Staatliches Unternehmen
Wissenschaftliches Forschungs-, Konstruktions- und Technologieinstitut der städtischen Wirtschaft

BERICHT
über die Ergebnisse der abgeschlossenen Arbeiten

„Bewertung der am besten geeigneten technischen Lösung für den Umgang mit organischen Abfällen, sortierten kommunalen und gewerblichen Grünabfällen in der Stadt Uschhorod“

im Rahmen der Projektumsetzung
„Beitrag zur ständigen Siedlungsabfallwirtschaft in der Stadt Uschhorod“
(Finanzhilfevereinbarung NAKOPA E-UKR.1-20 vom 14.11.2020)
(ZK 021:2015 „ZK 021:2015-90710000-7 Umweltmanagement“)

Kyjiw – 2023

UDK 628.4
RK 0123U104287

Staatliches Unternehmen
Wissenschaftliches Forschungs-, Konstruktions- und Technologieinstitut der städtischen Wirtschaft

GENEHMIGT vom
Interimsdirektor
_____ M. H. Holiuk
«___» _____ 2023

BERICHT
über die Ergebnisse der abgeschlossenen Arbeiten

„Bewertung der am besten geeigneten technischen Lösung für den Umgang mit organischen Abfällen, sortierten kommunalen und gewerblichen Grünabfällen in der Stadt Uschhorod“

im Rahmen der Projektumsetzung
„Beitrag zur ständigen Siedlungsabfallwirtschaft in der Stadt Uschhorod“
(Finanzhilfevereinbarung NAKOPA E-UKR.1-20 vom 14.11.2020)
(ZK 021:2015 „ZK 021:2015-90710000-7 Umweltmanagement“)

(Vertrag Nr. 19 vom 26.09.2023)

Projektmanager:
Der stellvertretende Interimsdirektor,
Leiter der Abteilung Siedlungsverbesserung und Abfallwirtschaft,
Kandidat der technischen Wissenschaften - Doktor

I. V. Satin

Kyjiw – 2023

LISTE DER TEAMMITGLIEDER

Projektmanager, Der stellvertretende Interimsdirektor, Leiter der Abteilung Siedlungsverbesserung und Abfallwirtschaft, Kandidat der technischen Wissenschaften - Doktor	I. V. Satin
Leiterin des Labors für strategische Planung im Bereich Sanitärreinigung und Siedlungsverbesserung, Kandidat der technischen Wissenschaften - Doktor	T. I. Romanowa
Leiterin des Labors für strategische Forschung im Bereich Wohnungs- und Kommunalwirtschaft	O. S. Pantschenko
Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Labors für strategische Planung im Bereich Sanitärreinigung und Siedlungsverbesserung	S. V. Khitruk
Experte für Unternehmensökonomie	W. I. Botnichuk
Experte für strategische Fragen im Bereich Wohnungsbau und kommunale Dienstleistungen, Doktor der Wissenschaften in der öffentlichen Verwaltung	I. I. Krylowa
Leiter des Rechtsbereichs	W.A. Fliaschowskyj

INHALT

REFERAT 6
EINLEITUNG 7
GLOSSAR 9
TEIL I. BEWERTUNG DER AM BESTEN GEEIGNETEN TECHNISCHEN LÖSUNG FÜR DEN UMGANG MIT ORGANISCHEN ABFÄLLEN, SORTIERTEN KOMMUNALEN UND GEWERBLICHEN GRÜNEN ABFÄLLEN 11
ABSCHNITT I. BEWERTUNG TECHNISCHER LÖSUNGEN FÜR DIE BIOABFALLUMGANG 12
1.1 Allgemeine Informationen zur Bewirtschaftung von Bioabfällen (kommunale und gewerbliche Abfälle aus Grünflächen und andere biologisch abbaubare Abfälle) 12
1.2 Vorbereitung von Bioabfällen zur Verarbeitung 12
1.3 Die gebräuchlichsten Methoden der Bioabfallverarbeitung 13
1.3.1 Anaerobe Fermentation 13
1.3.2 Kompostierung 17
1.4 Das bestehende Bioabfallmanagementsystem in der Stadt Uschhorod 20
1.4.1 Berechnung der Bioabfallmenge 20
1.4.2 Das bestehende Bioabfallmanagementsystem 21
1.4.3 Die Ergebnisse einer soziologischen Bewohnerbefragung zum Zwecke der Maßnahmenbildung für Aufklärungskampagnen 22
1.5 Vorgeschlagene technische Lösungen für die Bioabfallwirtschaft in der Stadt Uschhorod 23
1.5.1 Gestaltung von Veranstaltungen für Aufklärungskampagnen 23
1.5.2 Vorgeschlagene Varianten des Bioabfallmanagementsystems 23
Abholung und Transport 23
Verarbeitung von Bioabfällen 24
Festlegung der Bioabfallverarbeitungsmethode 24
1.5.3 Bewertung bestehender Kompostierungstechnologien 26
Geschlossene Kompostierungssysteme 27
Kompostierung im Tunnel und in Reihen (Mieten) 27
Kompostierung in einer Trommel 29
Kompostierung in einer Kiste oder einem Behälter 29
Offene Kompostierungssysteme 31
Kompostierung in offenen, unverstärkten Mieten 31
Kompostierung in offenen, verstärkten Mieten 31
Kompostierung in Randsteinen unter dem Dach 33
ABSCHNITT II. UNTERSUCHUNG DER VERFÜGBAREN PLÄTZE FÜR GEEIGNETE TECHNISCHE LÖSUNGEN FÜR DIE BIOABFALLVERWALTUNG IN DER STADT USCHHOROD 35
2.1 Merkmale des Standorts von Kompostierungsanlagen 35
2.2 Ermittlung der verfügbaren Standorte von Kompostierungsanlagen in der Stadt Uschhorod 35
2.2.1 Standort für die Errichtung einer Bioabfallverarbeitungsanlage 35
2.2.2 Geplante Objekte und Strukturen der Bioabfallverarbeitungsanlage 35
Funktionelle Zonierung 35
Eine kurze Beschreibung der Eigenschaften der geplanten Objekte und Bauwerke 37
ABSCHNITT III. FINANZANALYSE VERSCHIEDENER MÖGLICHKEITEN DER ABFALLBEWIRTSCHAFTUNG IN DER STADT USCHHOROD 38
3.1 Materialbilanz der Kompostierstation 38
3.2 Vergleichende Analyse unterschiedlicher Möglichkeiten des Umgangs mit Bioabfällen in der Stadt Uschhorod 38

