
PRACE

**Instytutu Ceramiki
i Materiałów Budowlanych**

Scientific Works
of Institute of Ceramics
and Building Materials

Nr 10

ISSN 1899-3230

Rok V

Warszawa–Opole 2012

*DOROTA ANDERS**
*DANIEL ZAJĄC***
*MARIUSZ TAŃCZUK****

Einführende Beurteilung der Kompostierungsmöglichkeiten, von touristischen Stränden beseitigten Algen

Schlüsselwörter: Algen, Kompostierung, Bioreaktoren.

In der Schrift wird eine Analyse der Nutzungsmöglichkeiten im Kompostierungsprozess von Algen, die an den Stränden der Ostsee vorkommen dargestellt. Das Verfahren der 2-Etapenkompostierung wird für ein Materialeinsatz beschrieben, der aus einer Mischung von Algen und Pferdemist besteht. Für den Einsatz mit festgelegten Proportionen der Substraten wurde eine bestimmte Technologie für ein Bioreaktor vorgeschlagen, in dem der intensive Kompostierungsprozess durchgeführt wird. Es wurden gleichfalls die Parameter der Kompostprismen definiert, auch die Weise der Nutzung des erlangten Komposts wurde untersucht.

1. Einführung

Die Kompostierung stellt ein universales Verfahren der Verarbeitung von organischen Abfällen dar, in dem unter künstlichen Verhältnissen Prozesse, die durchgängig in der Natur stattfinden, genutzt werden.

Für die Kompostierung kann man organische Abfälle bestimmen, die der Biodegradation unterliegen, und abergleich Abfälle die potentielle Träger von organischer Substanz sind. Als Komponenten bei der Kompostierung kann man auch Abfälle einsetzen, mit denen allein schlecht so ein Prozess durchzuführen wäre, die aber in der Konsequenz einen guten Einfluss auf den Prozess haben, so wie auch auf den Endprodukt [1]. Bei der Kompostierung sollten zwei Aspekte berücksichtigt werden [5]:

* Dr, Politechnika Opolska.

** Dr.-Ing., Politechnika Opolska.

*** Dr.-Ing., Politechnika Opolska.

- 1) Herstellung eines vollwertigen Endproduktes,
- 2) Rückgewinnung möglichst großer Zahl von verschiedenen Abfallarten (einschließlich von Abfällen zur potentieller Nutzung).

Die Bilanzierung der Abfälle bei dem Kompostierungsprozess ist die Garantie für ein vollwertiges Produkt. Für die polnischen Verhältnisse gibt es keine Auflistung der Abfälle die für ein organischen Recycling durch Kompostierung bestimmt werden. Analisiert man den Katalog der Abfälle (Verordnung des Umweltministers vom 27 September 2001 betreffend Abfallkatalog Gesetzblatt von 2001, Nr. 112, Pos. 1206) kann man folgend die hauptsächlichen Abfallquellen die potentiell für die Kompostierung bestimmt sind:

- 1) Landwirtschaft, Gartenbau, Hydrokulturenanbau, Fischerei, Forstwirtschaft, Jagdwesen,
- 2) Lebensmittelverarbeitung, Gastronomie, Küchen der Gemeinschaftsverpflegung und der Haushalte,
- 3) Holzverarbeitung und Fertigung von Platten und Möbel, Zellulosemasse, Papier und Pappdeckel,
- 4) Lederindustrie, Pelzindustrie und Textilindustrie,
- 5) Abwasserkläranlagen, Wasseraufbereitung,
- 6) Installationen der Müllverwertung und Kommunalwirtschaft (Abfallreinigung von Gärten, Parkanlagen, Friedhöfen, Marktplätzen usw.

Neben der vorgestellten Einteilung kann man eine Einteilung vornehmen auf Grund des „Rolen-Gewichtsfaktors“ der beim Abfall im Kompostierprozess eine Rolle spielen wird und auch im Finalprodukt. Die hauptsächliche Komponente des „Rolen-Gewichtsfaktor“ ist der Inhalt von organischer Substanz. Abfälle mit großem Inhalt von organischer Substanz kann man als Hauptkomponente der Kompostierung bezeichnen. Nicht immer aber unterliegt so eine Kompostkomponente dem Kompostierungsprozess ohne eine entsprechende Mischung mit anderen Abfällen. Die Ursache dieser Sachlage könnte sein:

- 1) zu großer Feuchtigkeitsinhalt des Abfalls,
- 2) Veranlagung zur Kompaktmassenbildung,
- 3) Zu wenig Nahrungskomponenten im verlaufenden Prozess,
- 4) Großer Anteil von stabiler organischer Substanz – beständiger gegen Zerfall.

