

Störstoffmanagement in biogenen Abfällen

Martin Wellacher^a, Andreas Kunter^b

^aMontanuniversität Leoben, Austria

^bKomptech GmbH

Managment of contraries in biogenic waste

Abstract

Contraries in biogenic waste have been well known phenomena for 25 years since the beginning of source separation. Stakeholders which influence the content of contraries in biogenic waste are discussed. Their content depends preferably on the settlement structure, the pre-sampling and the pre-check. Negative consequences on the quality of end products can not be prevented if more than 3 % contraries are found. First of all plastic dominates with up to 60 % of all contraries. It is followed by metal, textile, glass and ceramic. Legislation for contraries are described for Europe, Germany and Austria. The state of the art of contraries reduction on composting plants are hand sorting, screening and wind sifting. Finally recommendations for all stakeholders are given.

Inhaltsangabe

Störstoffe in biogenen Abfällen begleiten die Abfallwirtschaft seit Beginn der getrennten Sammlung vor etwa 25 Jahren. Die Akteure, die auf den Störstoffgehalt in biogenen Abfällen Einfluss nehmen, werden besprochen. Der Störstoffgehalt ist u.a. abhängig von der Siedlungsstruktur, der Vorsammlung und der Vorsichtung. Ab einem Fremdstoffgehalt von mehr als 3 % ist davon auszugehen, dass negative Auswirkungen auf die Qualität der Endprodukte nicht mehr vermieden werden können. In erster Linie dominieren Kunststoffe mit bis zu 60 % den Störstoffgehalt. Danach rangieren Metalle, Textilien, Glas und Keramik. Die Gesetzgebung für Störstoffe in biogenen Abfällen in Europa, Deutschland und Österreich wird beschrieben. Als Stand der Technik bei der Störstoffentfernung auf Kompostanlagen gelten im Wesentlichen Kläubung, Siebung und Windsichtung. Abschließend werden Empfehlungen für alle Akteure gegeben.

Keywords

Kompost, biogene Abfälle, Quellensortierung, Störstoffe, Maschine, compost, biogenic waste, source separation, contrary, machine

1 Einleitung

Störstoffe in biogenen Abfällen begleiten die Abfallwirtschaft seit Beginn der getrennten Sammlung vor etwa 25 Jahren, z.B. im österreichischen Bundesland Steiermark seit 1989.

Da biogene Abfälle innerhalb der Siedlungsabfälle die größte Wertstofffraktion darstellen, ist für diese Abfallfraktion zur Erhöhung von Recyclingquoten in Siedlungsabfällen

vielerorts in Europa eine Zunahme der getrennten Erfassung zu erwarten. Damit steigt aber auch die Störstoff-Problematik aller Marktteilnehmer.

Noch vor der Entfernung oder gar Duldung sollte die Vermeidung von Fremdstoffen die höchste Priorität haben. Das ist aber zweifelsohne nicht so, da die Problematik auch in abfallwirtschaftlich hoch entwickelten Gesellschaften Regionen mit hoher Störstoffbelastung in biogenen Abfällen zu finden sind. Andere Regionen konnten sehr wohl eine messbare Verbesserung erreichen. Von diesen ist zu lernen.

1.1 Markt

Alle Marktteilnehmer haben direkt oder indirekt Anteil am und Einfluss auf den Störstoffgehalt in biogenen Abfällen. Direkt durch das Einbringen und Ausbringen, indirekt durch die Kommunikation über Bewusstseinsbildung, Marketing, Verträge u.a.

Über den Erfolg des Recyclings entscheidet für jedes Recyclingprodukt am Ende der Markt. Komposte und Gärprodukte mit offensichtlichen Verunreinigungen wird auf Dauer niemand akzeptieren. Erfolgreiche Recyclingprodukte müssen daher definierten - möglichst hohen - Qualitätsanforderungen entsprechen, für die der Gesetzgeber zu sorgen hat und alle Marktteilnehmer Verantwortung übernehmen sollten.

1.2 Akteure und Trends

Beim Erzeuger, dem Bürger, findet sich die Ursache der Fehlwürfe. Eine zufriedenstellende Quellensortierung geht mit der Bereitschaft und dem Wissen des Erzeugers einher, dass Fremdstoffe in Bioabfällen vermieden werden müssen. Die Trends der letzten Jahre sind: 1) eine sinkende Trennmoral, 2) zusätzlich für die getrennte Sammlung erschlossene Gebiete, insbesondere Innenstadtbereiche und 3) steigende Anteile an nicht ausreichend involvierten und informierten Personen, z.B. Zuwanderern aus anderen Kulturkreisen.