ABSCHNITT IV. VERGLEICHENDE STUDIE ÜBER DIE MACHBARKEIT DER UMSETZUNG DER VORGESCHLAGENEN OPTIONEN ZUR BIOABFALLVERWALTUNG IN DER STADT USCHHOROD 41
4.1 Schlussfolgerungen zum Zustand des bestehenden Bioabfallmanagementsystems in der Stadt Uschhorod 41
4.2 Untersuchung der Machbarkeit der Umsetzung der vorgeschlagenen Optionen für die Bioabfallbewirtschaftung in der Stadt Uschhorod 42
ABSCHNITT V. ENTWICKLUNG DES ÜBERWACHUNGSKONZEPTS DER KOMPOSTANLAGE IN USCHHOROD 45
5.1 Allgemeine Grundsätze und technologisches Schema der biologischen Stufe der Bioabfallverarbeitung 45
5.2 Die wichtigsten Indikatoren für die Qualität von Kompost aus Bioabfällen 48
5.3 Festlegung von Qualitätsstandards und Implementierung von Kontroll- und Zertifizierungssystemen in Bioabfallverarbeitungsanlagen 50
5.4 Das Konzept der Überwachung der Kompostieranlage hinsichtlich der Kompostqualität in der Stadt Uschhorod 51
SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN ZUM TEIL I 55
TEIL II. ANALYSE DES SEKUNDÄRROHSTOFFMARKTES 57
ABSCHNITT I. ALLGEMEINE MERKMALE DES STANDES DER ABFALLBEWIRTSCHAFTUNG UND DES MARKTES FÜR SEKUNDÄRROHSTOFFE IN DER UKRAINE 58
1.1 Gesetzliche Voraussetzungen im Bereich der Abfallwirtschaft und des Sekundärrohstoffmarktes 58
1.2 Preisgestaltung und Preis auf dem Markt für Sekundärrohstoffe 61
1.2.1 Allgemeine Informationen zur Preisgestaltung und Ermittlung von Produktpreisen .. 62
1.2.2 Preisgestaltung auf dem Markt für Recyclingmaterialien (insbesondere Kompost) ... 64
1.3 Faktoren, die die Bildung des Sekundärrohstoffmarktes beeinflussen 66
1.4 Trends in der Entwicklung des Sekundärrohstoffmarktes mit Definition der Hauptprobleme 67
1.5 Die wichtigsten Strategien für die Abfallwirtschaft in europäischen Ländern und ihre Auswirkungen auf die Wirtschaft der Ukraine 71
ABSCHNITT II. ANALYSE DES MARKTES FÜR SEKUNDÄRROHSTOFFE IN DER UKRAINE 73
2.1 Analyse der Sammlung von Abfällen und Sekundärrohstoffen (Volumen des erzeugten Abfalls, Volumen des recycelten Abfalls, Volumen des Einsatzes von Sekundärrohstoffen) 73
2.1.1 Stand der Hausmüllentsorgung in der Ukraine 73
2.1.2 Verfügbare Abfallmengen in der Ukraine 74
2.1.3 Bewertung der Auswirkungen des Zustands der Abfallwirtschaft auf die Sekundärressourcennutzungsindustrie und den Markt für Recyclingmaterialien 77
2.2 Marktbetreiber von Sekundärrohstoffen 79
2.3 Die Hauptabnehmer des Marktes für Sekundärrohstoffe (einschließlich Kompost) 83
2.4 Die wichtigsten Maßnahmen zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft im Bereich der Abfallwirtschaft 85
ABSCHNITT III. UMSETZUNG DES SAMMLUNGS- UND VERARBEITUNGSSYSTEMS FÜR BIOABFÄLLE 88
3.1 Festlegung der Schritte zur Umsetzung und zum Betrieb des vorgeschlagenen Systems zur Sammlung und Behandlung kommunaler und gewerblicher Bioabfälle 88
3.1.1 Abholung und Transport 88
3.1.2 Verarbeitung von Bioabfällen 88
3.1.3 Umsetzung des vorgeschlagenen Systems zur Bioabfallkompostierung 89
3.2 Entwicklung des Kompostverbraucherkonzepts und Beratung zur Marketingstrategie des Unternehmens 91
3.2.1 Das Konzept der Kompostverbraucher 91
3.2.2 Beratung zur Marketingstrategie des Unternehmens 94

Gestaltung der Marketingstrategie des Unternehmens 94
Allgemeine Marketingstrategie des Unternehmens im Bereich Abfallwirtschaft 96
Marketingstrategie des Unternehmens bezüglich des Kompostverkaufs 98
SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN ZUM TEIL II 100
LISTE DER QUELLEN 104
ANHÄNGE 108
ANHANG A. OPTIONEN DER BIOABFALLVERWALTUNG IN USCHHOROD 109
ANHANG B. EMPFOHLENE STANDORTE DER GEPLANTEN BIOABFALL-BEHANDLUNGSANLAGE (KOMPOSTIERUNGSSTATION) IN DER STADT USCHHOROD 111

REFERAT

Bericht über WFA: 111 Seiten, 2 Teile, 27 Tabellen, 17 Abbildungen, 2 Anhänge, 75 Quellen.

ABFALLWIRTSCHAFTSSYSTEM, GETRENNTE SAMMLUNG, TRANSPORT, SORTIERUNG, VERARBEITUNG, ANAEROBE FERMENTATION, AEROBE KOMPOSTIERUNG, MIETE (HAUFWERK), HAUSHALTSABFALL, SEKUNDÄRSTOFFE, BIOABFALL, KOMPOST, HAUSMÜLLDEPONIE, SEKUNDÄRROHSTOFFMARKT

Die Dienstleistung „Bewertung der am besten geeigneten technischen Lösung für den Umgang mit organischen Abfällen, sortierten kommunalen und gewerblichen Grünabfällen in der Stadt Uschhorod“ (im Folgenden: Bewertung) wird auf der Grundlage des Vertrags Nr. 19 vom 26.09.2023 (im Folgenden als Vertrag bezeichnet) zwischen dem Staatlichen Unternehmen Wissenschaftliches Forschungs-, Konstruktions- und Technologieinstitut der städtischen Wirtschaft (Kyjiw) und der Abteilung für internationale Zusammenarbeit und Innovation des Stadtrats von Uschhorod der Oblast Transkarpatien durchgeführt. Die Analyse erfolgt im Rahmen des Projekts „Beitrag zur nachhaltigen Bewirtschaftung von Siedlungsabfällen in der Stadt Uschhorod“ (Fördervereinbarung NAKOPA – E-UKR.1-20 vom 14.11.2020), das mit Unterstützung von der Haushalt des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung der Bundesrepublik Deutschland umgesetzt wird.

Der Zweck der Bewertung besteht darin, eine akzeptable technische Lösung für die Stadt Uschhorod für den Umgang mit organischen Abfällen zu ermitteln, die in kommunale und gewerbliche Grünabfälle sortiert werden. Die Bewertung erfolgt unter Berücksichtigung europäischer Ansätze zur Abfallbewirtschaftung, basierend auf den Bestimmungen der europäischen Richtlinien zur Abfallwirtschaft sowie auf den Bestimmungen der innerstaatlichen Gesetzgebung, deren Aktualisierungen und Änderungen.

Die Umsetzung des Projekts entspricht der „Strategie für die Entwicklung der Stadt Uschhorod-2030“, genehmigt durch den Sitzungsbeschluss Nr. 1382 vom 18.01.2019.

Bedingungen für den Erhalt des Berichts: Vertrag Nr. 19 von 26.09.2023 SU Wissenschaftliches Forschungs-, Konstruktions- und Technologieinstitut der städtischen Wirtschaft, Kyjiw, Mytropolyta Vasylia Lypkiwskoho Straße, 35.

EINLEITUNG

Grundsätze und Prinzipien, nach denen die Machbarkeitsstudie durchgeführt wird

„Bewertung der am besten geeigneten technischen Lösung für den Umgang mit organischen Abfällen, sortierten kommunalen und gewerblichen Grünabfällen in der Stadt Uschhorod“ (im Folgenden: Bewertung) wird im Rahmen der Umsetzung des Projekts „Beitrag zur nachhaltigen Bewirtschaftung von Siedlungsabfällen in der Stadt Uschhorod“ durchgeführt und erfolgt unter Berücksichtigung europäischer Ansätze zur Abfallbewirtschaftung, basierend auf den Bestimmungen der europäischen Richtlinien zur Abfallbewirtschaftung sowie auf den Bestimmungen der innerstaatlichen Gesetzgebung, deren Aktualisierungen und Änderungen:

Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien;

Richtlinie 1999/31/EG des Rates vom 26. April 1999 über Abfalldeponien;

Richtlinie 2006/21/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. März 2006 über die Bewirtschaftung von Abfällen aus der mineralgewinnenden Industrie und zur Änderung der Richtlinie 2004/35/EG;

Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung);

Richtlinie 96/82/EG zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen, geändert durch die Richtlinie 2003/105/EG und Verordnung (EG) Nr. 1882/2003;

Richtlinie 2011/92/EU über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten;

Richtlinie 2001/42/EG über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme;

Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 1994 über Verpackungen und Verpackungsabfälle;

Richtlinie 2012/19/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte;

Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. September 2006 über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altakkumulatoren.

Die Umsetzung des Projekts entspricht der „Strategie für die Entwicklung der Stadt Uschhorod-2030“, genehmigt durch den Sitzungsbeschluss Nr. 1382 vom 18. Januar 2019.

Die Machbarkeitsstudie basiert auf offiziellen Informationen, den Ergebnissen von Berechnungen und tatsächlichen Studien.

Ziel des Projekts ist Festlegung einer für die Stadt Uschhorod akzeptablen technischen Lösung für den Umgang mit organischen Abfällen, sortierten kommunalen und gewerblichen Grünabfällen unter Berücksichtigung europäischer Erfahrungen und der Bestimmungen der innerstaatlichen Gesetzgebung.

Erwartete Ergebnisse

Die Hauptaufgaben von der Machbarkeitsstudie im Studium sind:

- Bewertung relevanter technischer Lösungen;
- Suche nach geeigneten und bezahlbaren Standorten für diese technischen Lösungen;
- Finanzanalyse verschiedener Optionen;
- eine vergleichende Studie zur Machbarkeit der vorgeschlagenen technischen Optionen;
- Entwicklung eines Überwachungskonzepts für die Kompostierungsanlage (z. B. Kompostqualität).