Daraus resultiert die Notwendigkeit des Einsatzes von ergänzenden Komponenten d.h. von solchen Abfällen die die Feuchtigkeit der Kompostmasse abnehmen oder vergrößern, regeln das Verhältnis C:N, ergänzen den Inhalt von Nahrungssubstanzen (Stickstoff, Phosphor, Kalium), liefern Mikroelemente und üben Einfluss auf die Struktur des Komposts [1].

Die Hauptsächlichen Prinzipien der Zusammenstellung von Kompostmischungen, unabhängig von der eingesetzten Technologie, die einen guten Verlauf des Prozesses garantieren ist der selektiv gesammelter (sauberer) organischer Abfall, die Feuchtigkeit der Kompostmasse 55–60%, das Verhältnis C:N im Bereich 25/1 ÷ 35/1 und ein entsprechender Anteil von Strukturmaterial (der die Belüftung der Biomasse garantiert), abhängig von der Zusammensetzung der Abfälle in der Kompostmischung [3–4].

Üblich werden im Kompostierungsprozess Abfälle aus der Gruppe 20 eingesetzt – Kommunalabfälle einschließlich der Fraktionen, die selektiv gesammelt werden, besonders Arten aus der Untergruppe 20 02 – Abfälle aus Gärten und Parkanlagen (in dem auch von Friedhöfen). Nichtsdestoweniger gibt es mehr Entstehungsquellen von biodegradierbaren Abfällen. Bemerkenswert sind auch Abfälle der Untergruppe 02 01 – Abfälle aus der Landwirtschaft, Obstbau, Anbauungen von Wasserpflanzen, Forstwirtschaft, Jagdwesen und der Fischerei. Zu der Untergruppe zählt abergleich tierischer, wie auch pflanzlicher Herkunft. Überwiegend werden im Kompostierungsprozess, aus dieser Untergruppe tierische Ausscheidungen genutzt (Hühnergezücht, Schweinemist, Rindviehmist, Pferdemit) und abfällige Pflanzenmasse (Stroh, Abfallobst und Abfallgemüse). Diese Abfälle haben einen großen Einfluss auf die „morschen“ Eigenschaften des Komposts, und Komposte die mit Einsatz solcher Komponenten hergestellt sind charakterisieren sich mit guten Inhalten von Dingerkomponenten [2, 6].

Man muss jedoch deutlich hervorheben, dass alle Abfälle tierischer Herkunft und auch alle Prozesse mit denen, der Verordnung (WE) Nr. 1069/2009 des Europäischen Parlament und Rat vom 21 Oktober 2009, die Sanitärvorschriften statuieren, betreffend der Abfallprodukten tierischer Herkunft, die nicht für Speisezwecke für Menschen bestimmt sind. Diese Verordnung kassiert auch die Verordnung WE 1774/2002.

Die technologischen Forderungen der Gesetzgebung der Europäischen Union, die den Kompostierprozess von tierischen Abfällen betreffen, das sind vor allem Grenzparameter: Größe der Stückchen vor der Einführung in den Bioreaktor (12 mm maximal), Temperatur des ganzen Rohstoffes während der Wärmebehandlung im Reaktor (70°C minimal) und Behandlungszeit bei Minimum 70°C (Minimum 60 Minuten) Der Kompostierungsprozess muss in geschlossenen Bioreaktoren geführt werden. Die Bestimmungen der Verordnung der Kommission (WE) Nr. 142/2011 vom 25 Februar 2011 betreffend der Ausführung der Verordnung (WE) Nr. 1069/2009 des Europäischen Parlaments und Rats im bereich der Behandlungsnormen für Produktionsstätten von Biogas und Kompost und Forderungen betreffend Mist – lassen eine Möglichkeit zu – für andere Prozessparameter, falls sie eine Minimalisierung des biologischen Risiko sichern.

