

# Waschen – Trocknen – Separieren statt Deponieren – sauberer Abfall ist Wertstoff

R. Schu & K. Schu

*EcoEnergy Gesellschaft für Energie- und Umwelttechnik mbH, Walkenried, Deutschland*

**KURZFASSUNG:** In diesem Beitrag wird untersucht, welche zukunftsfähigen MBA-Konzepte neben einer direkten thermischen Verwertung von Abfällen Bestand haben werden. Es wird ein Konzept zur Behandlung von Restabfall, Bioabfall und anderen Vielstoffgemischen vorgestellt, das die hohen Anforderungen an eine nachhaltige Abfallwirtschaft erfüllt und eine technische Antwort auf die Vision 2020 zur Vermeidung der Deponierung gibt. Wertstoff- und Energiegewinnung aus Abfall und Biomasse spielen bei der Abfallwirtschaft und globalen Energieversorgung eine immer wichtigere Rolle. Zur Wertstoffgewinnung werden zunehmend automatische Sortiertechniken wie z.B. die Nahinfrarottechnik (NIR) eingesetzt. Diese arbeiten umso effektiver, je besser die vorgeschaltete Abfallaufbereitung erfolgt. Sortenreine Fraktionen für eine werkstoffliche Verwertung können zwar grundsätzlich auch ohne vorherige Trocknung durch optische Sortiersysteme gewonnen werden, wesentlich für die Funktion der Nahinfrarot-Technik bzgl. Abscheidegrad und Sortenreinheit ist jedoch die Vorbehandlung. Diese Erkenntnis wird heute genutzt und der Nachweis geführt, dass durch eine Trocknung eine optimale Vorkonditionierung für eine nachfolgende mechanische Abfalltrennung mit anschließender automatischer optischer Sortierung in sortenreine Fraktionen für eine werkstoffliche Verwertung möglich ist. Schlüsseltechnologie der Erzeugung von werkstofflich verwertbaren, sortenreinen Abfallfraktionen ist neben den automatischen Sortiersystemen die Trocknungstechnik mit angepasster Aufbereitung zur Erzeugung von geeigneten Vorprodukten.

## 1 EINLEITUNG

Ein zukunftsfähiges Abfallwirtschaftskonzept muss den Bedingungen der Nachhaltigkeit genügen. Für die Abfallwirtschaft in Deutschland konkretisierte sich der Gedanke der Nachhaltigkeit in der Vision 2020. Spätestens ab 2020 soll ein vollständiges Schließen der Stoffkreisläufe bei möglichst hochwertiger Verwertung der Sekundärprodukte erfolgen, so dass Deponien entbehrlich werden. Im gesamten abfallwirtschaftlichen Kontext sollte die stoffliche Verwertung Vorrang haben, wie es auch in der Novelle der EU-Abfallrahmenrichtlinie gefordert ist. Die „drei V“ der Abfallwirtschaft (Vermeiden, Verwerten, Verbrennen) werden zukünftig durch eine fünf-stufige Abfall-Hierarchie (Vermeiden, Wiederverwenden, stoffliche Verwertung, energetische Verwertung, Beseitigen) abgelöst.

Eine Ausschleusung von Schadstoffen wird jedoch auch nach 2020 Realität bleiben, eine 100 %ige Verwertung gibt es vorerst technisch nicht. Es wird ein Konzept zur Behandlung von Restabfall, Bioabfall und anderen Vielstoffgemischen vorgestellt, das die hohen Anforderungen an eine nachhaltige Abfallwirtschaft erfüllt und eine technische Antwort auf die Vision 2020 zur Vermeidung der Deponierung gibt (Abb.1). Es besteht aus den Modulen:

- Modul 1: Mechanische Grobaufbereitung
- Modul 2: Verwertung der heizwertreichen Grobfraction
- Modul 3: Nassmechanische Trennung (NMT) der Feinfraktion
- Modul 4: Abwasserreinigung
- Modul 5: BioFluff Trocknung
- Modul 6: BioFluff