In Phase 1 des Kalenderplans des Vertrags zur Erbringung der Dienstleistung „Bewertung der am besten geeigneten technischen Lösung für den Umgang mit organischen Abfällen, sortierten

kommunalen und gewerblichen Grünabfällen in der Stadt Uschhorod“, wird **Teil I** „Bewertung der am besten geeigneten technischen Lösung für den Umgang mit organischen Abfällen, sortierten kommunalen und gewerblichen Grünabfällen“ erarbeitet, in der nach offiziellen Angaben Daten aus der Durchführung tatsächlicher Untersuchungen sowie erste Daten bereitgestellt werden:

- Bewertung vorhandener technischer Lösungen zum Umgang mit Bioabfällen (Bioabfall, Grünabfall), deren Vor- und Nachteile werden aufgezeigt;
- Analyse der verfügbaren Plätze in der Stadt Uschhorod für geeignete technische Lösungen für die Bewirtschaftung des anfallenden Bioabfalls, insbesondere Optionen für die Platzierung einer Bioabfallbehandlungsanlage (Kompostierungsstation);
- ungefähre Berechnungen der Hauptparameter (einschließlich Arbeitsbelastung) der Kompostierungsstation in der Stadt Uschhorod und eine vergleichende Finanzanalyse der Möglichkeiten der Bioabfallbewirtschaftung nach verschiedenen technologischen Schemata;
- Untersuchung der Machbarkeit der Umsetzung der vorgeschlagenen technischen Optionen für den Umgang mit Bioabfällen und Umsetzung des Bauprojekts einer Anlage zur Verarbeitung von Bioabfällen in der Stadt Uschhorod;
- Unter Berücksichtigung europäischer Erfahrungen wird ein allgemeines Überwachungskonzept für Kompostieranlagen in der Stadt Uschhorod vorgeschlagen.

In Phase 2 des Kalenderplans des Vertrags zur Erbringung der Dienstleistung „Bewertung der am besten geeigneten technischen Lösung für die Bewirtschaftung organischer Abfälle, sortierter kommunaler und gewerblicher Grünabfälle in der Stadt Uschhorod“, **Teil II** „Analyse der Sekundärrohstoffmarkt“ entwickelt, in dem nach offiziellen Angaben eine Analyse des Marktes für Sekundärrohstoffe, insbesondere Kompost, anhand der durch reale Forschung gewonnenen Daten und der bereitgestellten Informationen durchgeführt wurde:

- es werden allgemeine Merkmale des Zustands des Abfallmanagementsystems und des Marktes für Sekundärrohstoffe in der Ukraine angegeben. Die gesetzlichen Voraussetzungen für das Fachgebiet sind geschaffen. Es werden die wichtigsten Grundsätze der Preisgestaltung, Faktoren, die den Markt für Sekundärrohstoffe beeinflussen, und allgemeine Trends in seiner Entwicklung erläutert. Die Hauptprobleme und -merkmale werden hervorgehoben, insbesondere in europäischen Ländern. Die wichtigsten Strategien für die Abfallbewirtschaftung in europäischen Ländern und ihre Auswirkungen auf die Wirtschaft der Ukraine werden spezifiziert;
- es wurde eine Bewertung des bestehenden Marktes für Sekundärrohstoffe in der Ukraine (insbesondere Kompost) durchgeführt. Es wurde eine Analyse der Sammlung von Hausmüll und Sekundärrohstoffen durchgeführt. Es werden die Mengen an anfallenden und entsorgten Abfällen sowie die allgemeine Nutzung von Sekundärrohstoffen ermittelt;
- die Hauptbetreiber des Marktes für Sekundärrohstoffe und Verarbeiter von Sekundärrohstoffen in der Ukraine werden ermittelt, die Probleme des Marktes für Sekundärrohstoffe und ihre wichtigsten potenziellen Verbraucher werden analysiert;
- es wurden Maßnahmen zur Umsetzung und zum Betrieb des geplanten kommunalen und kommerziellen Systems zur Sammlung und Verarbeitung von Bioabfällen (Bioabfälle, Grünabfälle) festgelegt;
- das Gesamtkonzept der Kompostverbraucher wurde entwickelt, Beratung bei der Gestaltung der Marketingstrategie des Unternehmens im Bereich Abfallwirtschaft und beim Verkauf von Kompost unter Berücksichtigung europäischer Erfahrungen gegeben.

GLOSSAR

Bioabfall – Abfälle, die die Eigenschaft haben, sich anaerob oder aerob zu zersetzen, wie Lebensmittelabfälle oder Abfälle aus der Lebensmittelindustrie auf allen Produktions- und Verbrauchsstufen, Abfälle aus Grünflächen.

Abfallbeseitigung – ein Vorgang, bei dem es sich nicht um eine Abfallverwertung handelt, auch wenn eine der Folgen eines solchen Vorgangs der Einsatz von Stoffen oder Energie ist.

Abfallverwertung – ein Vorgang, bei dem Abfälle für nützliche Zwecke verwendet werden und Materialien ersetzen, die zur Erfüllung einer bestimmten Funktion hätten verwendet werden sollen oder die bereit sind, diese Funktion in einem Unternehmen oder einer anderen Wirtschaftstätigkeit zu erfüllen.

Wiederherstellung von Materialien – jeder Vorgang der Materialverwertung mit Ausnahme der Energieerzeugung und der Umwandlung von Abfällen in Materialien, die als Brennstoff oder für andere Energieerzeugungszwecke verwendet werden können, einschließlich der Aufbereitung von Abfällen für die Wiederverwendung, das Recycling, die Verfüllung und andere Vorgänge.

Abfall – alle Stoffe, Materialien und Gegenstände, deren Besitzer sich entledigt, entledigen will oder entledigen muss.

Lebensmittelverschwendung – Lebensmittel im Sinne des Gesetzes der Ukraine „Über die Grundprinzipien und Anforderungen für die Sicherheit und Qualität von Lebensmitteln“[1], die zu Abfall wurden.

Besitzer von Abfällen – natürliche Person, juristische Person, die Abfälle erzeugt oder die gemäß dem Gesetz Abfälle besitzt, nutzt und entsorgt.

Endlagerung – Ablagerung von Abfällen auf der Erdoberfläche oder unter der Erdoberfläche in einer Weise, die keine Gefahr für die menschliche Gesundheit und die umgebende natürliche Umwelt darstellt und keine weitere Verarbeitung der Abfälle erfordert.

Abfalllagerung – Aufbewahrung von Abfällen in Sammeleinrichtungen, auch vor ihrer Verarbeitung, für höchstens ein Jahr ab dem Zeitpunkt ihrer Entstehung, die gemäß ökologischen und hygienisch-epidemiologischen Anforderungen für die menschliche Gesundheit und die natürliche Umwelt unbedenklich ist.

Abfallsammlung – Ein Vorgang, der in der Beseitigung, dem Kauf, der Anhäufung und der Lagerung von Abfällen durch Wirtschaftssubjekte im Bereich der Abfallbewirtschaftung, einschließlich der getrennten Sammlung, mit dem Ziel der Weiterbeförderung der Abfälle zu Abfallbehandlungsanlagen besteht.

Inerter Abfall – Abfälle, die keinen physikalischen, chemischen oder biologischen Veränderungen und Umwandlungen unterliegen, sich nicht zersetzen, nicht verbrennen, keine negativen Auswirkungen auf andere Gegenstände haben, mit denen sie in Kontakt kommen, und die Gesundheit von Menschen nicht schädigen, nicht zu einer Umweltverschmutzung führen.

Abfallbehandlungsanlage – eine Anlage, ein Ingenieurbauwerk oder eine andere Anlage, die der Abfallverwertung oder -entsorgung dient.

Abfallbehandlung – Abfallverwertung oder -entsorgung, einschließlich der Abfallaufbereitung für solche Vorgänge.

Abfallentsorgungsbetriebe – Sammlung, Verbringung, Verwertung und Entsorgung von Abfällen.

Verbringung von Abfällen – ein Vorgang, der im Transport von Abfällen vom Ort ihrer Entstehung zur Abfallbehandlungsanlage sowie von einem Ort/einer Anlage zu einem anderen besteht.