2. Algen als Abfälle

Die von Stränden und der Küstenlinie beseitigte Pflanzenmasse in Form von Algen ist organischer Abfall. Da es keine Möglichkeiten bestehen die Wasserflora, die an Strände ausgeworfen wird, nach einem Abfallkatalog zu klassifizieren, zählt man die Abfallalgen oft als nicht getrennte (gemischte) Kommunalabfälle an (Kode 20 03 01), weil sie samt anderen Kommunalabfällen beseitigt werden. Falls die Abfallalgen im organischen Recyclingprozess genutzt werden, z.B. durch Kompostierung, kann man ihnen den Kode 20 03 99 zuordnen (Kommunalabfälle die in anderen Untergruppen nicht erwähnt sind).

Abfallalgen sind Abfälle die der Biodegradation unterliegen. Nach Literaturnachweisen [7], enthält sich die organische Substanz im Bereich 55–70% TM. Der angegebene Inhalt der organischen Substanz ermöglicht die Nutzung von Abfallalgen im Kompostierungsprozess. Man muss allerdings den variablen Inhalt der mineralen Fraktion im Abfall berücksichtigen, der sowohl von natürlichen Faktoren, als auch von dem Abfallsammlungssystem am Strand, abhängig ist.

Nach Untersuchungen der Algen vom Stränden in Sopot [8], ist der Inhalt von Schwermetallen (Cr, Cd, Ni, Pb, Hg) beträchtlich niedriger als die Anforderungen für organische Düngemittel oder für Mittel zur Verbesserung der Bodenbeständigkeit – nach Verordnung des Ministers für Landwirtschaft und Dörferentwicklung, vom 18 Juni 2008, betreffend Ausführung einiger Vorschriften des Gesetzes über Düngemittel und Düngung (Gesetzblatt vom 2008 Nr. 119, Pos. 765).

Die Analyse der Makroelemente betreffend Algen von schwedischen Stränden [7] zeigte hohe Inhalte von P_2O_5 (ca. 2,0% TM), K_2O (ca. 3,0% TM) und N (ca. 2,6% TM). Aus dem Gesichtspunkt – Einsatz als Düngemittel – ermöglicht dieser Inhalt von Nahrungskomponenten für Pflanzen in Abfällen, den Kompostierprozess ohne ergänzende Komponente. In diesem Zusammenhang dürfen Abfallalgen kompostiert werden, und das Finalprodukt des Prozesses wird die parametrischen Anforderungen für ein organischen Dünger erfüllen.

3. Technologische Arbeitsgänge bei der Kompostierung

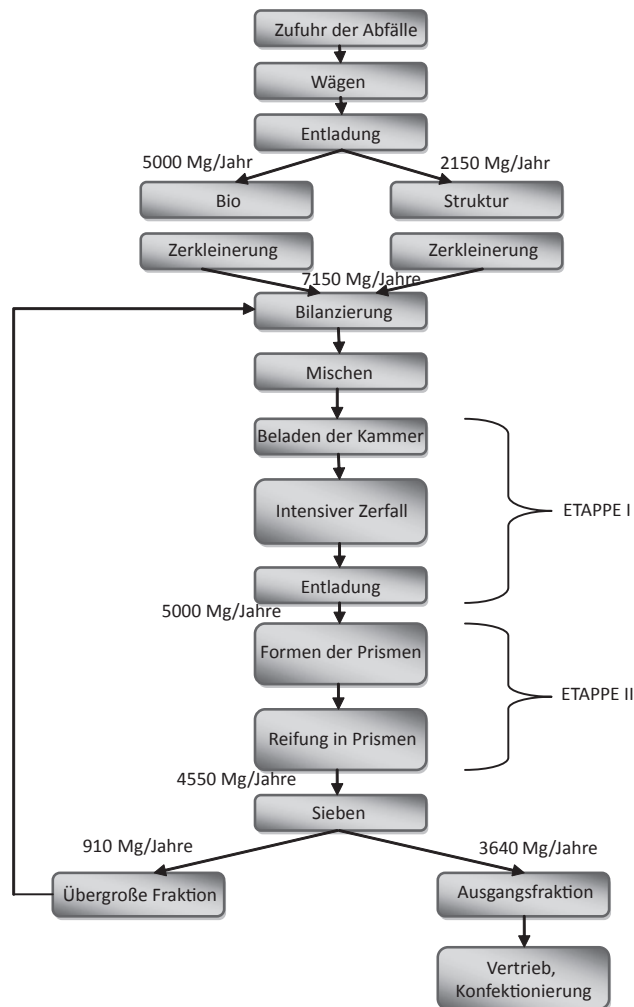
Der Kompostierprozess von Algen wird aus mehreren technologischen Arbeitsgängen bestehen. Getrennt gesammelte organische Abfälle werden dem Kompostwerk zugeführt und gewogen beim Einfahren ins Werk. In der Bioreaktorenhalle erfolgt die Entladung der Abfälle in entsprechende Beschälter: für sog. grüne Abfälle (Blätter, Gras), für sog. Strukturmaterial (geschnitzelte Baumäste und Sträucheräste), für tierische Exkreme und ein Box für Abfallalgen.

