

Auswirkungen der mechanischen Behandlung auf die biologische Behandlung

Vergleichende Untersuchungen zur Biogasproduktion in Abhängigkeit vom mechanischen Voraufbereitungssystem am Beispiel des ROTECTOR

Dipl.-Ing. Wolfgang Werning

1 Ausgangssituation und Veranlassung

Beim ROTECTOR handelt es sich um eine speziell für die Mahlung von Restmüll modifizierte und bewährte Sonderbauform einer Kugelmühle. Auf der Anlage des Zweckverband Abfallwirtschaft Kaiserslautern (ZAK) arbeitet ein solches hocheffektives mechanisches Aufbereitungssystem in Kombination mit einer sog. trockenen Vergärungsstufe und einer aeroben Nachrotte als mechanisch-biologisches Abfallbehandlungsverfahren (MBA) für Restmüll bereits seit einigen Jahren. Es werden sehr hohe Abbauleistungen erreicht, die Zuordnungskriterien für Deponien für mechanisch-biologisch vorbehandelte Abfälle (AbfAbIV) werden regelmäßig eingehalten und die Biogasausbeute dieses Verfahrens ist relativ hoch.

Der nachfolgende Bericht über die praktischen Untersuchungen aus dem Jahr 2003 des ZAK und der Firma WastEnergy GmbH soll die verstärkt geführte wissenschaftliche Diskussion über den Einfluss von mechanischer Vorbehandlung von Restmüll auf die biologischen Umsetzungsprozesse und deren Optimierung ergänzen.

2 Untersuchung von zwei verschiedenen mechanisch biologischen System-Kombinationen

In den Untersuchungen, deren Ergebnisse hier auszugsweise vorgestellt werden, wurden zwei alternative mechanische Aufbereitungssysteme gegenübergestellt:

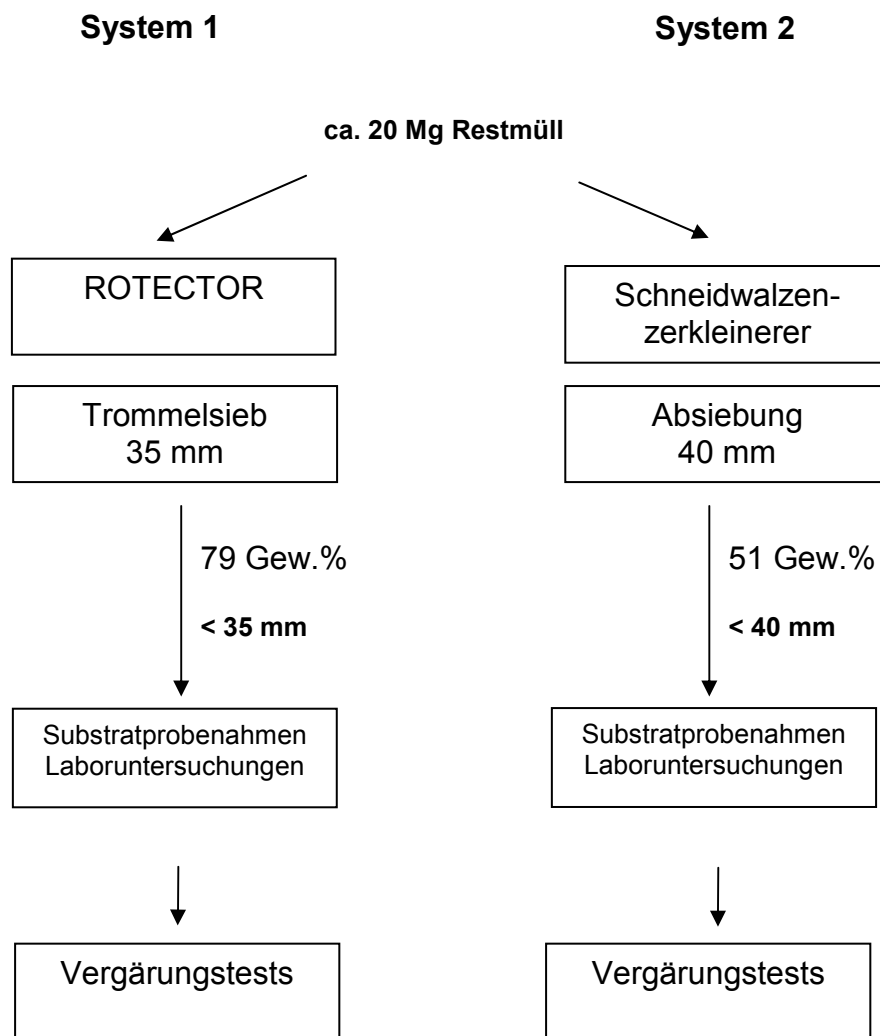


Abb. 1: Untersuchungsprogramm der zwei gegenüber gestellten mech.-biol. Systeme

Die Untersuchungen der zwei unterschiedlichen mechanischen Aufbereitungsprozesse konnten durch Versuche in technischem Maßstab ausgeführt werden. Die Untersuchungen zum anaeroben biologischen Prozess erfolgten in Laborreaktoren.