Haushaltsabfällen – gemischte und/oder getrennt gesammelte Abfälle aus Haushalten, einschließlich Altpapier, Pappe, Glas, Kunststoff, Holz, Textilien, Metall, Verpackungen, Bioabfälle, Elektro- und Elektronikaltgeräte, Altbatterien und -akkumulatoren, gefährliche Abfälle aus

[1] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text

Haushalten, Sperrmüll und Abfälle von Renovierung sowie gemischte und/oder getrennt gesammelte Abfälle aus anderen Quellen, wenn diese Abfälle in ihrer Zusammensetzung dem Hausmüll ähneln.

Zu den Haushaltsabfällen zählen nicht Abfälle aus Industrie, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei und Aquakultur, Klärgruben, Kanalisationsnetze und Abfälle aus deren Behandlung, einschließlich Klärschlamm, abgelaufene Fahrzeuge, Bau- und Abbruchabfälle, Straßenmüll, medizinische Abfälle.

Abfalldeponie – ein Ort zur Entsorgung von Abfällen, der dazu bestimmt ist, ihn auf der Oberfläche oder unter der Oberfläche (unter der Erde) der Erde zu platzieren:

Hausabfallentsorgungsdienst – Tätigkeiten der Sammlung, Beförderung, Verwertung und Beseitigung von Haushaltsabfällen sowie Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Organisation des Betriebs des Haushaltsabfallmanagementsystems, die vom Anbieter des Haushaltsabfallmanagementdienstes durchgeführt werden.

Annahme von Abfällen – Annahme von Abfällen, die durch den Konsum/die Verwendung von Produkten entstehen, für deren Hersteller das Gesetz eine erweiterte Herstellerverantwortung vorsieht, auch an Verkaufsstellen, Verwaltungs-, Sozial-, öffentlichen, Handels-, Unterhaltungs-, Freizeit-, Touristen- und anderen Einrichtungen als mobile Abfallannahmestellen im etablierten Ordnungsrecht.

Recycling – Verwertungsverfahren, bei dem Abfälle zu Produkten, Materialien oder Stoffen verarbeitet werden, um sie für einen primären oder anderen Zweck zu verwenden. Dieser Vorgang umfasst die Verarbeitung von organischem Material, aber keine Energieerzeugung oder Umwandlung der Abfälle in Materialien, die als Brennstoff oder als Verfüllmaterial verwendet werden können.

Getrennte Abfallsammlung – die getrennte Sammlung von Abfällen nach Art, Beschaffenheit und Zusammensetzung erfolgt so, dass ihre Weiterverarbeitung erleichtert wird.

Haushaltsabfallmanagementsystem – eine Reihe von Maßnahmen zur Sammlung, Beförderung und Verarbeitung von Hausmüll, einschließlich der Schaffung und Instandhaltung von Anlagen, deren Überwachung und weitere Betreuung sowie die Tätigkeit von Wirtschaftssubjekten, die gesonderte Tätigkeiten für Hausmüllverwaltung innerhalb einer Territorialgemeinschaft oder mehrerer Territorialgemeinschaften durchführen.

Mülltrennung – ein Vorgang im Zusammenhang mit der mechanischen Verteilung von Abfällen in Abhängigkeit von ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften, Materialbestandteilen, Energiewert und anderen Indikatoren, um sie für die Verarbeitung vorzubereiten.

Geschäftseinheit im Bereich Abfallwirtschaft – eine juristische Person oder ein Einzelunternehmer, der gemäß den gesetzlichen Bestimmungen Abfälle sammelt, kauft, lagert, transportiert, verwertet und/oder entsorgt.

Abfallmanagement – eine Reihe von Maßnahmen für die Sammlung, der Verbringung, die Verarbeitung (Verwertung, einschließlich Sortierung und Entsorgung) von Abfällen, einschließlich der Überwachung dieser Vorgänge und der anschließenden Pflege der Abfallentsorgungsanlagen.

Abfallerzeuger – eine natürliche Person, eine juristische Person, bei deren Tätigkeit Abfälle entstehen, sowie Abfallentsorgungsunternehmen, die Sortier-, Misch- oder andere Vorgänge durchführen, die zu einer Veränderung der Eigenschaften oder Zusammensetzung von Abfällen führen.

TEIL I.
BEWERTUNG DER AM BESTEN GEEIGNETEN TECHNISCHEN LÖSUNG FÜR DEN UMGANG MIT ORGANISCHEN ABFÄLLEN, SORTIERTEN KOMMUNALEN UND GEWERBLICHEN GRÜNEN ABFÄLLEN

ABSCHNITT I. BEWERTUNG TECHNISCHER LÖSUNGEN FÜR DIE BIOABFALLUMGANG

1.1 Allgemeine Informationen zur Bewirtschaftung von Bioabfällen (kommunale und gewerbliche Abfälle aus Grünflächen und andere biologisch abbaubare Abfälle)

Die Konzepte „Abfälle aus Grünflächen“ und „biologisch abbaubare Abfälle“ sowie die Frage der Bewirtschaftung dieser Abfallarten wurden mit dem Inkrafttreten des Gesetzes der Ukraine „Über die Abfallbewirtschaftung“ am 07.09.2023 als Bestandteil in die ukrainische Gesetzgebung von Bioabfällen aufgenommen. Darüber hinaus sieht das oben genannte Gesetz eine Reduzierung der Entsorgung biologisch abbaubarer Abfälle vor, was den Anforderungen der Richtlinie 1999/31/EG des Rates vom 26. April 1999 über Abfalldeponien, geänderten durch die EU-Verordnung 1882/2003.

Das System zum Umgang mit städtischen und gewerblichen Bioabfällen, einschließlich Grünflächenabfällen und anderen biologisch abbaubaren Abfällen, umfasst eine Reihe von Maßnahmen zu deren Sammlung, Transport und Verarbeitung (Verwertung und Entsorgung), einschließlich der Schaffung geeigneter Verarbeitungsanlagen. Der häufigste Vorgang zur Beseitigung von Abfällen nach der Verwertung, bei dem es sich nicht um eine Weiterverarbeitung handelt, ist die Verlagerung des Abfalls, d. h. des unbrauchbaren Rückstands.

Die Wahl der technischen Lösungen für die Bioabfallwirtschaft (Sammlung, Transport und Verarbeitung) hängt von vielen Faktoren ab. Die Behandlung von Bioabfällen besteht in ihrer Wiederherstellung und/oder Beseitigung, einschließlich ihrer Vorbereitung für solche Vorgänge, und hängt vom gewählten technologischen Schema der Sammlung von Bioabfällen ab. Die Verwertung/Beseitigung von Bioabfällen erfolgt in Abfallbehandlungsanlagen gemäß der anerkannten Behandlungstechnologie (Listen der Vorgänge zur Verwertung/Beseitigung von Haushaltsabfällen (HHA) finden Sie im Gesetz der Ukraine „Über die Abfallbewirtschaftung“). Mangels Produktionskapazitäten zur Abfallverarbeitung ist eine Verarbeitung der vorhandenen Bioabfallmengen in der Siedlung nicht möglich.

Die wichtigsten Maßnahmen zur Lösung der bestehenden Probleme und Bedrohungen im Zusammenhang mit Hausmüll sind die Vermeidung von wiederverwertbaren Haushaltsabfällen und die Verwertung auf Deponien. Zu diesem Zweck wird ein klarer Mechanismus zur Buchhaltung und zum Informationsaustausch implementiert, um die Situation zu kontrollieren. Es ist notwendig, die künftigen Aktivitäten im Bereich der Hausmüllentsorgung zu planen, die Abdeckung der Bevölkerung durch den Hausmüllentsorgungsdienst zu erhöhen und die Praxis der getrennten Sammlung von Hausmüll auszubauen. Es ist auch wichtig, die Infrastruktur für die Verarbeitung von Hausmüll mit den besten Technologien und entsprechend den am besten geeigneten technischen Lösungen zu entwickeln.

1.2 Vorbereitung von Bioabfällen zur Verarbeitung

Für eine qualitativ hochwertige Vorbereitung auf die Verarbeitung sollten Abfälle jeglicher Art nicht mit anderen Abfällen oder Materialien mit anderen Eigenschaften vermischt, also getrennt gesammelt werden. Aus diesem Grund geht die getrennte Abfallsammlung der Abfallbehandlung voraus und gewährleistet die Effizienz des gesamten nachfolgenden Behandlungsprozesses. Durch die Einführung der getrennten Sammlung von Abfällen je nach Art, Beschaffenheit und Zusammensetzung werden Voraussetzungen für die getrennte Sammlung auch von Bioabfällen (Kommunal- und Gewerbeabfälle aus Grünanlagen und andere biologisch abbaubare Abfälle) geschaffen, was deren Weiterverarbeitung weiter erleichtert. Abhängig vom akzeptierten Modell der Abfallbewirtschaftung, das durch den regionalen Abfallbewirtschaftungsplan in der Region festgelegt wird, werden Modelle der getrennten Sammlung gebildet. Für die getrennte Sammlung von Hausmüll und deren Umsetzung gelten die Bestimmungen „Methoden der getrennten Sammlung von Hausmüll“[2].