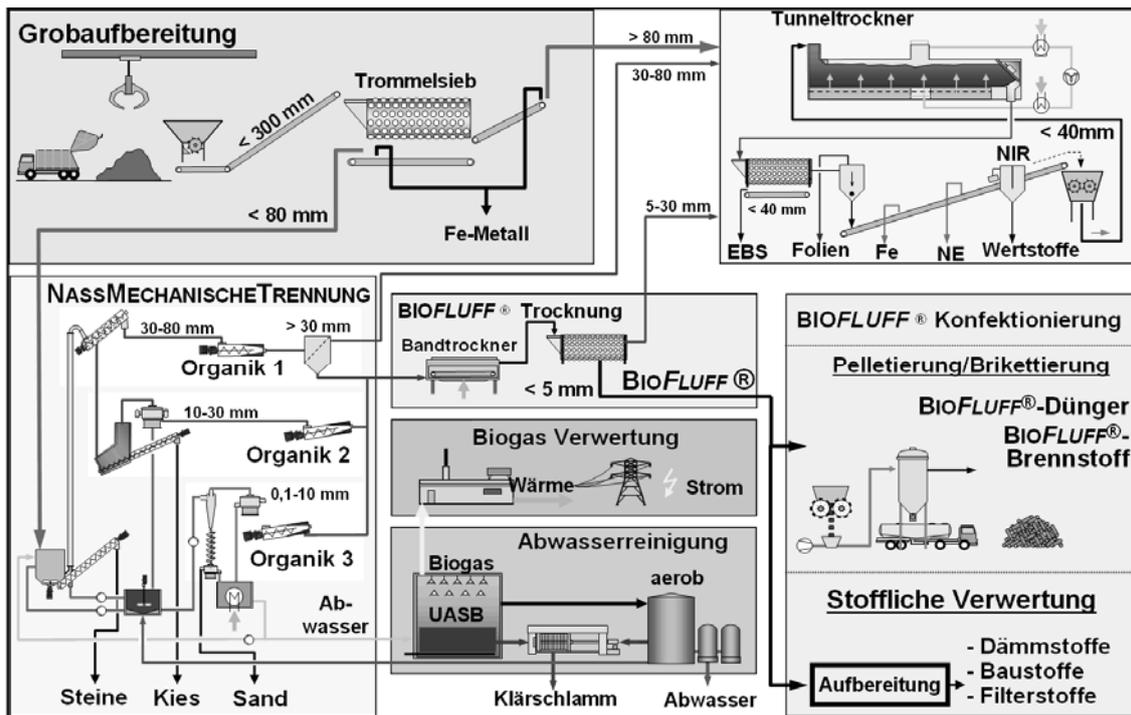


Abb. 1: Gesamtverfahrensfließbild

## 2 KONFEKTIONIERUNG UND VERWERTUNGSMÖGLICHKEITEN

Kernstück des Konzeptes mit Modul 3 – die nassmechanische Trennung der Feinfraktion  $< 80$  mm, die im Wesentlichen ein Dreistoffgemisch aus Wasser, Inertem (Sand, Steine, Glas) und Organik ist.

Ziel der Aufbereitung ist die Erzeugung stofflich verwertbarer Inertfraktionen sowie stofflich und/oder energetisch verwertbarer Organikfraktionen.

Es gelingt im Verfahren, mit einer einfachen Schneckenpresse inertstofffreie Organikfraktionen mit einem TS-Gehalt von 60 % zu erzeugen. Durch die temperaturgeführte Aufbereitung in Verbindung mit der Scherwirkung in den Schneckenpressen werden die Zellwände zerstört und das Zellwasser in die lösliche Fraktion überführt. Der Biogasertrag aus der Waschflüssigkeit beträgt 75 % – 80 % des vergleichbaren Biogasertrages aus einer Vollstromvergärungsanlage, da je nach anaerob biologischer Abbaubarkeit 40 % bis über 60 % der organischen Trockensubstanz in eine Fraktion  $< 100$   $\mu$ m überführt werden konnte, die zu 85 % bis über 90 % biologisch abbaubar ist. Zur Prüfung der unerwarteten Ergebnisse wurden Parallelversuche mit Maissilage und Grassilage durchgeführt, diese bestätigen die Ergebnisse.

Im Verfahren kann mit einer Verweilzeit von 5 - 10 Minuten ein schadstoffreduziertes, hygienisiertes Material, das die Kriterien für Substratkompost inkl. Rottegrad einhält, erzeugt werden.

Neben dem Vorteil der hohen Lösung von leicht abbaubarer Organik durch die Thermo-Mechanische-Zelllyse (TMZ) wird auch die übrige native Organik quasi zerlegt auf Fasergrößen  $< 5$  mm. Fossile Organik lässt sich in der Korngröße nicht durch die TMZ beeinflussen. Mittels Siebung bei ca. 5 mm nach der Pressung können die Hartkunststoffe und Kunststofffolien von der nativen Organik getrennt werden.

Eine weitgehende Entwässerung der Inertfraktion ist auch ohne Trocknung möglich. Die Inertstoffe werden im Verfahren soweit mit Kreislaufwasser und Frischwasser gereinigt, dass sie einer Verwertung zugeführt werden können.