Die Substratproben wurden von einem zertifizierten Umweltlabor analysiert.

Die Substrat- und Produktuntersuchungen im Zusammenhang mit den Vergärungstests wurden im Labor der Fa. Organic Waste Systems durchgeführt, die auf diesem Gebiet sehr erfahren ist. Dadurch wurde weitestgehend die Übertragbarkeit der Laborergebnisse auf Verfahren in technischem Maßstab gewährleistet.

3 Mechanische Restmüllaufbereitung und Probenahme

Der Inhalt von vorher bestimmten Müllanlieferungen wurde etwa je zu gleichen Teilen den beiden Systemen zugeführt. Die Festlegung der spez. Anlieferungsfahrzeuge wurde durch die erfahrenen Mitarbeiter des ZAK getroffen. Mit beiden Systemen wurden nach der Siebung Feingutmengen von ca. 5-10 Mg erzeugt, aus denen die Proben gewonnen wurden. Die Probenahmen erfolgten unter wissenschaftlicher Aufsicht im Rahmen des Untersuchungsvorhabens.

Die äußerliche Betrachtung der frisch abgeseibten Produkte zeigt deutliche Unterschiede:

- Der Feinkornanteil des Produktes aus der Aufbereitung gemäß System 1 (ROTECTOR, <35 mm) ist hauptsächlich an aufgefaserte Restabfallbestandteile gebunden. Es entsteht ein größeres Porenvolumen und ein insgesamt homogenerer Stoffstrom als bei dem Produkt aus der Aufbereitung mit System 2 (Schneidwalzenzerkleinerer, <40 mm).
- Die bessere Wasserhaltefähigkeit und der stärkere Oberflächenaufschluss bei den organischen Bestandteilen wurden beim Produkt aus System 1 (ROTECTOR, <35 mm) festgestellt. Diese Ergebnisse lassen einen besseren biologischen Abbau aufgrund der besseren Erschließung einer von Mikroorganismen besiedelbaren Oberfläche erwarten.

Die Stoffstromverteilung der beiden mechanischen Aufbereitungsversuche ergab:

- System 1 (ROTECTOR, <35 mm) ca. **79 Gew.%** bezogen auf Input
- **System 2 (Schneidwalzenzerkleinerer, <40 mm) ca. 51 Gew.% bezogen auf Input**

Durch die vielfach wiederholte selektive Zerkleinerung im ROTECTOR wird ein um ca. 55% größerer Stoffstrom dem biologischen Verfahren zugeführt, im Vergleich mit dem untersuchten System 2 mit Schneidwalzenmühle. Es wird mehr biologisch abbaubares Material in diesem Stoffstrom angereichert und zudem noch durch den viel weitergehenden Aufschluss dem Umsetzungsprozess optimal verfügbar gemacht.

4 Laboruntersuchungen der Probematerialien

Die rohstoffliche Laboranalyse der Substratproben bestätigte die Vorteile des ROTECTORs:

	TS	Flüchtige	C/N
System 1 (ROTECTOR, <35 mm)	60,7%	69,3%	37,8
System 2 (Schneidwalzenzerkleinerer, <40 mm)	61,5%	58,2%	27,6

Der Trockensubstanzgehalt der untersuchten Substratproben ist nahezu gleich. Der Trockensubstanzgehalt liegt im normalen Schwankungsbereich von Werten, wie sie aus vielen Betriebsuntersuchungen bekannt sind. Das Substrat aus System 1 (ROTECTOR, <35 mm) hat einen ca. 19% höheren Analysewert für die Flüchtigen und ein ca. 37% höheren Wert für das C/N-Verhältnis. Diese Analyseergebnisse lassen deutlich unterschiedliche Ergebnisse der Labor-Vergärungstests erwarten.

5 Laboruntersuchungen zur anaeroben Umsetzung der Substratproben

Die Labor-Vergärungstests wurden in mehrerer parallelen Batch-Tests durchgeführt. Durch die Tests wird das maximale Biogas-Produktions-Potential (BPP) der Substratproben bestimmt. Das Probematerial wird jeweils mit einer großen Menge von aktivem anaerobem Impfungsmaterial gemischt und gemeinsam 7-14 Tage lang bei 52°C in Laborreaktoren vergoren. In dem Vergleichstest wurden untersucht:

- 3 Batch-Tests **Impfungsmaterial + Probematerial System 1 (ROTECTOR, <35 mm),**
- 3 Batch-Tests **Impfungsmaterial + Probematerial System 2 (Schneidwalzenzerkleinerer, <40 mm),**
- 3 Batch-Tests **Impfungsmaterial ohne Probematerial (Kontrollreaktor),**

Die Biogasproduktion der Laborreaktoren wurde täglich gemessen. Außerdem wurde am Ende des Tests jeweils die Zusammensetzung der Biogase bestimmt. Die spezifische Netto-Biogas-Produktion pro Einheit Probematerial wurde aus den jeweiligen Differenzen zur Produktion der Kontrollreaktoren ermittelt.