Die Kommune als Übernehmer und Besitzer des Abfalls ist der Wirtschaftspartner des Erzeugers und kann am besten für dessen Motivation und Information zur Fehlwurfvermeidung einwirken. Finanzielle Strafen für den Bürger wegen erhöhter Fehlwurfquoten werden kaum angewendet, da diese politisch schwer durchsetzbar sind. Die Trends zeigen ein abnehmendes Bewusstsein der Kommune für die Problematik. Das äußert sich einerseits in der Gestaltung der Entsorgungsverträge, die selten auf Störstoffe eingehen und andererseits in einer Reduktion der Bewusstseinsbildung für den Bürger, indem z.B. bei der Abfallberatung gespart wird. Aktuelle Entsorgungspreise betragen abhängig von der Siedlungsdichte und den Ausschreibungsvolumina 150 - 280 €/t getrennt gesammelte biogene Abfälle.

Der Sammler, entweder die Kommune oder Privatunternehmen als Subauftragnehmer der Kommune, steht zwischen Erzeuger und Behandler und ist der einzige, der eine örtliche Begegnungsmöglichkeit mit dem Erzeuger hat. Der Sammler hat die beste Kenntnis über die Herkunft der Störstoffe. Er kann diesem wichtige und aktuelle Informationen direkt und zeitnah übermitteln, z.B. die Meinung der Kommune zum Fehlwurfverhalten des Erzeugers. Es wurde nachgewiesen, dass eine Vorsichtung der biogenen Abfälle durch einen Sammler und die direkte Rückmeldung an den Bürger die Störstoffgehalte von einem unbefriedigenden auf ein zufriedenstellendes Maß reduzieren können (BAUER 2017). Trends zeigen für die Privatwirtschaft wachsende Unternehmensgrößen und eine Konzentration auf die Kernaufgabe Sammlung, welche die Störstoffproblematik nicht einschließt. Aktuelle Sammelkosten betragen abhängig von der Siedlungsdichte und den Ausschreibungsvolumina 60 - 200 €/t getrennt gesammelte biogene Abfälle.

Der Behandler ist Vertragspartner der Kommune und angewiesen auf eine ausreichend gute Rohstoffqualität, die ihm übergeben wird. Er steht also im Mittelpunkt der Problematik und befindet sich nicht selten in einer Zwickmühle zwischen einem schlechten Rohstoff und möglichst optimalen Produktqualitäten. Für ihn bleibt das Störstoffmanagement mindestens so bedeutsam wie das Erreichen der biologische Stabilität und der chemischen Qualität in seinem Produkt. Trends zeigen eine fortschreitende Akzeptanz der Problematik gegenüber dem Vertragspartner Kommune, zu dem ein Abhängigkeitsverhältnis herrscht.

Der Abnehmer ist an der Produktqualität am meisten interessiert. Es handelt sich um Landwirte, Erdenhersteller, Garten- und Landschaftsbauer und Privatpersonen. In Deutschland teilt sich die Vermarktung von Kompost 2015 in Landwirtschaft (59 %), Erdenherstellung (18 %), Garten- und Landschaftsbau (8 %), Hobbygärtner (7 %) und Sonstiges (8 %) auf (SCHNEIDER 2016). Trends zeigen zu einer leicht zunehmenden Nachfrage für Kompost mit starken regionalen Unterschieden und in Abhängigkeit zur Entwicklung der Düngemittelpreise. Abnehmer prüfen die Materialien durch visuelle Beurteilung - zusätzlich zu den gesetzlichen Grenzwerten. Hier wird von Toleranzwerten gesprochen, die vom Produkt über die Grenzwerte hinaus auch einzuhalten sind. Aktuelle Preise für Kompost liegen zwischen 13 - 25 €/m³ außerhalb der Landwirtschaft und 1 - 7 €/t innerhalb der Landwirtschaft. Kleinmengen werden nicht selten sogar verschenkt (SCHNEIDER 2016).

Der Gesetzgeber ist bei den Anlagengenehmigungen und -überprüfungen mehr an den Emissionen interessiert als an den Produktqualitäten und nur mittelbar an den Störstoffen im Inputmaterial. In Zukunft wird der Gesetzgeber höhere Recyclingquoten für Siedlungsabfälle fordern. Daher ist mit einer Zunahme der Sammelmenge zu rechnen.

Gleichzeitig steigt der Wunsch nach strengeren Grenzwerten hinsichtlich des Störstoffgehalts im Produkt (EU 2016).

Auch Vereinigungen zur Qualitätssicherung suchen im Sinne eines verbesserten Marketings ihrer Mitglieder und dem Wissen über Toleranzwerte, die strenger als gesetzliche Grenzwerte sein können, nach Qualitätssteigerungen und werden auch immer strengere Grenzwerte für Störstoffe fordern. Im Sinne der Berücksichtigung von kundenseitigen Toleranzwerten hat die deutsche Qualitätssicherungsvereinigung „Bundesgütegemeinschaft Kompost“ (BGK) eine sogenannte „Flächensumme“ eingeführt, die Verunreinigungen mit Folien erfasst, die wenig wiegen, aber überproportional zum visuellen Eindruck beitragen. Der Grenzwert liegt hier bei 25 cm²/l Kompost und gilt bis 30.06.2018. Nach diesem Zeitpunkt soll der Grenzwert auf 15 cm²/l gesenkt werden (KEHRES 2016).