[2] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1157-11#Text

Nach der Auswahl eines technologischen Schemas für die getrennte Sammlung von Abfällen in der Stadt wird die Art der Container für die Sammlung von Bioabfällen bestimmt und deren Anzahl berechnet, ein rationales Schema für den Standort der Container erstellt und gegebenenfalls Containerstandorte erstellt für sie gebaut. Gemäß der Methodik für die Sammlung von Bioabfällen wird in öffentlichen Einrichtungen ein brauner Container mit der entsprechenden Aufschrift „Bioabfall“ mit unterschiedlichem Fassungsvermögen ab 120 l und mehr aufgestellt (Beispiele für Container sind in Abb. 1.1).

Fassungsvermögen 0,120 m³ | Fassungsvermögen 0,240 m³ | Fassungsvermögen 1,1 m³

Abbildung 1.1 – Bioabfallbehälter

Zukünftig werden Art und Anzahl speziell ausgerüsteter Fahrzeuge für den Transport von Bioabfällen unter Berücksichtigung des Systems und der Art ihres Transports zur Bioabfallentsorgungsanlage ausgewählt.

1.3 Die gebräuchlichsten Methoden der Bioabfallverarbeitung

Mikrobiologische Verfahren (anaerob und aerob) werden am häufigsten zur Behandlung verschiedener Bestandteile von Bioabfällen eingesetzt. Sie werden durch die Fähigkeit von Mikroorganismen und ihren Enzymen bereitgestellt, komplexe Bioabfälle abzubauen/umzuwandeln, um nützliche Produkte der mikrobiologischen Synthese und Abfallverarbeitung (Fermentation/Fermentation und Kompostierung) zu erhalten.

1.3.1 Anaerobe Fermentation

Bei der anaeroben Vergärung werden einzelne Bestandteile des Bioabfalls unter dem Einfluss von Bakterien und unter Ausschluss von Sauerstoff in verschiedenen Stufen in Methan, Kohlendioxid und Wasser zersetzt. Grundsätzlich zielt die Technologie darauf ab, die biologische Aktivität und das Reaktionspotential von Abfällen zu reduzieren sowie Biogas zu gewinnen, das als Energieträger genutzt wird. Die Fermentation ist ein biologischer Schritt, der in die mechanisch-biologische Behandlung (MBB) von Abfällen integriert ist und mit der anschließenden Kompostierung des im Fermentationsprozess anfallenden Sediments (das in feste und flüssige Fraktionen unterteilt werden kann) erfolgt. Der flüssige Teil des Sediments kann als Flüssigdünger verwendet werden, der feste Teil wird zu Kompost verarbeitet.

Der Prozess der anaeroben Fermentationstechnologie ist geschlossen, so dass keine Schadstoffemissionen in die Atmosphäre entstehen, Methanverluste durch lose Komponenten des Systems betragen bis zu 5 % des produzierten Methans. Generell besteht der positive Effekt der Klimaschutzmethode darin, dass die Freisetzung von Methan aus Bioabfällen, die hätten gelagert werden sollen, verhindert wird; Reduzierung des Schadstoffausstoßes durch den Ersatz von Primärenergieträgern; Reduzierung des Bedarfs an mineralischem Brennstoff.

Das technologische Ziel der anaeroben Fermentation ist:
- Energiegewinnung aus Abfall;
- Reduzierung der Abfallmenge, die zur Entsorgung auf die Deponie gebracht wird;
- Verringerung des Abfallrisikos während des Betriebs der Deponie.

Die Liste der Abfälle, die für die anaerobe Fermentationsmethode am besten geeignet sind, ist in der Tabelle 1.1 dargestellt.

Tabelle 1.1 – Abfallarten, die für die anaerobe Vergärungsmethode am besten geeignet sind

Abfallart	Nutzungsmerkmale
Lebensmittel und Grünabfälle (Garten)	–
Gemischter Hausmüll	insbesondere zur Dekontamination kleiner organischer Fraktionen, beispielsweise vor der Entsorgung auf einer Deponie
Spezifischer Produktions- oder Industrieabfall	Getrennt gesammelte Abfälle (Lebensmittelabfälle, industrielle Lebensmittelabfälle, getrennte Fette, landwirtschaftliche Abfälle, Gülle, Fleischfabrikabfälle, Fleischverarbeitungsabfälle (nach Drucksterilisation), Marktabfälle)
Andere Abfallarten	Klärschlamm, Bioschlamm aus der aeroben Aufbereitung, organische Stoffe

Besondere Merkmale und Grundvoraussetzungen für die Anwendung des Verfahrens der anaeroben Vergärung von Bioabfällen (einschließlich Form und Anwendungsbereich) sind in der Tabelle 1.2 dargestellt.

Tabelle 1.2 – Besonderheiten und Grundvoraussetzungen für die Anwendung des Verfahrens der anaeroben Vergärung von Bioabfällen

Besondere Eigenschaften und Anwendungsanforderungen	
Notwendigkeit einer Vorbearbeitung	Abfälle müssen getrennt gesammelt und gegebenenfalls gemahlen und auf die erforderliche Partikelgröße zerkleinert werden. Manche Abfälle (zum Beispiel Schlachtabfälle) müssen vor der Vergärung desinfiziert werden.
Möglichkeiten der Nutzung des Quellmaterials	Der Gärsediment wird entwässert, anschließend kann er anderen Bestandteilen des Bioabfalls zugesetzt und zur weiteren Kompostierung und Hygiene für die gleichen Zwecke wie der durch Kompostierung gewonnene Kompost verwendet werden. Die direkte Ausbringung von Schlamm auf landwirtschaftlichen Flächen ist unter bestimmten Voraussetzungen möglich bzw. auf gesetzlicher Ebene des Landes zulässig. In anderen Fällen wird der getrocknete Gärrest zur Energiegewinnung genutzt.
Möglichkeiten der Entfernung und Entsorgung des Ausgangsmaterials	Gärreste und gesiebte Folien werden einer anderen Verarbeitung (z. B. thermisch) unterzogen.
Notwendigkeit weiterer Maßnahmen, zusätzliche Bearbeitung	Die flüssige Fraktion des Gärschlamms enthält Restkonzentrationen an Partikeln und allen gelösten Bestandteilen, so dass eine weitere Entsorgung, beispielsweise in Form eines Transports zu örtlichen Kläranlagen, erforderlich ist. Bei der Vergärung anfallende Abfälle müssen auf einer Deponie entsorgt werden. Gleichzeitig eignen sich Abfälle aus der Siebung und Vergärung grundsätzlich zur Kompostierung oder anderen Verarbeitungsarten.

Besondere Eigenschaften und Anwendungsanforderungen	
Besondere Sicherheitsanforderungen	Die während des Gärprozesses austretende Luft (insbesondere aus den Empfangs- und maschinellen Verarbeitungsbereichen) muss gesammelt und gereinigt werden oder es müssen geeignete technische und organisatorische Maßnahmen zur Ableitung (Mengenreduzierung) von Emissionen (insbesondere Gerüchen) getroffen werden.
Mögliche Gesundheitsrisiken	Im Bereich der Annahme und mechanischen Verarbeitung von Abfällen besteht die Gefahr einer erhöhten Konzentration von Mikroorganismen und Sporen in der Luft. Daher sollten sie entsprechende technische Maßnahmen ergreifen und persönliche Schutzausrüstung verwenden.
Hilfsmittel und Materialien	Wasser (50-200 l/t Abfall) und einige Zusatzstoffe (Koagulanzien (z. B. Eisenchlorid); Mittel, die die Schaumbildung unterdrücken; Substanzen zur Einstellung des pH-Wertes).
Der Bedarf an Personal	Je nach Anlagenauslegung und Fermentationstechnik sind mindestens 3 Mitarbeiter erforderlich. Insbesondere im Bereich der Steuerung und Überwachung technologischer Prozesse wird qualifiziertes Personal benötigt.
Erforderlicher Bereich, Implementierungsmerkmale	Der Platzbedarf für anaerobe Vergärungsanlagen (ohne Fläche zur Veredelung des Gärschlamms) beträgt: Nassvergärungsanlagen – 0,150-0,250 m²/t, sequentielle Trockenvergärungsanlagen – 0,125-0,275 m²/t, intermittierende Trockenvergärungsanlagen – 0,125-0,200 m²/t

Anlagen zur anaeroben Vergärung von Bioabfällen sollten an Orten errichtet werden, an denen es technische Kommunikationsmittel gibt, die Zugang zum Stromversorgungsnetz haben, und wenn möglich auch in der Nähe der Anfallgebiete der entsprechenden Abfälle. Eine nennenswerte Entfernung zu Wohngebieten (wie beim Bau der meisten Bioabfallverwertungsanlagen) ist in der Regel nicht erforderlich. Hinsichtlich der klimatischen Bedingungen gibt es keine Einschränkungen. Bei kalten klimatischen Bedingungen müssen Fermentationsreaktoren jedoch mit einer Wärmedämmung ausgestattet und beheizt werden (insbesondere bei thermophilen Prozessen). Für Regionen mit hohem Wasserdefizit ist diese Technologie nicht geeignet.