Am Ende der Tests wurden die pH-Werte der jeweiligen Vergärungsrückstände aller Laborreaktoren gemessen. Es wurden erwartungsgemäß keine Unterschiede zwischen Testreaktoren und Kontrollreaktoren festgestellt.

Das Ergebnis der Vergärungstests lässt sich durch folgende Grafik zusammenfassend darstellen:

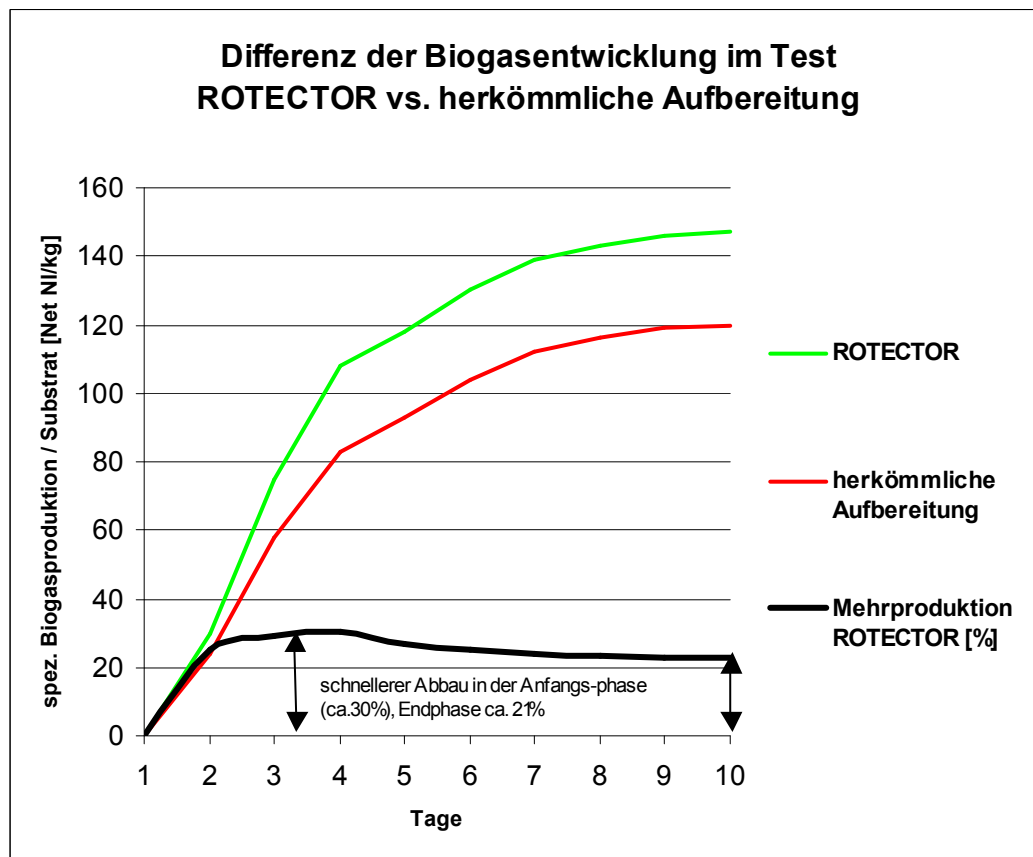


Abb.2: Laborergebnisse der Vergärungstests System 1 und System 2

Die spezifische Biogasproduktion pro Einheit Probematerial war bei System 1 (ROTECTOR, <35 mm) nach Abschluss der Vergärungstests ca. **21%** höher als bei System 2 (Schneidwalzenzerkleinerer, <40 mm).

Es wurde demnach im Probematerial aus System 1 (ROTECTOR, <35 mm) insgesamt ein erheblich größerer Anteil an biologisch abbaubarer Trockenmasse in Biogas umgesetzt.

Der Einfluss der Aufbereitung lässt sich insbesondere auch aus der unterschiedlichen Umsetzungsgeschwindigkeit der Probematerialien in den Vergärungstests deutlich ablesen. Die Biogasentwicklung aus dem Probematerial aus System 1 (ROTECTOR, <35

mm) erfolgt wesentlich schneller und erreicht in der Anfangsphase sogar eine Mehrproduktion von **über 30%** gegenüber dem Wert der Produktion aus System 2.

