

Der DeSort-Prozess: Ein neuentwickelter Aufbereitungsprozess zur technisch und wirtschaftlich optimierten Störstoffentfrachtung in Kompostieranlagen

G. Weingrill¹, J. Adam², M. Brechlmacher², M. Wellacher³ & R. Ellersdorfer¹

¹ Binder+Co AG, Gleisdorf, Österreich

² Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft, Leoben, Österreich

³ Ingenieurbüro Wellacher e.U., Graz, Österreich

Schlagworte: Biogene Abfälle, Sensorgestützte Sortierung, Kunststoffe, Qualität,

KURZFASSUNG: Die Produktion von qualitativ hochwertigem Kompost aus störstoffbelasteten biogenen Abfällen stellt Kompostanlagenebetreiber vor zunehmend größeren Herausforderungen. Da mit den nach dem derzeitigen Stand der Technik eingesetzten Technologien zur Kompostaufbereitung häufig keine ausreichende Störstoffabscheidung möglich ist, wurde im Zuge des FFG-Projektes DeSort ein Alternativverfahren mit sensorgestützter Sortiertechnik für eine verbesserte Kompostaufbereitung hinsichtlich Qualität und Quantität untersucht.

1 EINLEITUNG

Der aus biogenen Abfällen produzierte Kompost leistet als hochwertiger Dünger und Nährstofflieferant für Böden einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und zur nachhaltigen Kreislaufwirtschaft. Die Verwertung störstoffbelasteter Quellmaterialien (insbesondere Abfälle aus Biotonnen) stellt Kompostanlagenebetreiber jedoch vor zunehmend größere Herausforderungen.

Dabei gilt es den Markt-, Kunden- und rechtlichen Anforderungen an ein qualitativ hochwertiges Produkt gerecht zu werden. In biogenen Abfällen und im Kompost sind Kunststoffe der dominierende Anteil der Störstoffe. Mit der derzeit nach dem Stand der Technik eingesetzten Technologie ist häufig keine zufriedenstellende Störstoffabscheidung mehr möglich. Die Standardtechnologie beinhaltet die Siebung des Kompostes bei 10 mm sowie die Magnetscheidung und Windsichtung des Überkorns. Im Zuge des FFG-Projektes DeSort - Grundlagen für die automatische Erkennung und die sensorgestützte Sortierung von Kunststoffen in biogenen Materialien - wurde ein neues Verfahrenskonzept, bestehend aus Siebung bei 25 mm, Windsichtung und sensorgestützter Sortierung erprobt. Das übergeordnete Ziel ist die Entwicklung eines neuen Kompostaufbereitungsverfahrens, um einerseits die Qualitäten hinsichtlich Kunststoffkontaminationen einhalten zu können, andererseits die unter den oben beschriebenen Voraussetzungen notwendigen Rücklaufströme zu minimieren und die Kompostausbeute zu maximieren. Bisherige Kalkulationen zeigen, dass lediglich Kompostieranlagen mit einer Behandlungskapazität von größer als 20.000 t/a wirtschaftlich für eine Investition in eine optische Sortierung von Störstoffen, insbesondere Kunststoffe, in Frage kommen. Erste Marktrecherchen in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Wellacher und dem Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft zeigen in der DACH-Region (Deutschland, Österreich, Schweiz) ein Potenzial von rd. 330 Anlagen.

2 METHODIK UND DURCHFÜHRUNG

2.1 Ausgangssituation und Materialherkunft

Um den neu entwickelten Verfahrensablauf beurteilen zu können, wurden großtechnische Versuche anhand zweier Kompostchargen unterschiedlicher Herkunft (Miete A und Miete B) am Standort der Kompostieranlage von Poschacher Kompost in Kraubath an der Mur sowie im Technikum der Binder+Co AG in Gleisdorf durchgeführt.

Bei Miete A handelt es sich um gesammelten biogenen Abfall der Stadt Graz, geliefert von der Servus Abfall Dienstleistungsges.m.b.H. Nach der ersten Störstoffentfrachtung mittels Handklaubung durch Anlagenmitarbeiter wurde die Miete mit Baum- und Strauchschnitt zur Versuchsmiete aufgesetzt.

Die zweite Probe (Miete B) wurde vom Abfallwirtschaftsverband Mürzverband bezogen. Neben Biotonnenmaterial, Baum- und Strauchschnitt wurden hier auch u.a. Mähgut, Laub, Erde und Tonmehl sowie Rückläufe aus älteren Kompostierungen zur Verrottung gebracht.