Der Maschinenhersteller ist auf dem Markt der Behandler tätig und stellt diese Technologie zur maschinellen Entfernung von Störstoffen zur Verfügung. Das kann direkt oder indirekt über Maschinenverleihfirmen geschehen.

2 Materialien

2.1 Biogene Abfälle

Biogene Abfälle entstehen als Siedlungsabfälle und in Gewerbebetrieben. Sie umfassen nicht die landwirtschaftlichen Reststoffe, welche traditionell andere Verwertungswege gehen und auch selten eine Störstoffproblematik zeigen. Die Störstoffproblematik ist in biogenen Siedlungsabfällen größer als in gewerblichen, da das Erzeuger-Behandler-Verhältnis höher ist und die hohe Anzahl der Erzeuger im Siedlungsabfallbereich die Bewusstseinsbildung erschwert.

Der Störstoffgehalt ist abhängig von der Siedlungsstruktur. Bei der Untersuchung von Biotonnen aus der Ein- bis Zweifamilienhausbebauung im Vergleich zu jenen mit Mehrfamilienhausbebauung (Mehrgeschoßwohnbauten) zeigen sich deutliche Unterschiede in der Trennmoral. Die Mehrfamilienhausbebauung produziert einen qualitativ minderwertigeren Bioabfall. Außerdem wurde nachgewiesen, dass Biotonnen in Sammelgebieten punktuell viele oder wenige Störstoffe aufweisen, sodass nur einige stark verunreinigte Behälter die Hauptursache für die Verschmutzung der Sammelmenge sind und die Mehrzahl an sauberen Behältern mit verunreinigen (WELLACHER & KRENN 2017, BAUER 2017).

Umfragen haben ergeben, dass in der Mehrfamilienhausbebauung häufiger Kunststoffbeutel bzw. bioabbaubare Kunststoffbeutel zur Vorsammlung verwendet werden als in Ein- bis Zweifamilienbebauung (BAUER 2017).

Darüber hinaus wurden zahlreiche weitere Zusammenhänge zwischen dem Störstoffgehalt und der Bioabfallbewirtschaftung festgestellt (WAGNER ET AL. 2015).

Biogene Abfälle enthalten durchaus zwischen 3-10 % Störstoffe an der Feuchtmasse (% FM). Ein Anteil von 3 % FM genügt, um visuell starke Verunreinigungen zu erkennen. Hinreichend sortenreine Bioabfälle liegen laut BGK vor, wenn der Gehalt an Gesamtfremdstoffen weniger als 1 % FM beträgt. Erfolgreiche Regionen zeigen Störstoffgehalte von 0 - 0,5 % FM (KEHRES 2016, STADTMÜLLER 2004, WAGNER ET AL. 2015, WELACHER & KRENN 2017).

2.2 Störstoffe

Ab einem Fremdstoffgehalt von mehr als 3 % FM ist davon auszugehen, dass negative Auswirkungen auf die Qualität der Endprodukte nicht mehr vermieden werden können.

In erster Linie dominieren Kunststoffe mit bis zu 60 % FM die Störstoffmaterialien, darunter sind die Kunststoffbeutel die häufigsten gefundenen Fremdstoffe. Danach rangieren Metalle, Textilien, Glas und Keramik. Steine und Knochen werden manchmal auch als Störstoffe betrachtet (Abbildung 1).



Abbildung 1 Aus biogenen Abfällen sortierte Störstoffe (Kunststoffe, bioabbaubare Kunststoffbeutel, Metalle, Glas, Keramik, verpackte Lebensmittel)

Kunststoffe stammen v.a. aus Lebensmittelverpackungen und Kunststoffbeuteln. Unter letzteren ist eine Zunahme der bioabbaubaren Kunststoffbeutel zu beobachten, die eine eigene Dynamik und Problematik in das Thema einbringen. Sie sind nicht immer klar von nicht-abbaubaren Kunststoffbeuteln zu unterscheiden. Manche Kommunen empfehlen diese, andere verbieten sie. Leider ist die Abbaubarkeit mancher Fabrikate im Zuge der Kompostierung noch immer nicht gewährleistet. Abfallwirtschaftlich gesehen stellen sie eine Einmalverpackung dar, die gegenüber Mehrwegsystemen abzulehnen ist. Durch diese unbefriedigende Situation werden sie von den beteiligten Akteuren zunehmend abgelehnt.

Metalle sind in magnetische und nicht-magnetische zu unterscheiden. Deren Verhältnis in Abfall beträgt etwa 10 zu 1.

Textilien, z.B. Reinigungstücher, Gemüsenetze, treten in biogenen Abfällen als Störstoff auf, werden aber vom Gesetzgeber nicht angesprochen. Sobald sie Kunststofffasern enthalten, sollen sie auch als Kunststoffe betrachtet werden.