Der Methananteil in den produzierten Biogasen lag übereinstimmend bei allen Versuchsreihen bei fast exakt 56%.

6 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse und Ausblick

Die Untersuchungen liefern eindeutige Ergebnisse über den Einfluss unterschiedlicher mechanischer Aufbereitungssysteme für Restmüll auf nachgeschaltete biologische Umsetzungsprozesse, speziell auf anaerobe thermophile Vergärungsprozesse.

Das bewährte mechanische Aufbereitungssystem mit ROTECTOR-Kugelmühle zum Materialaufschluss von Restmüll mit nachgeschalteter Absiebung bei 35 mm hat erhebliche Vorteile und wirkt stark leistungssteigernd auf das untersuchte biologische Verfahren. Die Hinweise auf diesen Tatbestand liegen schon seit Jahren durch den Betrieb der mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlage des ZAK Kaiserslautern vor. Unabhängig davon zeigte sich ebenfalls bei Untersuchungen an aeroben Rotteprozessen der Vorteil der optimierten mechanischen Voraufbereitung mit dem ROTECTOR.

Unter Zusammenrechnung aller Ergebnisse der vergleichenden Untersuchungen ergibt sich ein sehr deutliches Gesamtergebnis:

- Der Einsatz eines ROTECTORs bei der mechanischen Aufbereitung von Restmüll erbringt im Versuch eine ca. 55% höhere Stoffstrommenge < 35 mm zur Vergärung in Verbindung mit einer ca. 21% höheren spezifischen Biogasausbeute im Vergleich mit einem herkömmlichen System mit Schneidwalzenzerkleinerer und Absiebung bei 40 mm.
- Bei dem vorliegenden vergleichbaren Energieinhalt der Biogase liefert dieser Versuch theoretisch einen Faktor 1,87 für eine potentielle Mehrproduktion von elektrischem Strom bei Einsatz des ROTECTORs. Je nach Bedingungen ergibt sich in der Praxis aus der Erzeugung von elektrischem Strom ein Plus zwischen 4 und 10 €/Mg Restmüll gegenüber herkömmlichen Systemen.

Die Ursache für die starke Verbesserung beim biologischen Abbau liegt in der besonderen Art der selektiven Zerkleinerung des Restmülls zwischen frei beweglichen Mahlkugeln im Mahlraum des ROTECTORs. Die biologisch abbaubaren Stoffe werden durch

die häufig wiederholte Beanspruchung reibend zerkleinert und regelrecht aufgefasernd. Auf diese Weise wird auch ein großer Anteil Papier dem biologischen Abbau zugänglich gemacht. Die Feinheit und die große aktive Oberfläche des organischen Materials nach der Behandlung im ROTECTOR trägt sehr stark zur schnelleren Umsetzung im biologischen Prozess bei. Dabei sind die Produktströme aus dem ROTECTOR sehr homogen und unterliegen nur ganz geringen Schwankungen in ihrer Zusammensetzung und im Feuchtigkeitsanteil.

Diese Versuchsergebnisse bestätigen eindrucksvoll das MBA-Konzept zur Restmüll-Verwertung mit ROTECTOR, Vergärungsanlage und aerober Nachrotte des Zweckverband Abfallwirtschaft Kaiserslautern. Das ZAK-Konzept zeichnet sich aus durch:

- **Maximale** Stromerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen durch Vergärung möglichst aller biologisch umsetzbarer Restmüll-Inhaltsstoffe.
- Erzeugung eines Ersatzbrennstoffs von hoher Qualität aus heizwertreichen Stoffen (z.B. Kunststoffen) für energetische Nutzung in industriellen Feuerungen.
- Rückgewinnung von Produkten mit hoher Qualität zur stofflichen Verwertung (z.B. Metalle).
- Ablagerung von biologisch inaktiven Stoffen und Inertstoffen auf geeigneter Deponie.

Die sehr bewährte und kostensparende ROTECTOR-Technologie hat besondere Vorteile bei der Umsetzung von mechanisch biologischen Abfallwirtschaftskonzepten mit großen bis sehr großen Durchsatzmengen.

Der ROTECTOR ist das zentrale Aggregat zur Restmüllaufbereitung mit mehreren Funktionen:

- Zerkleinerung (selektiv)
- Homogenisierung
- Trocknung (Materialoberflächen)
- Siebung
- Kapselung/Ablufferfassung
- Aktivierung für biologischen Abbau

Der ROTECTOR bietet:

- Hohe Verfügbarkeit
- Hohe Betriebssicherheit
- Saubere Produkte
- Hohe Wirtschaftlichkeit

Detaillierte Informationen über das ROTECTOR-Verfahren erhalten Sie durch

WastEnergy GmbH

Frankfurter Straße 44

63303 Dreieich