Der Schadstoffgehalt in den Biomassefraktionen ist verfahrensbedingt sehr gering. Chlor ist durch die Kunststoffabtrennung nicht als PVC enthalten und kann nur als Salz gelöst im Wasser vorhanden sein. Durch den hohen Entwässerungsgrad ohne thermische Trocknung werden lösliche Schadstoffe mit dem Press- und Washwasser, je nach Washwasseraufbereitungs- und

Presskonzept, zu 75 % – 90 % ausgetragen. Die Schadstoffe gelangen in die Vergärung des Kreislaufwassers und werden dort in den anaeroben Schlamm eingebunden und zur Entsorgung ausgetragen.

Die getrocknete und gesiebte organische Fraktion (BioFluff) wird entsprechend dem vorgesehenen Verwertungsweg konfektioniert. BioFluff ist eine schadstoffreduzierte, trockenstabilisierte, aufgefaserter Biomasse und als Rohstoff vielseitig einsetzbar. Für eine Verwertung als Trockendünger ist eine Pelletierung, zur direkten energetischen Verwertung eine Brikettierung oder Pelletierung, vorgesehen. BioFluff kann ebenso werkstofflich weiter zu Dämmstoffen, Baustoffen oder Filterstoffen aufbereitet oder sogar zu Ethanol vergoren werden. Eine Pelletierung oder Brikettierung ist in den meisten Anwendungen aus Transportgründen wegen der geringen Dichte von BioFluff erforderlich.

Die Entwicklung und Erprobung des NMT-Verfahrens wurde von der EcoEnergy Gesellschaft für Energie- und Umwelttechnik mbH durchgeführt, von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert und von der Universität Duisburg-Essen wissenschaftlich begleitet. Es konnte in den Jahren 2006–2007 seine großtechnische Machbarkeit bei Versuchen nachweisen.

Als mögliche Verwertungswege der Produkte des NMT-Verfahrens und hier besonders der abgetrennten und weitgehend entwässerten Organikfraktion (Roh-BioFluff) sind zu nennen:

- Energetische Verwertung in Kraftwerken
- Rohstoffliche Verwertung durch Vergärung zu Methan oder Ethanol
- Stoffliche Verwertung als Faserstoff oder zur Bodenverbesserung/Düngung

### 3 TUNNELTROCKNER

Wertstoff- und Energiegewinnung aus Abfall und Biomasse spielen bei der Abfallwirtschaft und globalen Energieversorgung eine immer wichtigere Rolle. Zur Wertstoffgewinnung werden zunehmend automatische Sortiertechniken wie z.B. die Nahinfrarottechnik eingesetzt. Diese arbeiten umso effektiver, je besser die vorgeschaltete Abfallaufbereitung erfolgt.

Die energetische Verwertung stand bisher im Vordergrund der Diskussion über Abfallwirtschaftskonzepte und Biomasseverwertung. Das Erneuerbare-Energien-

Gesetz (EEG), Kraftstoffquotengesetz und der CO<sub>2</sub>-Handel subventionieren direkt oder indirekt die energetische Verwertung. Die stoffliche bzw. werkstoffliche Verwertung wird nicht oder kaum subventioniert. Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz von 1994 hatte nach langen politischen Diskussionen der stofflichen Verwertung den nicht klaren Vorrang gegenüber der energetischen Verwertung eingeräumt. Dennoch bekannte sich das Duale System Deutschland mit Inkrafttreten des KrW/AbfG in einer freiwilligen Selbstverpflichtung dazu, der werkstofflichen Verwertung die höchste Priorität beizumessen.

Erst in der EU-Abfallrahmenrichtlinie, die aktuell verabschiedet wurde, wird der Vorrang der stofflichen Verwertung in der fünfstufigen Abfallhierarchie festgeschrieben.

Die separate Sammlung von Wertstoffen wie Papier, Glas, Metall, Elektronikschrott und Bioabfall zur stofflichen Verwertung ist allgemein anerkannt; heiß diskutiert wird demgegenüber die Sinnhaftigkeit der getrennten Sammlung von Verpackungsabfällen. Lange wurde auf eine teure rohstoffliche Verwertung der Mischkunststoffe wie z.B. in der Kohle-Öl-Anlage in Bottrop, im Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe (SVZ) zur Methanolgewinnung und auf die stoffliche Verwertung im Hochofen der Firma Arcelor, Bremen vormals Stahlwerke Bremen, gesetzt. SVZ und Arcelor Bremen verwerten heute keine Mischkunststoffe mehr.

Konkurrenz zur separaten Sammlung von Verpackungsabfällen kam erst 1998 auf, als nachgewiesen wurde, dass nach der Trockenstabilisierung von Restabfall inkl. Verpackungsabfällen mit anschließender trockenmechanischer Aufbereitung ein schadstoffreduzierter Ersatzbrennstoff produziert werden kann, der langfristig kostengünstig und – zur separaten Sammlung gleichwertig - energetisch in Zement und Kohlekraftwerken und rohstofflich in der SVZ verwertet werden kann.