Glas zeigt einen rückläufigen Trend, entsprechend der Abnahme von Glas in Mehr- und Einwegverpackungen von Lebensmitteln.

Keramik zählt zu den seltenen Störstoffen.

Steine werden in Gesetzen unterschiedlich gehandhabt, in Österreich gelten sie nicht als Störstoff (BUNDESGESETZ 2001), in Deutschland wohl (DÜMV 2012, BIOABFV 1998). Da Steine natürliche Bodenbestandteile sind, können Grenzwerte dafür im Sinne eines Umweltschutzgedankens nicht nachvollzogen werden.

Papier und Pappe werden nicht als Störstoff gewertet, da der biogene Abbau nach wenigen Stunden bei erhöhter Rottetemperatur ausreicht, damit diese Materialien nicht mehr sichtbar sind und sie nach einem vollzogenen Kompostierungsprozess vermutlich vollkommen zu Kompost umgesetzt sind.

3 Gesetzgebung

3.1 Europäische Union

Die im EU Circular Economy Package 2015 vorgeschlagenen Recycling-Ziele für Siedlungsabfälle werden bei einer Umsetzung in die Gesetzgebung die Ausweitung der getrennten Sammlung bewirken. Biogene Abfälle stellen dabei die wirtschaftlich interessanteste Abfallfraktion dar. Im Restabfall bzw. Gesamtabfall aus Haushalten stellen biogene Abfälle die anteilmäßig bedeutendste Recyclingfraktion dar. Die Recyclingquoten für biogene Abfälle betragen für die Kompostierung >95 % und die Behandlungs-

kosten sind im Vergleich zu Restabfall je nach Behandlungsverfahren ähnlich oder günstiger. Sollte es zu einer Ausweitung der getrennten Sammlung von biogenen Abfällen in der EU kommen, wird die Bedeutung des Störstoffmanagements weiter steigen.

In Ballungsräumen ist die getrennte Sammlung von biogenen Abfällen besonders schwierig umzusetzen, insbesondere hinsichtlich eines akzeptablen Störstoffgehaltes. Das werden aber eben jene Gebiete sein, in welchen zur Erreichung höherer Recyclingquoten die getrennte Sammlung vorzugsweise einzuführen ist, weil dort das Recyclingpotential das höchste ist.

Die EU hat einen Entwurf zur Änderung der EU Düngemittelverordnung 2003 (EU 2003) vorgelegt (EU 2016, SCHNEIDER 2016). In diesem werden Kompost und Gärückstand getrennt behandelt. Neben spezifischen Stabilitätskriterien, die genannt werden, wird auch der Störstoffgehalt reglementiert. Glas, Metall, Kunststoff >2 mm für Kompost und Gärückstand: <5 g/kg Trockenmasse (TM). Ab 2023 sollen es <2,5 g/kg TM werden. Auch PAK₁₆ werden für beide Materialien mit 6 mg/kg TM begrenzt.

3.2 Deutschland

In Deutschland gelten für Komposte und Gärprodukte zwei unterschiedliche Regelungen, je nach dem Anwendungsbereich.

Die Düngemittelverordnung 2012 (DÜMV 2012) gilt für den Garten- und Landschaftsbau, den Hobbybereich, Erdenwerke, die Rekultivierung und die Eigenverwertung.

Die Bioabfallverordnung 1998 (BioABfV 1998), beruhend auf dem Kreislaufwirtschaftsgesetz 2012 (KRWG 2012), gilt für landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzte Böden.

Laut Düngemittelverordnung 2012 sind Komposte und Gärprodukte Bodenhilfsstoffe (DÜMV 2012, SCHNEIDER 2016). Neue Grenzwerte ab 1.1.2017 weisen für Steine >10 mm 5 % TM aus, für Altpapier, Karton, Glas, Metalle, plastisch nicht verformbare Kunststoffe >2 mm in Summe 0,4 % TM und für sonstige nicht abgebaute Kunststoffe >2 mm: 0,1 % TM.

Die Bioabfallverordnung 1998 begrenzt den Anteil an Fremdstoffen, insbesondere Glas, Kunststoff, Metall > 2 mm auf 0,5 % TM. Der Anteil an Steinen > 10 mm ist mit 0,5 % TM limitiert.

3.3 Österreich

Die Kompostverordnung 2001 (BUNDESGESETZ 2001), beruhend auf dem Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (BUNDESGESETZ 2002), begrenzt Störstoffe in Abhängigkeit von der

Anwendung des Kompostes. Ohne Größenangabe werden Metalle nur bei der Anwendung in der Landwirtschaft mit 0,2 % TM limitiert sowie Glas in der Landwirtschaft u.a. ebenfalls mit 0,2 % TM. Mit Größenangabe werden Kunststoffe >20 mm abhängig von der Anwendung zwischen 0,02 - 0,04 % TM begrenzt, Kunststoffe >2 mm mit 0,2 - 0,4 % TM. Ballaststoffe >2 mm, als Summe von Glas, Kunststoffen und Metall betrachtet, werden in Abhängigkeit von der Anwendung in der Summe mit 0,5 - 1 % TM begrenzt.