Während der Entladung wird ein Arbeiter ankommende mechanische Verunreinigungen entfernen, die sich in den getrennt gesammelten Abfall be-

finden, etwaig werden Säcke aus Plaste geöffnet oder entfernt, falls sie nicht der Biodegradation unterliegen. Folgend werden die verschiedenen Arten von Abfällen der Zerkleinerungs-, und Mischmaschine zugeführt – in bestimmten Proportionen.

Nach der Bilanzierung und Vermischung der zerkleinerten Abfällen- mittels Ladegerät werden sie der Kammer des Bioreaktors zugeführt. Der intensive Kompostierprozess wird in Gang gesetzt, bei gleichzeitiger Archivierung deren Parameter.

Nach Beendigung des Kompostierprozesses im Bioreaktor wird der Reaktor geöffnet und entladen vom frischen Kompost. Folgend werden aus dem Kompost Kompostprismen geformt, wo der Kompost reifen wird. Das Schema der einzelnen technologischen Operationen und die Massenbilanzierung ist auf Bild 1 dargestellt.



Das Schema der einzelnen technologischen Operationen und die Massenbilanzierung ist auf Bild 1 dargestellt.

Quelle: Eigene Aufbereitung.

Bild 1. Technologische Arbeitsgänge und Massenbilanz des Kompostierprozesses

3.1. Ausgangsvoraussetzungen bei der Kompostierung

Die möglich gewinnbare, biodegradierbare Abfälle, einsetzbar im Kompostierprozess für die Verhältnisse der Stadt Sopot sind Abfälle mit dem Code 20 02 01 – Abfälle die der Biogradation unterliegen, herkunftlich von Säuberungsmaßnahmen von Gärten, Parkanlagen – auch Friedhöfen, und Abfälle mit dem Code 02 01 06 – tierische Exkrememente, Pferdemist. In Tabelle 1 sind die geschätzten Aufkommen der einzelnen Abfallarten, nach zugänglichen Informationen und Info-Materialien zusammengestellt

Tabelle 1

Abfallarten und Abfallaufkommen für den möglichen Einsatz im Kompostierprozess aus dem gebiet der Stadt Sopot

Art des Abfalls	Code des Abfalls	Geschätztes Aufkommen [Mg/Jahr]
Degradierbare Abfälle	20 02 01	4 500
Tierische Exkrememente	02 01 06	2 100
Kommunalabfälle die nicht in anderen Untergruppen erwähnt sind (Algen von Bädern in Sopot)	20 03 99	550 (durchschnittliche Menge aus den Jahren 2008–2010)
Insgesamt		7 150

Quelle: Eigene Aufbereitung.

3.2. Charakteristik der 2-Etappen Kompostierung

Die 2-Etappenkompostierung soll den Zerfallprozess der organischen Abfälle bereits in der ersten Etappe des Prozesses beschleunigen und auch die Hygienisierung der Kompostmasse durch zu führen, so dass weitere Prozessgänge schon mit sanitär-sauberen Material geführt werden können. Als nächste wichtige Aufgabe der 2-Etappenkompostierung ist der geschlossene Prozess des intensiven Zerfall, mit allen umwelt-lästigen Einflüssen (Abflüsse und Gestank) in der Bioreaktorkammer.

