. Der Anteil nicht abbaubarer Kunststoffe u.ä. heizwertreicher Bestandteile ist mit ca. 15 % in

der TM entspr. 30 kg/E/a aus dem Lk. Leer erheblich. Der Heizwert des Abfalls wird mit ca. 8,2 MJ/kg errechnet.

6 Literatur

- | | | |
|----------------------------------|------|--|
| Kühle-Weidemeier, M.
(Hrsg.); | 2004 | Abfallforschungstage 2004. Auf dem Weg in eine nachhaltige Abfallwirtschaft. Cuvillier Verlag, Göttingen, ISBN 3-86537-121-3. |
| Stockinger, Doedens, Mähl | 2003 | Praktische Erfahrungen der MBA aus der Umsetzung AbfAbIV, 30. BImSchV. Seite 161 – 169. Münsteraner Schriften zur Abfallwirtschaft, Münster, Band 6 ISBN 3-9806149-5-6 |
| Grundmann et. al. | 2006 | Tagungsunterlagen Internationale 6. ASA-Abfalltage Mechanisch biologische Restabfallbehandlungsanlage MBA in Bewährung. Verlag ORBIT e.V., Weimar, ISBN 3-935974-08-6 |
| Scheffold, K. | 2007 | Untersuchungsbericht zur Schwachstellenanalyse. FH Bingen, Studiengang Umweltschutz (nicht veröffentlicht) |

Danksagung

Dem AWB Grafschaft Bentheim und den Mitarbeitern in der MBA sowie den Studierenden im Studiengang Umweltschutz im Semester U4 2006 sei an dieser Stelle für die gute Zusammenarbeit und Unterstützung gedankt.

Anschrift Verfasser

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Ing. Techn. Umweltschutz Karlheinz Scheffold
University of Applied Science Bingen Studiengang Umweltschutz im FB1
Berlinstr. 109; D-55411 Bingen
Telefon +49 211 40 10 55 od. +49 6721 409285

Email: kscheffo@fh-bingen.de

Website: www.fh-bingen.de