4 Stand der Technik bei der Störstoffentfernung

Da die Kompostierung in Europa für etwa 90 % der biogenen Siedlungsabfälle das angewendete Verwertungsverfahren ist, wird hier v.a. auf dieses Verfahren eingegangen. Bei der Nennung von Herstellern bzw. Markennamen werden nur mobile Maschinenproduzenten genannt und unter diesen solche, deren Produkte in Europa häufig angewendet werden.

Die Störstoffentfernung findet derzeit ausschließlich beim Behandler statt. Sie kann manuell und maschinell erfolgen.

Auf den Kompostierungsprozess bezogen kann eine Störstoffabscheidung vor, während oder nach diesem erfolgen, oder - das ist der beste Fall – während aller drei Prozessphasen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Kunststoffe während des Kompostierungsvorganges oft einer Zerkleinerung und Versprödung unterworfen sind. Durch die Umsetzvorgänge werden sie zerkleinert, durch die mikrobielle Tätigkeit und erhöhte Rottemperatur verspröden sie. Deswegen ist ihre Entfernung nach dem Kompostierungsprozess schwieriger als vorher. Zusammen mit dem Umstand, dass sie massen- und volumenmäßig den größten Anteil an den Störstoffen einnehmen, macht sie das zur problematischsten Fraktion verglichen mit Metallen, Textilien, Glas und Keramik.

Um gegen die Zerkleinerung von Störstoffen vorbeugend vorzugehen, sind zur Vorzerkleinerung von Grünschnittabfällen - v.a. bei entsprechender Verschmutzung - langsam laufende Zerkleinerer (<8 m/s Walzenumlaufgeschwindigkeit) schnell laufenden (>40 m/s Walzenumlaufgeschwindigkeit) vorzuziehen. Am Maschinenmarkt finden sich zahlreiche Marken von schnell laufenden Vorzerkleinerern, z.B. Doppstadt, Jenz, Komptech oder Willibald. Langsam laufende speziell für die Grünschnittaufbereitung vor der Kompostierung geeignete Aggregate sind weniger häufig, z.B. Doppstadt oder Komptech.

Auch ein Verzicht auf eine Vorzerkleinerung ist eine Möglichkeit, um die Zerkleinerung von Störstoffen schon zu Beginn der Kompostierung zu vermeiden.

Bereits bei der Übernahme der biogenen Abfälle sollten vom Behandler eine Kontrolle und eine Kategorisierung der Lieferung hinsichtlich ihres Störstoffgehaltes stattfinden.

Damit können frühzeitig geeignete Maßnahmen zur Störstoffabscheidung entschieden werden.

Die manuelle Klaubung (Handsortierung) ist die wirkungsvollste Methode der Störstoffabtrennung. Sie findet vor der Kompostierung statt. Nachteile dieser Methode sind die hohen Personalkosten und auch die Verfügbarkeit von Personal für diese Aufgabe.

Die Siebung ist das nächst wirkungsvollste Verfahren zur Störstoffabscheidung und findet nach der Kompostierung auf nahezu allen Anlagen statt. Im Zuge der abschließenden Siebung von Kompost bei z.B. 20 mm werden ca. 95 % der Störstoffe aus dem Kompost in das Überkorn (Siebrest) verfrachtet.

Auch eine Siebung vor der Kompostierung bei z.B. 80 mm und die Entsorgung oder Handsortierung der beiden Outputfraktionen ist eine Option für stark verschmutzte Inputmaterialien.

Durch die Siebung können erhebliche Mengen an Kompost verlorengehen, wenn zur Störstoffentfernung sehr fein gesiebt werden muss. Beispielsweise werden bei der Siebung von Bioabfallkompost mit einem Wassergehalt von 45 % und einer Lochgröße von 15 mm im Quadrat ca. 20 % FM Überkorn abgeschieden. Bei der auf Kompostanlagen üblichen Kreislaufführung der Siebreste durch Mischung mit neuem Inputmaterial vor der Kompostierung kommt es nach mehreren Siebvorgängen und Kreisläufen zu einer Anreicherung von Störstoffen im Siebrest. Der letztendliche Verbleib des Überkorns wirft neue Probleme auf, es muss gelagert, windgesichtet und schließlich kostenwirksam an Verbrennungsanlagen übergeben werden.

Als Siebtechnologie hat sich das Trommelsieb durchgesetzt, Sternsiebe, Scheibensiebe oder Spannwellensiebe werden selten eingesetzt. Trommelsiebe haben ihre Vorteile in der Robustheit, Einfachheit, Korntreue (Exaktheit des Siebschnittes) und in den Anschaffungskosten. Marken von Trommelsiebmaschinen sind in großer Zahl vorhanden, z.B. Doppstadt, Komptech, Neuenhauser, Pronar, Terra Select und andere.