Dem nächst wird die 2-Etappenkompostierung folgend verlaufen:

- 1) Etappe der intensiven Kompostierung im Bioreaktor (von 8 bis 21 Tage),
- 2) Kompostreifungsphase auf Kompostprismen (ca. 2 Monate),
- 3) Ergänzungsoperationen-Chemische Untersuchungen, sanitärische und parasitologische Untersuchungen die die Reife des Komposts beweisen,
- 4) Durchsiebung (Konfektionierung des fertigen Produkt).

3.3. Etappe der intensiven Kompostierung im Bioreaktor

Der Bioreaktor stellt eine geschlossene Kammer dar, mit elektronisch gesteuerter Belüftung und Befeuchtung der Einsatzmasse. Abhängig von der einge-

setzten Technologie werden sich die technischen Lösungen der Belüftung und Befeuchtung unterscheiden. Für diesen Aufsatz wurde eine Technologie mit folgenden Parametern angenommen:

- | | |
|---------------------------------------------|-------------------------------|
| - Ladefähigkeit von einem Bioreaktor | - 40 Mg [*] , |
| - Zerfallzeit der Biomasse im Bioreaktor | - 8 Tage [*] , |
| - Schüttdichte des Einsatzes | - ca. 600 kg/m ³ , |
| - Volumen des Einsatzes | - ca. 67 m ³ , |
| - Masseabnahme im Bioreaktor | - ca. 30%, |
| - Frischkompostmenge aus einem Bioreaktor | - ca. 28 Mg, |
| - Frischkompostvolumen aus einem Bioreaktor | - ca. 47 m ³ . |

Bei Berücksichtigung der Verweilzeit des Einsatzes im Bioreaktor ergibt sich im Jahr die Anzahl der Masseneinsätze mit ca. 44. Unter diesen Voraussetzungen – Ladefähigkeit des Bioreaktor (40 Mg) und Anzahl der Einsätze (44) ergibt sich die Menge der organischen Abfälle, die man der intensiven Zerlegung aussetzen kann, auf 1760 Mg.

Für die Stadt Sopot, um die erste Etappe, des 2-Etappen Kompostierungsprozesses durchzuführen werden 4 Bioreaktoren, von einer Ladefähigkeit 40 Mg und einer Verweilzeit der Abfälle im Bioreaktor von 8 Tagen, gebraucht.

Auf Grund der Durchführung der 1 Kompostierungsetappe wird eine Reduzierung der Biomasse eintreten und die Menge des Frischkomposts (nach Entladung der Bioreaktoren), ergibt sich eine Menge von 5000 Mg/Jahr. Diese Menge Frischkompost wird demnächst zur Reifung auf Kompostprismen weiter geleitet.

3.3. Kompostreifungsetappe in Kompostprismen

Die 2-Etappenkompostierung erfordert die Reifung des Komposts in Prismen. Abhängig von der chemischen Zusammensetzung des Frischkomposts beträgt die Reifezeit in Prismen von 3 bis 4 Monate. Während des Reifungsprozesses muss die Kompostmischung, nach Bedarf, belüftet und befeuchtet werden. Die Belüftung der Kompostprismen kann mit Hilfe einer Überwurfmaschine für Prismen (alternativ kann ein Lader eingesetzt werden – weniger präzise Belüftung). Die Umwerfung der Kompostprismen wird einmal pro Woche

* Die Ladefähigkeit des Bioreaktor und die intensive Kompostierzeit im Bioreaktor sind unterschiedlich –abhängig von der eingesetzten Technologie. Die 2 genannten Parameter bestimmen die Samzahl der Bioreaktoren für die Entsorgung der biodegradierbaren Abfälle im Gebiet der Stadt Sopot.

durchgeführt binnen der ersten 2 Monate; dann 1 mal pro 2 Wochen in der Endphase der Reifungsetappe.

Als erste Zeichen für die Reife des Komposts ist der ausbleibende Anstieg der Temperatur im Inneren der Prisma nach deren Umwurf und eine Temperatur auf dem Niveau der Umgebungstemperatur.