Etablierte Aufbereitungsverfahren in der Kompostproduktion wie Siebung, Windsichtung und Magnetscheidung waren vor allem darauf ausgelegt, die Störstoffe wie Folienkunststoffe und metallische Bestandteile abzutrennen. In den gegenständigen Untersuchungen wurde das Repertoire durch den Einsatz hochmodernen sensorgestützter Sortiermaschinen auf Basis visueller Spektroskopie (VIS) erweitert, wie im folgenden Kapitel beschrieben ist.

2.2 Verfahrensübersicht und -vergleich: Stand-der-Technik mit dem neuen DeSort-Verfahren

In Abb.1 ist das konventionelle Verfahren nach dem Stand der Technik zur Kompostaufbereitung dargestellt. Zuerst erfährt der Kompost eine Handklaubung, bei der besonders große und sperrige Teile entfernt werden. Der so gereinigte Kompost wird üblicherweise bei etwa 80 mm abgesiebt. Der Siebüberlauf wird meist weiter manuell nachgereinigt, wobei Störstoffe ausgeschieden werden und der Siebrest u.U. wieder dem Rotteprozess zugeführt wird.

Der Siebunterlauf (< 80 mm), wird nach dem Kompostierungsprozess bei 10 mm gesiebt. Beim Unterlauf handelt es sich bereits um Fertigungskompost. Die Fraktion 10 – 80 wird per Windsichter von den Leichtstoffen (hauptsächlich Kunststofffolien) entfrachtet. Die Schwerfraktion wird von magnetische Metallteilen befreit, wodurch wiederum Siebrest entsteht.

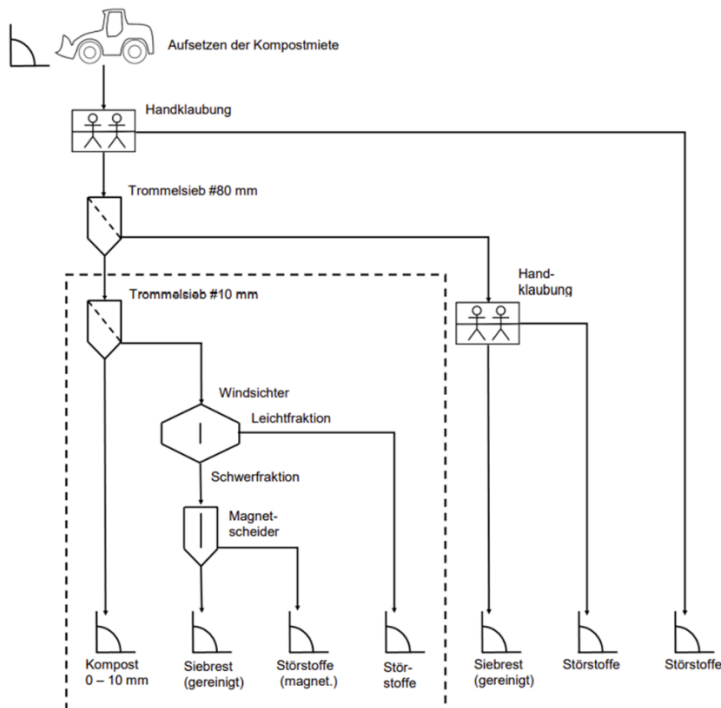


Abb. 1: Stand der Technik Verfahren

Im neu untersuchten DeSort-Verfahren (Abb. 2) wird hingegen der Siebunterlauf (< 80 mm) nach der Kompostierung im ersten Schritt bei 25 mm großtechnisch per Trommelsieb und anschließend bei 8 mm per Spannwellensieb im Labor abgesiebt.

Während es sich bei der Fraktion < 8 mm bereits um fertigen Kompost handelt, wird die Fraktion 8-25 mm weiter gereinigt. Zuerst werden per Windsichtung die unerwünschten Leichtstoffe wie Kunststofffolien entfernt. Danach werden die verbliebenen Reststoffe wie 3D-Kunststoffe, Metalle und helle Steine per sensorgestützter Sortierung auf VIS-Basis ausgeschieden. Bei der Durchlaufraktion (8-25mm) handelt es sich ebenfalls um ein fertiges Kompostprodukt.