Windsichter sind für eine automatische Kunststoffabscheidung aus Sieb-Überkorn eine sehr geeignete Methode. Windsichter können am Überkornband des Trommelsiebes angebaut, als eigene Maschine an das Trommelsieb angehängt oder mit einem eigenen Aufgabebunker separat beschickt werden.

Windsichter, die über dem Überkornband von Siebmaschinen angebracht sind, haben einen Wirkungsgrad bei der Abscheidung von Kunststoffen und Textilien von ca. 50 %. Bekannte Marken hierfür sind Doppstadt, Komptech oder Pronar.

Windsichter, die als eigene Maschine mit optimiertem Strömungskanal ausgeführt sind, erreichen Abscheidegrade von immerhin >80 %. Eine weitergehende Reinigung ist abhängig von der Größe und Dichte der Störstoffe. Beispielsweise werden von einer sol-

chen Maschine aus einem Überkorn >15 mm aus Bioabfallkompost nach 2- bis 3maligem Durchlauf durch den Kompostierungsprozess ca. 20 % FM Störstoffe abgetrennt. Es gibt wenige Hersteller von solchen Windsichter-Maschinen, darunter Komptech und Terra Select (Abbildung 2).



Abbildung 2 Störstoffentfernung durch Siebung (linke Maschine) des Kompostes am Ende der Rotte sowie Windsichtung (rechte Maschine), Magnetabscheidung (erster Haufen hinter der rechten Maschine) und Steinabscheidung (zweiter Haufen) des windgesichteten Überkorns (dritter Haufen)

Es gibt auch Windsichter für die Abscheidung von Steinen aus Biomassebrennstoffen, z.B. Überkorn aus Grünschnittkompost, Lieferant ist Komptech.

Für Steine in Kompost-Überkorn können Rollabscheider verwendet werden, die als Optionen zu Trommelsieben und Windsichtern angeboten werden. Dabei handelt es sich um stark geneigte Förderbänder, auf welchen bei bestimmter Fördergutgeschwindigkeit runde Teile (v.a. Steine) entgegengesetzt der Förderrichtung des Hauptmaterialstroms nach unten wandern (Abbildung 2).

Magnetabscheider können einfach und wirkungsvoll automatisch Metalle abscheiden. Je nach Beladung können Wirkungsgrade von >90 % Abscheideleistung erzielt werden. Das kann einerseits vor der Kompostierung im Zuge einer Vorzerkleinerung durch einen Überbandmagneten am Austragsband der Zerkleinerungsmaschine passieren. Andererseits kann nach der Kompostierung bei der Siebung oder der Windsichtung durch eine magnetische Kopfrolle am Austragsband gearbeitet werden. Zahlreiche Hersteller

von Magnetabscheidern decken meist über Lieferanten von Zerkleinerungs-, Sieb- oder Windsichtmaschinen den Bedarf auf Kompostierungsanlagen.

Nichteisenabscheider werden nicht eingesetzt, obwohl sie für eine Abscheidung von Aluminiumfolien, einem häufigen Störstoff, oder auch Getränkedosen sorgen könnten.

Einige Maschinen sind auch als Kombinationsabscheider verfügbar und vereinen Windsichter, Magnetabscheider und Steinabscheider für Kompost-Überkorn in einem (Abbildung 2).

Trenntische (Hartstoffabscheider) werden selten und nur in stationären Anlagen eingesetzt und dienen der Abscheidung von Steinen und Glaspartikeln aus Kompost. Hier werden über eine Kombination von Siebung, Windsichtung und ballistischer Separation harte kubische und weiche längliche Materialien von Feinmaterial getrennt (trockene Dichtentrennung).

Der Einsatz von automatischen Sortiermaschinen auf Basis von Farberkennung, Nahinfrarotspektroskopie, Induktionsmessung oder Röntgenspektroskopie im Bereich der Störstoffabtrennung aus biogenen Abfällen ist noch nicht Stand der Technik. In vielen Bereichen jedoch ist diese Technik vielfach etabliert, z.B. bei Glas, Kunststoffen, Papier und Mischabfall. Andere Bereiche sind in derzeit im Aufbau, z.B. Altholz und Metalle. Die Störstoffabtrennung aus Kompostüberkorn mit diesen Maschinen sollte jedenfalls möglich sein, jene aus gesiebttem Kompost ist denkbar. Vorteile der automatischen Sortierung liegen in der Erkennung von kleinsten Teilen, der Kombination von verschiedenen Sensoren und der Möglichkeit, diese spezifisch zu entfernen. Eine Potentialabschätzung der automatischen Sortiertechnik zur Reinigung von biogenen Abfällen zum aktuellen Zeitpunkt liegt nicht vor.