Die Mitverbrennung von Ersatzbrennstoffen aus gemischten Siedlungsabfällen in Kohlekraftwerken und der Zementindustrie wird mittelfristig eine untergeordnete Rolle spielen. Ersatzbrennstoffe werden heute größtenteils mit hohen Zuzahlungen in Müllverbrennungsanlagen mitverbrannt, nur ein kleiner Teil wird in speziellen Ersatzbrennstoffkraftwerken energetisch

verwertet oder wartet in legalen und illegalen Zwischenlagern auf die Fertigstellung der zahlreich geplanten Ersatzbrennstoffkraftwerke.

Eine Ersatzbrennstoffherzeugung aus gemischten Siedlungsabfällen ist verfahrenstechnisch erst nach einer Trocknung oder Waschung mit Inertstoffabscheidung und nachfolgender Konfektionierung effektiv möglich. Mehrfach wurde diese Technik als biologische Trocknung und als thermische Trocknung mit Trommeltrocknern ausgeführt.

Die positive Entwicklung der werkstofflichen Verwertung von Abfällen ist zum einen der rasanten technischen Entwicklung von automatischen Abfallsortiersystemen wie der Nahinfrarot-sortiertechnik (NIR) zur Erzeugung sortenreiner Kunststoffe und zum anderen der Ölpreisentwicklung zu verdanken.

Sortenreine Fraktionen für eine werkstoffliche Verwertung können zwar grundsätzlich auch ohne vorherige Trocknung durch optische Sortiersysteme gewonnen werden, wesentlich für die Funktion der NIR-Technik bzgl. Abscheidegrad und Sortenreinheit ist jedoch die Vorbehandlung. Dieses Erkenntnis wird heute genutzt und der Nachweis geführt, dass durch eine Trocknung eine optimale Vorkonditionierung für eine nachfolgende mechanische Abfalltrennung mit anschließender automatischer optischer Sortierung in sortenreine Fraktionen für eine werkstoffliche Verwertung möglich ist. Die Schlüsseltechnologie ist hier neben den automatischen Sortiersystemen die Trocknungstechnik mit angepasster Aufbereitung zur Erzeugung von geeigneten Vorprodukten (Abb. 2).

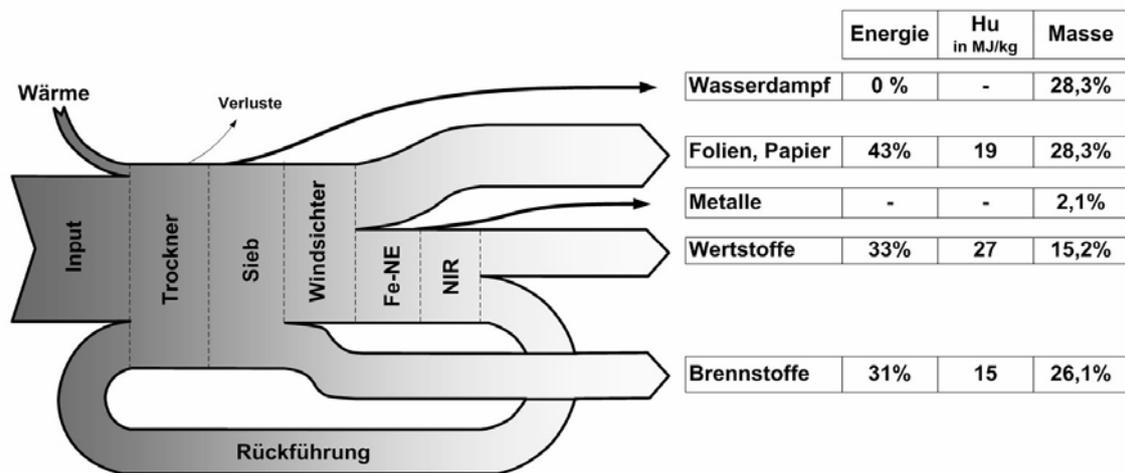


Abb. 2: Sankeydiagramm Tunnelrockner

LITERATUR

Schu, R. (2007) Zukunftsfähige MBA-Konzepte – Vision 2020. In: *Tagungsband Abfallkolloquium 2007*. Freiberg; SIDAF.  
 Schu, R. & Schu, K. (2007) Niedertemperatur-Tunnelrockner zur optimierten Wertstoffgewinnung. In: *Energie aus Abfall 3*. Neuruppin: TK Verlag,