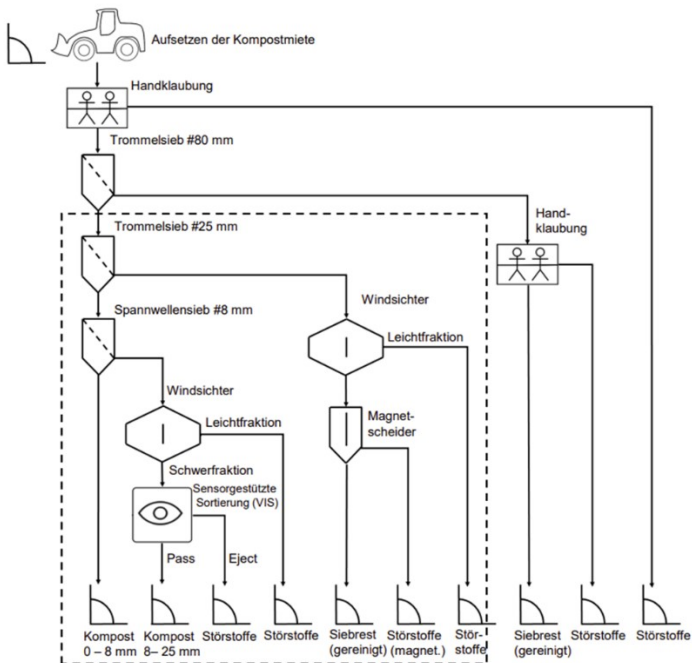


Abb. 2: DeSort-Verfahren

2.3. Eingesetzte Einzelaggregate im simulierten DeSort-Verfahren

Die Effektivität und Effizienz des Gesamtverfahrens hängt neben der optimierten Verfahrensvorschaltung von den Einzelaggregaten ab. Im Wesentlichen besteht das Gesamtverfahren aus den Einzelprozessen Trommelsiebung, Windsichtung, Magnetscheidung, Spannwellensiebung, Sichtung und sensorgestützter Sortierung, wobei für die direkte, lineare Kompostproduktlinie (Produkt 0-8 mm und 8-25 mm) die Magnetscheidung nicht eingesetzt wird.

Für die Siebung werden häufig Trommelsiebvarianten eingesetzt, welche vor allem im Grobkornbereich effizient arbeiten. Tendenziell kann gesagt werden, dass je feiner und feuchter das Siebgut ist, desto siebschwieriger wird es. Bei besonders schwierigen Fraktionen bietet es sich auch an Spannwellensiebe einzusetzen (Abb. 3). Diese können kombinierten werden, wodurch es möglich ist, mehrere Siebschnitte auf einer Maschine durchzuführen. Als Beispiel sei hier ein Kreisschwinger in Tripple-Deckerausführung angeführt, der die Siebschnitte 80 mm, 25 mm und 8 mm mit einer einzigen Maschine abdeckt. Während für den gröberen Siebschnitt (80 mm) meist ein 3D-Deck zum Einsatz kommt, empfiehlt es sich die feineren Siebschnitte (25 mm und 8 mm) per Spannwellen durchzuführen, um ein Verlegen der Siebflächen zu verhindern.

Für die Sichtung kam der Laborsichter Bauart ‚Breezer‘ der Fa. Binder+Co zum Einsatz, welcher per Beschleunigungsband beschickt wurde.

Für die sensorgestützte Sortierung auf VIS-Basis kam, wenn man die maschinenbauliche Ausführung betrachtet, ein CLARITY-Bandsortierer zum Einsatz, da das Material nicht die für den Rutschensortierer notwendigen Rutscheigenschaften aufwies. Zur Objekterkennung und -klassifizierung wurde als Sensor eine Zeilenkamera eingesetzt, welche im sichtbaren Lichtbereich arbeitet. Diese erkennt feinste Farbunterschiede, wodurch Fremdstoffe vom Kompost unterschieden werden können. Der Austrag geschieht wie üblich über elektronisch geschaltete pneumatische Luftstöße.



Abb. 3: Eingesetzte Maschinen: Spannwellen-Siebmaschine BIVITEC und sensorgestützter Sortierer auf VIS-Basis CLARITY

2.4 Versuchsergebnisse für Windsichtung und sensorgestützten Sortierer

Im Folgenden soll auf die Ergebnisse der Sortierschritte Sichtung und sensorgestützte Sortierung eingegangen werden.

In Abb.4 sind die Sortiererergebnisse des Windsichters und des sensorgestützten Sortierers in Verfahrensstromrichtung dargestellt. Es wird in Kornklassen und Folienkunststoffe (‚A‘ und ‚C‘) und Hartkunststoffe (‚B‘ und ‚D‘) unterschieden, um besser auf die jeweiligen Trenncharakteristiken der Einzelaggregate für die beiden Kunststoffsorten eingehen zu können.

Beim Windsichter liegt das Inhaltsausbringen (~‘Abscheideraten‘) für das Kompostmaterial von Miete A im Mittel bei ca. 56 % und weist eine Standardabweichung von ca. 4,2 % auf. Für das Material von Miete B liegt das Inhaltsausbringen im Mittel bei etwa 24 % und einer Standardabweichung von 3,9 %.