5 Empfehlungen

Die diskutierten Schwachpunkte im System von der Erzeugung bis zur Verwertung von biogenen Abfällen führen zu Empfehlungen für die einzelnen Marktteilnehmer. Eine Vollständigkeit kann hier naturgemäß nicht erwartet werden.

5.1 Erzeuger

Die Vorsammlung im Haushalt der Erzeuger nimmt wesentlich Einfluss auf den Störstoffgehalt. Um der Problematik der Kunststoffbeutel und auch der bioabbaubaren Kunststoffbeutel zu begegnen, werden als Kompromiss hier sowie von anderen Experten (z.B. BAUER 2017) Kraftpapiersäcke vorgeschlagen. Das sollte sich aber auf einzelne Gebiete beschränken, z.B. problematische Mehrfamilienhausbebauungen, da Einweglösungen abfallwirtschaftlich grundsätzlich abzulehnen sind.

5.2 Kommune

Über die Kommune kann das Trennverhalten des Erzeugers am stärksten beeinflusst werden.

Als vorbeugende Maßnahmen, mancherorts schon teilweise oder weitgehend angewendet, werden vorgeschlagen:

- 1) Bewusstseinsbildung der Bürger: Diese sollte möglichst einheitlich über alle Kommunen der Region erfolgen. Eine ausreichende und fortwährende Information zur richtigen Abfalltrennung muss transportiert werden. Schlechte Beispiele hinsichtlich unterschiedlicher Regelungen für die Verwendung von bioabbaubare Kunststoffsäcke zur Vorsammlung, den Verbleib oder Ausschluss von Knochen, etc. stiften beim Bürger Verwirrung und behindern die Übermittlung von klaren Botschaften.
- 2) Vorsammelsysteme für den Bürger: Die Kommune sollte den Bürgern kleine dauerverwendbare Kunststoffbehälter anbieten bzw. bei Erstbezug als Ausstattung zur Verfügung stellen. In problematischen Gebieten sollten Kraftpapiersäcke zur Verfügung gestellt werden, um der Problematik von bioabbaubaren und nicht-abbaubaren Kunststoffsäcken entgegenzuwirken.
- 3) Verträge zwischen Kommune und Sammlern: Hier sollten Vereinbarungen geschlossen werden, die eine regelmäßige Überprüfung der Fehlwurfquote kritischer Sammelgebiete vorschreiben, z.B. jährlich. Dazu soll der Sammler verpflichtet werden, entsprechend Personal und Fahrzeuge einzusetzen, die eine solche Kontrolle erlauben, z.B. Press- statt Drehtrommelfahrzeuge. Gleichzeitig sollte an die überprüften Behälter eine Nachricht an den Bürger angebracht werden, die die Fehlwurfquote bewertet und gegebenenfalls Maßnahmen ankündigt.
- 4) Mehrstufige Maßnahmen als Konsequenz für den Bürger, der eine hohe Fehlwurfquote verursacht:
 - a. Sichtbarmachung der Verschmutzung im Zuge der Leerung durch eine Nachricht am Behälter für den Bürger (und seine Nachbarn)
 - b. Sichtbarmachung der Verschmutzung im Zuge der Leerung durch das Zurücklassen einiger augenscheinlicher Fehlwürfe am Behälterdeckel
 - c. Nicht-Entleeren der Biotonne
 - d. Erhöhung der Müllgebühr: Hier ist zu relativieren, das bei dem geringen Kostenhebel im Rahmen der Abfallentsorgung die Wirksamkeit gerade im Mehrgeschoßwohnbau fraglich ist. Konsequenzen für den Bürger bei

Nichteinhaltung der Vorschriften müssen zwar ausreichend unangenehm sein (siehe oben), aber nicht unbedingt finanziell.

- 5) Organisation der Sammlung: Restabfallbehälter dürfen keinesfalls zu klein bemessen werden, damit nicht Restabfall in die Biotonne gelangt.

Ein Ausschluss von problematischen Sammelgebieten unter dem Motto „Qualität vor Quantität“ von der Kommune wird hier abgelehnt, da das gegen das wesentliche Ziel einer Kreislaufwirtschaft wirkt, nämlich die Erhöhung von Recyclingquoten.

Es wurde nachgewiesen, dass das Gebührensystem keinen Einfluss auf die Qualität, wohl aber auf den Füllgrad der Biotonne hat (BAUER 2017).

5.3 Sammler

In dem Wissen, dass das Sammelsystem einen wesentlichen Einfluss auf die Qualität der biogenen Abfälle hat, ist hier einer der wirksamsten Hebel anzusetzen. Eine zeitweise Vorsichtung in problematischen Gebieten auf Druck der Kommune und in Kooperation mit dieser kann zu einer akzeptablen Störstoffquote führen.

5.4 Behandler

Der Behandler sollte im Wissen über die Bedeutung der Aktivitäten von Kommune und Sammler entsprechende Maßnahmen ergreifen, auf diese, seine direkten Partner, einzuwirken.