Zur Temperaturmessung in der Prisma werden elektronische Thermometer, mit einer Sondenlänge bis 2 Meter und einem Messbereich von -20° bis $+100^{\circ}\text{C}$. Die Messungen sollten möglichst in den selben Messpunkten der Prisma durchgeführt werden und sollten Höhenpunkte der Kompostprisma erfassen. Die Temperaturmessung der Prismen sollte 1 mal täglich erfolgen, im ganzen Zeitraum der Kompostreifung. Während dem ganzen Reifungsprozess sollte die Feuchtigkeit der Mischungen auf dem Niveau ca. 60% gehalten werden.

Parameter der Prismen:

- Kompostmenge die zur Kompostierung bestimmt ist – ca. 5000 Mg/Jahr,
- Reifungszeit des Komposts auf Prismen – ca. 4 Monate,
- Durchschnittsform der Prisma – dreieckig,
- Höhe der Prisma – ca 2 m,
- Breite der Prisma – ca. 4,3 m,
- Durchschnittsfläche der Prisma – ca. 4,6 m²,
- Abstand zwischen den Prismen – 1 m,
- Abstand von der Grenze des Prismen-Platzes – 5 m,
- Vorzugslänge einer Prisma – 20 m
(Wegen der Entladung zweier Bioreaktoren in der Woche),
- Samtlänge der Prismen (für 4 Monate) – 605 m,
- Fläche des Prismenplatzes, ohne Manipulationsfläche – 2795 m²,
- Fläche des Prismenplatzes, mit Manipulationsfläche – 4175 m².

4. Nutzung des reifen Kompost

In polnischen Verhältnissen, nach den gesetzlichen Regelungen die bereits in der Einführung erwähnt wurden, kann zur Zeit der Kompost als organischer Dünger oder als Mittel der den Pflanzenanbau unterstützt (als Mittel zur Verbesserung der Bodenbeschaffenheit, Wachs-Stimulator oder Nährboden für den Pflanzenanbau), genutzt werden. In jedem Fall ist der zugelassene Schwermetallgehalt auf dem gleichen Niveau, und es gleichfalls keine sanitäre Verunreinigungen enthalten sind, ist jede Nutzung zugelassen.

Unabhängig davon wie der Kompost klassifiziert wird, bedarf deren Vertrieb d.h.-gem. Gesetz über Düngemittel und Düngung (Gesetzblatt von 2007 Nr. 147, pos. 1033): „das Anbieten zwecks Veräußerung, Verkauf oder eine andere bezahlte oder nicht bezahlte Form der Veräußerung, von Dünger oder als Mittel zur Unterstützung des Pflanzenanbau“ benötigt eine Zulassung des Landwirtschaftsminister. Die nötige Dokumentation um diese Zulassung zu erhalten ist in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2

Die erforderliche Dokumentation für eine Zulassung zur Einführung, von Kompost aus biodegradierbaren Abfällen, in den Warenverkehr

Nutzung des Komposts	Begutachtende Institution	Übrige Gutachten, unabhängig von der Nutzung	Begutachtende Institution
Feldpflanzenanbau und Bodenrekultivierung	Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa in Puławy	1) Im Bereich – Einfluss auf die Gesundheit der Menschen	Instytut Medycyny Wsi in Lublin
Gemüseanbau	Instytut Warzywnictwa im. Emila Chroboczka in Skierniewice	2) Im Bereich – Einfluss auf die Gesundheit der Tiere	Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy in Puławy
Obstanbau, Zierpflanzenanbau und Rasenanbau	Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa in Skierniewice	3) Im Bereich – Einfluss auf die Umwelt	Instytut Ochrony Środowiska in Warszawa
Zur Nutzung in Wälder	Instytut Badawczy Leśnictwa in Warszawa	4) Im Bereich – Erfüllung der Veterinäransforderungen gem. Verordnung 1069/2009**	Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy in Puławy
Zur Nutzung im Grünpflanzenanbau	Instytut Melioracji i Użytków Zielonych in Falenty	Gutachten von Pkt. 1, 2 und 3	Wie in Pkt. 1, 2 und 3

* Gem. Verordnung des Ministers für Landwirtschaft und Dörferentwicklung, vom 18 Juni 2008, betreffend Ausführung einiger Vorschriften des Gesetzes über Düngemittel und Düngung, Gesetzblatt vom 2008 Nr. 119, Pos. 765.

** Betreffend für Komposte, die aus tierischen Abfällen erzeugt wurden, oder solche enthalten, gem. Verordnung WE 1069/2009.