Kernpunkte des anaeroben Vergärungsprozesses sind die Art des Abfallkontakts mit Mikroorganismen, die Zusammensetzung und der Feuchtigkeitsgehalt des Inputmaterials (in flüssiger, pastöser, fester Form) sowie die Art (Grad) der Durchmischung. Die anaerobe Verarbeitung umfasst in der Regel die folgenden Phasen:

- *Vorbearbeitung* – Auch bei der getrennten Sammlung aus getrennt gesammelten Haushaltsbioabfällen ist in der Regel die Entfernung unerwünschter Verunreinigungen (Polymere, Metalle, große Abfallanteile) erforderlich, eine solche Trennung kann trocken oder nass erfolgen. Anschließend wird das Material einer Homogenisierung durch Zerkleinerung unterzogen, wodurch die nächste Fermentationsphase und die Organisation des Prozesses selbst verbessert werden. Zur Trennung und Zerkleinerung können sowohl die MBB-Technologie als auch herkömmliche Verfahren und Anlagen eingesetzt werden.;
- *Fermentation* – Für eine effektive Fermentation gibt es verschiedene Methoden, die sich hinsichtlich der Temperaturbedingungen und der Trockensubstanzkonzentration im Ausgangsmaterial unterscheiden. Generell gilt: Je höher die Temperatur, desto schneller verläuft der Fermentationsprozess. Thermophile Anlagen arbeiten bei einer Temperatur von etwa 55°C (50-65 °C), mesophile Anlagen bei etwa 35°C (20-45°C). Der Anteil der Trockenmasse an der Trockenvergärung beträgt etwa 20–40 % und bei Nassgärung – von 5 bis 20 %. Thermophile Prozesse sind weniger kontrollierbar und erfordern einen höheren Energieverbrauch (Biogasverbrauch für den Bedarf), um

die erforderliche Temperatur aufrechtzuerhalten. In trockenen Systemen kommen immer nur einstufige Verfahren zum Einsatz, die im Vergleich zu mehrstufigen Verfahren weniger empfindlich auf Schwankungen der Bedingungen reagieren. Allerdings ist die Biogasausbeute bei diesen Anlagen geringer.

Die geschätzten Investitions-, Betriebs- und spezifischen Gesamtkosten sowie mögliche Erlöse der Methode der anaeroben Vergärung von Bioabfällen sind in der Tabelle 1.3 dargestellt.

Tabelle 1.3 – Geschätzte Betriebsindikatoren (Kosten und Einnahmen) der Methode der anaeroben Vergärung von Bioabfällen

Investitionskosten	**Betriebskosten**	**Spezifische Gesamtkosten**
Abhängig von der angewandten Methode wird er für die folgenden Anlagen auf EUR/t Rohstoff/Jahr geschätzt*: - intermittierende Trockengärung – 150-310; - sequentielle Trockengärung – 250-480; - Nassgärung – 260-490; - Fermentation (mit teilweiser Stromerzeugung) – 40-100	Abhängig von der angewandten Methode wird er für die folgenden Anlagen auf EUR/t Rohstoff/Jahr geschätzt*: - intermittierende Trockengärung – 15-30; - sequentielle Trockengärung – 18-38; - Nassgärung – 20-50; - Fermentation (mit teilweiser Stromerzeugung) – 5-15. Reparatur und Wartung betragen jährlich 4-6 % der Investitionskosten	Es liegen keine Daten vor*
Mögliches Einkommen		
- aus dem Verkauf von Kompost - aus der Verwertung des erhaltenen Stroms (ca. 10-30 EUR/t Bioabfall)		

* Bei einer Gesamtmenge an Inputmaterial von 20.000 Tonnen/Jahr steigen bei einer Verringerung der Menge an Inputmaterial die spezifischen Kosten aufgrund konstanter Kostenpositionen

Die wichtigsten Vor- und Nachteile der anaeroben Fermentationsmethode sind in der Tabelle 1.4 dargestellt.

Tabelle 1.4 – Vor- und Nachteile der Methode der anaeroben Vergärung von Bioabfällen

Vorteile	**Nachteile**
1) Es können sowohl trockene als auch nasse Bioabfälle verarbeitet werden 2) Das erzeugte Biogas kann zur Strom- und Wärmeerzeugung und damit für den eigenen Energiebedarf oder zur Gewinngewinnung genutzt werden 3) Vergorene Substrate können in flüssiger oder fester Form entsorgt werden 4) Installationen nehmen eine relativ kleine Fläche ein 5) Die Technologie führt zu einer Verringerung der Menge an Abfällen, die auf Deponien und/oder in der Verbrennung entsorgt werden, was dazu beiträgt, die durch diese Prozesse verursachten Schadstoffemissionen zu verringern	1) Die relative Komplexität der Technologie, die Baukosten und die Betriebskosten variieren je nach Art der Installation erheblich 2) Der Einsatz der Technologie kann zu einem zusätzlichen Wasserbedarf führen 3) Einschränkung der Effizienz des Prozesses für die Ausgangsmasse, die einen Holzbestandteil enthält, aufgrund der Unmöglichkeit der Zerstörung von Lignin und Zellulose 4) Der Fermentationsprozess ist anfällig und erfordert eine ständige Überwachung. Der effiziente Betrieb der Anlage erfordert die entsprechende Qualifikation des Personals oder der Bediener, die in der Lage sein müssen, schnell auf alle Veränderungen im biologischen Prozess zu reagieren, damit dieser nicht zusammenbricht

1.3.2 Kompostierung

Die gebräuchlichste Methode zur Behandlung von Bioabfällen ist die Kompostierung, ein biologischer aerober Prozess, der leicht abbaubare Bioabfälle in Kohlendioxid und stabile organische Stoffe umwandelt. Bei der Sauerstoffkompostierung reagiert Luft unter bestimmten Bedingungen mit organischen Materialien zu CO_2, Wasser und Humusverbindungen. Durch die biologischen Zersetzungsprozesse erwärmt sich das Material auf natürliche Weise. Zu Beginn des Prozesses (der Hauptphase) treten hohe Temperaturen auf (bis ca. 65-75°C), die für die Trocknung des Materials und seine Hygienisierung sorgen. Am Ende des Prozesses sinkt die Temperatur langsam. Die festen Rückstände des Prozesses sind Kompost und andere Rückstände (die einer weiteren Verarbeitung bedürfen).

Bei der biologischen Verarbeitung werden erhebliche Mengen CO_2 und andere (Treibhaus-) Gase freigesetzt. Allerdings bindet die Kompostierung im Gegensatz zur Verbrennung oder Deponierung unbehandelter Abfälle eine erhebliche Menge Kohlenstoff im Substrat, was eine schnelle Freisetzung in die Atmosphäre verhindert.

Das technologische Ziel der Kompostierung ist:

- Herstellung von kommerziellem Kompost;
- Reduzierung der Abfallmenge, die zur Entsorgung auf die Deponie gebracht wird;
- Reduzierung der Gefahr von Hausmüll während des Betriebs der Deponie.

Die Liste der Abfälle, die für die Kompostierungsmethode am besten geeignet sind, ist in der Tabelle 1.5 dargestellt.