Auch hier bietet sich ein stufenweises Vorgehen an:

- 1) Benachrichtigung von Sammler und Kommune über problematische Lieferungen
- 2) Sortierung der Fehlwürfe und Sichtbarmachung dieser gegenüber Sammler und Kommune
- 3) Veränderung der Vertragsbedingungen
- 4) Abweisung von Anlieferungen

Im Zweifelsfall kann durch Sortieranalysen einfach und eindeutig festgestellt werden, ob ein miteinander festgelegter Grenzwert überschritten wird.

5.5 Gesetzgeber

Der deutsche Gesetzgeber sollte Steine aus der Gruppe der Störstoffe entfernen. Derzeit werden nur jene >10 mm begrenzt, d.h. der Behandler wird zur Verwendung eines 10 mm-Siebes gezwungen, wenn Steine im Ausgangssubstrat enthalten sind. Steine als

natürliche Bodenbestandteile können aber kein Umweltproblem sein, dessen sich der Gesetzgeber annehmen muss.

5.6 Maschinenhersteller

Maschinenhersteller haben für besonders hochwertige Maschinen zur Störstoffentfernung in den kommenden Jahren eine vermehrte Nachfrage zu erwarten. Siebmaschinen werden noch geringere Korngrößen zu bewältigen haben, wobei hier durch die Rieselfähigkeit des Kompostes Grenzen gesetzt sind, im Wesentlichen bedingt durch den Wassergehalt. Siebtechnologien mit stärkeren Materialbewegungen (Sternsiebe, Spannwellensiebe) und Siebmaschen bei 8 mm und darunter sollten dafür entwickelt werden. Sortiermaschinen sollten für Kompost und Kompostüberkorn weiter entwickelt werden. Eine solche Maschine könnte als Option im Bereich von Austragsbändern von Siebmaschinen oder Windsichtern verwendet werden.

6 Literatur

- | | | |
|--------------|------|---|
| Bauer, E.-M. | 2017 | Die Qualität der Bioabfallsammlung in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur und dem Sammelsystem im Bezirk Graz-Umgebung. Masterarbeit Karl-Franzens-Universität Graz, Institut für Geographie und Raumforschung, Graz, Österreich |
| BioAbfV | 1998 | Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung – BioAbfV) vom 21.09.1998, BGBl., Teil I, S. 2955, Deutschland |
| Bundesgesetz | 2001 | Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen (Kompostverordnung). BGBl. II Nr. 292/2001, Wien, Österreich |
| Bundesgesetz | 2002 | Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002), BGBl. I Nr. 102, Wien, Österreich |
| DüMV | 2012 | Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung - DüMV) vom 05.12.2012, BGBl., Teil I, S. 2482, Deutschland |
| EU | 2003 | Verordnung (EG) Nr. 2003/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über Düngemittel (EG/2003/2003) |
| EU | 2016 | Vorschlag für eine Verordnung des europäischen Parlaments und des Rates mit Vorschriften für die Bereitstellung von Düngeprodukten mit CE-Kennzeichnung auf dem Markt und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1069/2009 und (EG) Nr. 1107/2009 vom 17.03.2016 (COM 2016/157 final) |

- Kehres, B. 2016 BGK Position Standpunkt – Sortenreinheit von Bioabfällen gewährleisten vom 31.05.2016. Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V., Von-der-Wettern-Straße 25, 51149 Köln-Gremberghoven, Deutschland
- KrWG 2012 Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24.02.2012, BGBl., Teil I, S. 212, Deutschland
- Schneider, M. 2016 Bioabfall- und Kompostwirtschaft. Vortrag am 21.4.2016 in Solms. Verband der Humus- und Erdenwirtschaft e.V. (VHE), Deutschland
- Stadtmüller, U. 2004 Grundlagen der Bioabfallwirtschaft – Lehr- und Handbuch. TK Verlage Karl Thome-Kozmiensky, Neuruppin, Deutschland
- Wagner, A., Böhme, L., Kranert, M. & Gottschall, R. 2015 Einflussgrößen auf die separate Bioabfallerfassung unter besonderer Berücksichtigung der Qualität. In: Hochwertige Nutzung von Bioabfällen als unverzichtbarer Baustein einer gelebten Kreislaufwirtschaft, Kranert, M. & Sihler, A. (Hrsg.). Bioabfallforum Baden-Württemberg 2015. Stuttgarter Berichte zur Abfallwirtschaft, Band 119, S. 53-59, Deutschland
- Wellacher, M. & Krenn, A. 2017 Störstoffanalyse in der Biotonne im Stadtgebiet von Leoben – vorläufige Ergebnisse. Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft und Stadt Leoben, unveröffentlichte Untersuchung.

Anschrift des Verfassers

Mag. Dr. Martin Wellacher
Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für
Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft
Franz Josef Straße 18
A-8700 Leoben
Telefon +43 3842 402 5108