Um die einzelnen Gutachten zu erlangen ist es notwendig Informationen über Benennung des Düngers etwaig des Mittel der den Pflanzenanbau unterstützt, Beschreibung der Herstellungstechnologie, Deklaration des Herstellers über die Erfüllung der Qualitätsanforderungen, Projekt einer Gebrauchsanweisung und die Untersuchungsergebnisse von einer akkreditierten Institution, im entsprechendem Bereich. Vergleicht man die zu Lande herrschenden Bedingungen bei der Einführung des Komposts in den Warenverkehr mit den, in anderen Ländern

der EU, muss man feststellen, dass die Prozedur kompliziert und langwierig ist.

5. Resümee

Algen die von touristischen Stränden beseitigt werden, kann man, als organische Abfälle – nach einführender Beurteilung – einem organischen Recycling im Kompostierprozess unterziehen. Ein sehr wichtiger Aspekt bei der Auswahl der Verwertungstechnologie von biodegradierbaren Abfällen im Kompostierprozess ist so wohl die Bestimmung des Potentials solcher Abfälle auf dem gegebenen Gebiet, als auch deren grundsätzlicher chemischer Zusammensetzung.

Da, das Finalprodukt des Kompostierungsprozesses ein organischen Dünger oder Mittel der den Pflanzenanbau unterstützt ist, bestimmt die Auswahl der Kompostierkomponenten über die künftige Nutzung. Falls diese Auswahl fehlschlagen sollte, kann, der langwierige und kostspielige Kompostierprozess zur Herstellung eines nächsten Abfall führen. Weiter, eine fehlende Analyse des Potentials der organischen Abfälle, auf dem gegebenen Gebiet, kann dazu führen, dass eine Kompostiertechnologie gewählt stattfindet, die die Rechts-Formale Anforderungen, die in Polen Gültigkeit haben, nicht erfüllt werden. Der letzte Aspekt ist besonders wichtig beim Ankauf von Technologien aus anderen Ländern, in den der organische Abfallrecycling beträchtlich einfacher zu realisieren ist als in polnischen Verhältnissen.

Literatura/Literaturverzeichnis

- [1] Anders D., Łomotowski J., *Badania nad kompostowaniem odpadów organicznych*, Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział Wielkopolski, Poznań 2008.
- [2] Bartoldi M., Vallini G., Pera A., *Composting of agricultural and other wastes*, Elsevier, Amsterdam 1984.
- [3] Bilitewski B., Härdtle G., Marek K., *Podręcznik gospodarki odpadami. Teoria i praktyka*, Seidel, Przywecki, Warszawa 2006.
- [4] Kempa E., *Gospodarka odpadami miejskimi*, Arkady, Warszawa 1983.
- [5] Siuta J., *Zasoby surowców do kompostowania*, [w:/in:] *Kompostowanie i użytkowanie kompostu*, red. J. Siuta, G. Wasiak, Wydawnictwo Ekoinżynieria, Lublin 1999, s. 21–35.
- [6] Wong J., Ma K., Fang K., Cheung C., *Utilization of a manure compost for organic farming in Hong Kong*, „Bioresource Technology” 1999, Vol. 67, s. 43–46.
- [7] Olsson P., *Seaweed and Algae as a Natural Resource and a Renewable Energy Source*, Step 1, www.wabproject.pl (20.05.2012).
- [8] Podsumowanie prac wykonanych w ramach projektu „Regionalny cykliczny rozwój przez wspólnotę przybrzeżną – trawa morska i glony (CosCo)”, Pracownia Chemicznych Zanieczyszczeń Morza – Instytut Oceanologii PAN, Sopot 2006.

*DOROTA ANDERS
DANIEL ZAJĄC
MARIUSZ TAŃCZUK*

PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF COMPOSTING
ALGAE REMOVED FROM THE TOURIST BEACHES

Keywords: algae, composting, bioreactors.

The paper presents an analysis of the possibility of using algae, deposited on the beaches of the Baltic Sea, in the process of composting. Described is a two-stage composting process for the contribution being a mixture of algae and animal manure (horse manure). For the deposit of fixed proportions of individual substrates, proposed the technology of bioreactor, in which will be conducted intensive composting process. Also defined parameters of compost pile and examined ways to use the resulting compost. ulting compost.