Für Hartkunststoffe liegt das Inhaltsausbringen am Windsichter für sämtliche Fraktionen unter 5,5 % bei sehr niedrigen Standardabweichungen (Brechlmacher 2020).

Beim sensorgestützten Sortierer liegt das Inhaltsausbringen an Folienkunststoffe im Mittel je nach Fraktion bei ca. 56 % (Miete A) bzw. 25 % (Miete B). Die Standardabweichungen lagen mit ca. 7,9 % und 18,6 % um einiges höher. Für die Hartkunststoffe hingegen lag das mittlere Inhaltsausbringen bei ca. 67 % bzw. 60 %, wobei für die Korngröße > 20 mm teilweise bis 95 % abgetrennt werden konnten. Auch hier weist die Standardabweichung innerhalb der Kornklasse mit 10,7 % bzw. 23,2 % höhere Werte auf (Brechlmacher 2020).

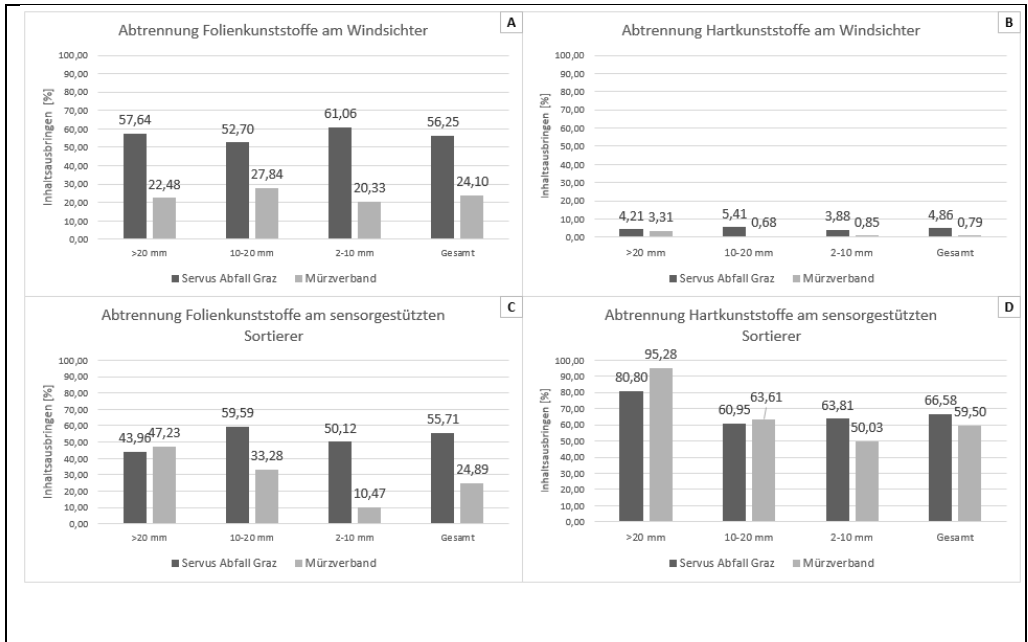


Abb. 4: Sortiererergebnisse von Folien- (A'+C') und Hartkunststoffen (B'+D') an den Aggregaten Windsichter und sensorgestützter Sortierer. Im Allgemeinen kann festgestellt werden, dass die Störstoffe über die im DeSort-Prozess eingesetzten Sortierapparate (Windsichtung, sensorgestützte Sortierung) bei der Miete A effizienter abgetrennt werden konnten als bei Miete B (Brechlmacher 2020).

2.5 Versuchsergebnisse für Gesamtverfahren

In Abb. 5 sind die Ergebnisse des simulierten Gesamtverfahrens über die Qualitäten (A'+B'+C') der Produkte sowie die Kompostausbeute (Massenausbringen) (D') dargestellt. Die Qualitäten werden auch hier kornglassenspezifisch und differenziert in Folienkunststoffe und Hartkunststoffe eingeteilt.

Wichtig ist vor allem der Gehalt an Gesamtkunststoff im Fertigprodukt und die Kompostausbeute des Stand-der-Technik-Verfahrens (0-10 mm) sowie im Vergleich zum neuen DeSort-Verfahren (0-25 mm). Es zeigt sich, dass die Qualitäten annähernd gleich sind und sich der Gehalt an Gesamtkunststoffen im Bereich 0,05 % bis 0,08 % bewegt. Die Kompostausbeute liegt beim neuartigen DeSort-Prozess mit 78,40 % für *Miete A* bzw. mit 87,38 % für *Miete B* im Vergleich zum Stand-der-Technik-Verfahren mit 63,00 % bzw. 62,44 % um einiges höher (Brechlmacher 2020).