Tabelle 1.5 – Abfallarten, die für die Kompostierungsmethode am besten geeignet sind

Abfallart	Nutzungsmerkmale
Lebensmittel und Grünabfälle (Garten)	–
Produkte aus Papier/Pappe/Karton	Nur bestimmte Parameter (z. B. feuchtigkeitsbeständiges oder Spezialpapier) in geringen Mengen und nur in Kombination mit anderen nassen organischen Materialien
Holzabfälle	Nur unverarbeitete Holzabfälle, deren stoffliche Verarbeitung wirtschaftlich nicht sinnvoll ist
Spezifischer Produktions- oder Industrieabfall	Küchenabfälle und -rückstände, land- und forstwirtschaftliche Abfälle, einschließlich Gülle, biologisch abbaubare Abfälle aus der Lebensmittelindustrie
Andere Abfallarten	Getrennt gesammelte, biologisch abbaubare Materialien ohne gefährliche Inhaltsstoffe

Besondere Merkmale und Grundvoraussetzungen für die Anwendung des Bioabfall-Kompostierungsverfahrens (einschließlich Form und Anwendungsbereich) sind in der Tabelle 1.6 dargestellt.

Tabelle 1.6 – Besonderheiten und Grundvoraussetzungen für die Anwendung des Bioabfallkompostierungsverfahrens

Besondere Eigenschaften und Anwendungsanforderungen	
Notwendigkeit einer Vorbearbeitung	Abfälle unterliegen der getrennten Sammlung, der Kontrolle auf das Vorhandensein schädlicher Verunreinigungen (z. B. Nährstoffe) sowie der Entfernung dieser und anderer Bestandteile, die den Kompostierungsprozess erschweren (z. B. große

Besondere Eigenschaften und Anwendungsanforderungen	
	Folienstücke). Größere Abfälle aus dem Baum- und Strauchschnitt müssen zerkleinert werden.
Möglichkeiten der Nutzung des Quellmaterials	Der gewonnene Kompost kann vor allem in der Landwirtschaft, im Gartenbau, im Landschaftsbau, als Substrat für den Anbau von Sonderkulturen (Obst, Weintrauben, Spargel), zur Bodenverbesserung und auf Privatgrundstücken verwendet werden. Von Bäumen erzeugtes Sägemehl kann überwiegend energetisch genutzt werden (zum Beispiel in Biomassekraftwerken)
Möglichkeiten der Entfernung und Entsorgung des Ausgangsmaterials	Kompostierungsabfälle (gesiebte Folie usw.) werden auf andere Weise (z. B. thermisch) verarbeitet.
Notwendigkeit weiterer Maßnahmen, zusätzliche Bearbeitung	Es besteht kein Bedarf. Die Desinfektion erfolgt während des Kompostierungsprozesses, es ist jedoch wünschenswert, die Qualität des Komposts zu kontrollieren. Siebabfälle und Sickerwasser sind zu entfernen (aufbereiten).
Besondere Sicherheitsanforderungen	Abluft aus Kompostierungsanlagen muss gesammelt und gereinigt werden. Oder es müssen geeignete technische und organisatorische Maßnahmen ergriffen werden, um Emissionen (insbesondere Gerüche) zu verhindern oder zu reduzieren.
Mögliche Gesundheitsrisiken	Im Bereich der Annahme und mechanischen Verarbeitung von Abfällen besteht die Gefahr einer erhöhten Konzentration von Mikroorganismen und Sporen in der Luft. Daher sollten sie geeignete technische Maßnahmen ergreifen und persönliche Schutzausrüstung (Aspiration, Atemschutzgeräte) verwenden.
Hilfsmittel und Materialien	Besondere Hilfsmittel und Materialien sind nicht erforderlich
Der Bedarf an Personal	Der Bedarf hängt weitgehend von der Leistung der Installation ab. In einer durchschnittlichen Anlage sind etwa 10 Personen beschäftigt (1 Direktor, 6-8 Bediener und Monteure, 1 Mitarbeiter für Empfang und Versand). Bei vormechanisierten Bereichen steigt der Bedarf an Personal, insbesondere für manuelle Sortiervorgänge
Erforderlicher Bereich, Implementierungsmerkmale	Der Platzbedarf für Intensivkompostierungsanlagen beträgt ca. 0,2-0,3 m²/t pro Jahr. Der Platzbedarf bei offenen Systemen ist deutlich höher. Es kommt auf die Höhe der Seiten, deren Form und Mischtechnik an. Für Dreiecksseiten mit einer Grundbreite von 3 m sind 1,4 m²/m³ erforderlich. Ohne automatische Durchmischung kann sich der Flächenbedarf auf 1 m²/m³ verringern. Für Trapezseiten mit einer Höhe von 3 m und einer Grundbreite von 10 m sind 0,45 m²/m³ erforderlich. Oftmals werden die Kompostierungsmethode und die Form der Ränder anhand der Größe des verfügbaren Standorts ausgewählt. Bei der Berechnung der Gesamtfläche der Anlage können Sie folgende Näherungswerte heranziehen: - 5 % – Abfallentladebereich, - 10 % – Lagerplatz für fertigen Kompost, - 10 % – Zwischenlagerfläche und sonstige Flächen, - 75 % – Kompostierfläche (davon 40 % für Umzugsgeräte)

Kompostierungstechnologien in Haushalten sind in praktisch allen europäischen Ländern weit verbreitet – in der EU führen 20 % der Bewohner des Privatsektors eine Haushaltskompostierung

durch. Die Kompostierung von Bioabfällen ist in den Siedlungen der Ukraine noch nicht auf industrieller Ebene umgesetzt. Die Kompostierung wird von einem Teil der Bewohner auf dem Gelände des Gutsgebäudes selbständig durchgeführt.

Die Kompostierung kann nach den Regeln des zentralen Exekutivorgans erfolgen, das die Gestaltung der Staatspolitik im Bereich Wohnungsbau und kommunale Dienstleistungen sowohl direkt in den Haushalten – auf Gehöften, Sommerhäusern und Gartengrundstücken (erfolgt selbstständig in Kompostgruben oder mit speziellen Kompostiergeräten) – als auch zentral (Abfallbesitzer sorgen für die getrennte Sammlung von Bioabfällen auf Gehöften, Land- und Gartengrundstücken, die dann zu speziell ausgestatteten Standorten oder zu Silotürmen transportiert werden, wo die Kompostierung stattfindet) sicherstellt. Anschließend wird dieser Kompost für den Bedarf der Grün-/Agrarwirtschaft der Stadt oder bei Bedarf für die eigenen Haushalte der Bewohner als Dünger zur Verbesserung der Mineralernährung der Pflanzen und zur Beschleunigung des Wachstums von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen und Zierbaumarten verwendet.

Ungefähre Investitions-, Betriebs- und spezifische Gesamtkosten sowie mögliche Erträge der Methode der Bioabfallkompostierung sind in der Tabelle 1.7 dargestellt.

Tabelle 1.7 – Geschätzte Betriebsindikatoren (Kosten und Einnahmen) der Methode zur Bioabfallkompostierung

Investitionskosten	**Betriebskosten**	**Spezifische Gesamtkosten**
Hauptsächlich: - Verlegung der technischen Kommunikation – abhängig von den örtlichen Gegebenheiten, der Größe der Anlage und der Art des Prozesses; - Baukonstruktionen – 70-100 Euro/t pro Jahr; - Maschinen und Geräte – 110-140 Euro/t pro Jahr (der Kauf einer Bewässerungsanlage kostet ca. 2.000 Euro)	1) Versicherung, Betrieb (Kraft- und Schmierstoffe, Strom, Versicherung usw.); 2) Reparatur und Wartung (% des Investitionsvolumens): - Gebäudestrukturen: ca. 1 %; - Maschinen- und Elektrotechnik: ca. 3-4 %; - Mobilgeräte: 8-15 %; - Gehalt (abhängig von der Situation auf dem Arbeitsmarkt) *offene Kompostierung = 35 Euro /t, geschlossene Kompostierung = 65 Euro /t	Etwa 30-70 EUR/t (die Kompostierung von Bioabfällen aus Haushalten ist teurer – 50-70 EUR/t als die Kompostierung von Baum- und Strauchschnittabfällen – 30-50 EUR/t) ** Beim Betrieb von Kompostierungsanlagen kommt es zu keinem starken Rückgang der spezifischen Kosten zur Umsatzsteigerung, was dadurch erklärt wird, dass die anlagenbedingten Kosten direkt proportional zum Umsatz wachsen
Mögliches Einkommen		
aus dem Verkauf von kommerziellem Kompost		

Die wichtigsten Vor- und Nachteile der Kompostierungsmethode sind in der Tabelle 1.8 dargestellt.