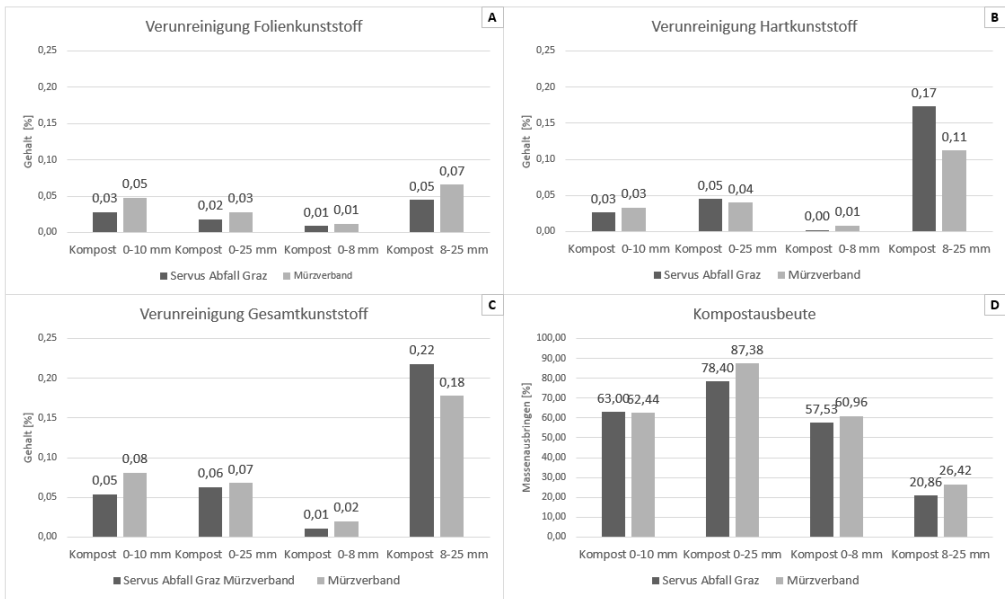


Abb. 5: Qualitäten der Produkte und Kompostausbeute (Brechlmacher 2020).

3 SCHLUSSFOLGERUNG BZW. ZUSAMMENFASSUNG

Die durchgeführten Untersuchungen mit einem neuartigen Verfahren zur Kompostaufbereitung zeigen, dass die Erzeugung von Qualitätskompost bei hohen Verunreinigungen mit zusätzlicher Sortiertechnologie (VIS) bei der Nachbehandlung sehr aussichtsreich erscheint. Bei dem alternativen Verfahren ist eine Steigerung der Kompostausbeute, um durchschnittlich 32 % zu erwarten. Das Inhaltsausbringen bei Folienkunststoffe durch die sensorgestützte Sortierung liegt im Mittel je nach Fraktion bei 56 % bzw. 25 % und bei Hartkunststoffen bei ca. 67 % bzw. 60 %.

Zusammenfassend ergeben sich folgende Vorteile und Nutzen für den Anwender durch die Erweiterung einer Kompostieranlage mit der Technologie der sensorgestützten Sortierung.

1. Es wird sauberer Kompost produziert.
2. Es wird mehr Kompost produziert.
3. Die Emission von Kunststoffen in die Umwelt und damit auch von Mikroplastik über die Ausbringung von Kompost wird verringert.
4. Der Siebrest wird sauberer, wodurch auch weniger Störstoffe im System der Anlage verbleiben.
5. Es wird weniger Siebrest produziert, der vermiedene Teil muss daher nicht im Kreis geführt werden und belastet die Anlagefläche somit nicht mehr. Die Flächenbelastung der Anlage sinkt und sie kann mehr Input verarbeiten oder dieselbe Inputmenge länger kompostieren.
6. Farbkameras für die visuelle Detektion sind kostengünstiger als Nahinfrarot-Kameras, weshalb die Sortiertechnologie insgesamt einen geringeren investiven Aufwand bedeutet.

Zukünftiger Forschungsbedarf umfasst den Vergleich hinsichtlich Sortiereffizienz zwischen der NIR- und VIS-Technologie für die Reinigung von störstoffbelastetem Kompost. Dieser soll anhand mehreren praktischen Versuchsreihen durchgeführt werden.

LITERATURVERZEICHNIS

Brechlmacher, M. (2020) Untersuchung des Einsatzes sensorgestützter Sortierung in der Störstoffentfrachtung bei Komposten. Masterarbeit am Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft, Montanuniversität Leoben