Tabelle 1.8 – Vor- und Nachteile der Bioabfall-Kompostierungsmethode

Vorteile	**Nachteile**
1) Herstellung eines knappen Produkts, das stark nachgefragt wird 2) die Möglichkeit, einen erheblichen Teil des Abfalls zu recyceln, was zur Entladung von Deponien und anderen Abfallbehandlungsanlagen führt, wodurch die schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt und die Kosten gesenkt werden können	1) die Möglichkeit, nur einige organische Fraktionen des Hausmülls zu verarbeiten 2) die Notwendigkeit einer getrennten Sammlung biologischer Abfälle 3) ein ziemlich hoher Platzbedarf, ein langer Verarbeitungsprozess

Vorteile	Nachteile
3) relative einfache Handhabung, hohe Zuverlässigkeit des Systems 4) relativ geringes Volumen an Investmentfonds 5) Die Technologie ist weit verbreitet und es gibt keine Gegner	4) Hohe Anforderungen an die Qualität des Rohstoffs (Kompost) können zu Problemen beim Verkauf führen 5) Teilweise unangenehme Gerüche in der Nähe der Anlage

1.4 Das bestehende Bioabfallmanagementsystem in der Stadt Uschhorod

1.4.1 Berechnung der Bioabfallmenge

Zur Gruppe der Bioabfälle zählen alle organischen Bestandteile, die zur biologischen Zersetzung fähig sind: Abfälle aus Grünanpflanzungen (Blumen, Gräser, Blätter, Unkräuter usw.), Lebensmittelabfälle (pflanzlichen und nichtpflanzlichen Ursprungs – Reste von Gemüse, Obst, Brot, Getreide, Käse, Fleisch, Fisch, Tierfutter usw.) und andere Abfälle (Knochen, Kot usw.).

Als Ergebnis der Berechnungen wurde die Abfallmenge, die durch Grünflächen in der Stadt Uschhorod entsteht, aus öffentlichen Verbesserungsanlagen (Parks, Plätze usw.) und den Wohngebieten des Mehrfamilienhaussektors, den Wohngebieten einzelner Gebäude mit Es wurde ein privates Grundstück (Tabelle 1.9) erworben. Bei der Berechnung der Abfallmenge aus Grünflächen in Privathaushalten und in den Einrichtungen der Stadt Uschhorod wird ein Teil des Bioabfallaufkommens in der Zusammensetzung gemischter fester Abfälle (nur Abfälle pflanzlichen Ursprungs) berücksichtigt, der geplant ist wurden durch getrennte Sammlung aus festen Abfällen entfernt.

Tabelle 1.9 – Merkmale des Bioabfallaufkommens in der Stadt Uschhorod

Jahr	Die Anzahl der Berechnungseinheiten für 2023, tausende von Leuten	Die Abfallmenge aus Grünflächen, kg/Person und Jahr	Geschätzte Abfallmenge aus Grünflächen in privaten Haushalten, t/Jahr	Geschätzte Abfallmenge aus Grünflächen von Landschafts-bauanlagen, t/Jahr	Bioabfallmenge als Teil des gemischten Hausmülls, t/Jahr
2023	23,2	5,7	132,2	302,4	692,9
2030	33,0	5,7	188,1	699,0	721,9

Anmerkungen: Die Schüttdichte von Laubstreu und Schnittgut beträgt 0,07 t/m³. Die Abfallmenge auf Grünflächen beträgt 0,007 m³/m². In die Menge des Bioabfallaufkommens in der Zusammensetzung des gemischten Hausmülls werden nur Abfälle pflanzlichen Ursprungs einbezogen, der Extraktionsprozentsatz wird mit 0,05 angenommen

Es wurde festgestellt, dass die Menge des Abfallaufkommens aus Grünflächen aus den Wohngebieten des Wohnsektors (Mehrfamilienhäuser und Siedlungsgebäude) und den Gebieten von Nichtproduktionsanlagen (gewerblich, administrativ usw.) im Vergleich zu städtischen Gebieten deutlich geringer ist Begrünungsanlagen, die den Großteil der Abfälle auf Grünflächen in der Stadt produzieren. Den erhaltenen Daten zufolge entsteht der Großteil der Abfälle aus Grünflächen in der Stadt Uschhorod durch öffentliche Sanierungsanlagen (Parks, Plätze usw.). Auch die Mengen, die bei einem Teil der Bioabfälle in der Zusammensetzung gemischter Abfälle (nur Abfälle pflanzlichen Ursprungs) anfallen, die durch die Einführung eines Behältersystems für ihre Sammlung entfernt werden können, sind erheblich und entsprechen nahezu den Mengen der bei Grünanpflanzungen erzeugten Abfälle.

Das Abfallaufkommen aus Grünflächen in Privathaushalten und Landschaftsobjekten (Parks, Plätze etc.) ist saisonaler Natur (warme Jahreszeit) und hat die größte Bedeutung am Ende des Sommers und Herbstes. Die Bildung eines Teils der Bioabfälle in der PV-Zusammensetzung erfolgt

das ganze Jahr über kontinuierlich. Charakteristische kurzfristige Anstiege des Bioabfallanteils in der Zusammensetzung des Hausmülls sind im August, September und an Feiertagen zu beobachten.

Diese Gestaltungsnormen sind nicht im Leistungsumfang der Hausmüllbeseitigung enthalten. Um die wirtschaftlichen Aktivitäten des Unternehmens im Bereich der Abfallwirtschaft künftig planen zu können, optimieren Sie die Arbeiten zur Beseitigung von Abfällen aus Grünflächen und einem Teil der Bioabfälle aus der Zusammensetzung des gemischten Hausmülls (nur Abfälle pflanzlichen Ursprungs, getrennt gesammelt) in der Stadt Uschhorod müssen die im Rahmen der Erbringung von Dienstleistungen zur Beseitigung von Hausmüll erzielten Ergebnisse berücksichtigt werden, indem die Erzeugungsrate des entsprechenden Abfalls ermittelt wird.

1.4.2 Das bestehende Bioabfallmanagementsystem

Abfälle aus Grünflächen fallen auf dem Gelände von Wohngebieten, Grünflächen und Industriegebieten der Stadt Uschhorod im Rahmen der Grünflächenpflege an und werden an den Entstehungsorten (während der Ausführung von Arbeiten durch Mitarbeiter der Kommunalverwaltung) gesammelt (z. B. beim Beschneiden von Bäumen, Sträuchern und Rasenflächen) oder fallen auf Containerstandorten an und werden anschließend mit Muldenkippern zu bestimmten Standorten für die Lagerung dieser Abfälle und auf Deponien transportiert. Die Bevölkerung des privaten Sektors der Stadt Uschhorod kompostiert nach der Durchführung von Arbeiten an ihren Gehöften entweder einen Teil davon auf dem Territorium ihrer eigenen Haushalte oder führt auch die Beseitigung aller Bioabfälle (einschließlich Blätter und Gras) durch eigene Transportmittel oder auf Anordnung durch Entfernung aus dem kommunalen Dienst.

Ein weiterer Teil des im Laufe des Lebens in der Stadt Uschhorod anfallenden Bioabfalls wird gesammelt und in der Gesamtmenge des gemischten Hausmülls in Containern auf Containerstandorten angesammelt und anschließend mit Müllwagen zur Entsorgung auf der Deponie transportiert. Die Bevölkerung des privaten Sektors der Stadt kompostiert nach Erhalt dieser Abfälle entweder einen Teil davon auf dem Territorium ihrer eigenen Haushalte oder sammelt auch Bioabfälle ohne Trennung der Bestandteile in einzelnen/gemeinsamen Behältern im Rahmen des städtischen Haushalts Abfallmanagementsystem.

Eine gesonderte statistische Erfassung des Aufkommens und der Beseitigung von Bioabfällen gibt es nicht.

So erfolgt im Jahr 2023 in der Stadt Uschhorod die Sammlung einzelner Bestandteile des Bioabfalls (Abfälle aus Grünflächen und andere Bestandteile des Bioabfalls) in der Stadt Uschhorod im Rahmen des allgemeinen Systems der Sammlung von Hausmüll – ohne Trennung des Bioabfalls vom Gesamtabfallvolumen. Außerdem können Bioabfallerzeuger gemäß den von der zentralen Exekutivbehörde festgelegten Regeln selbstständig Bioabfälle sammeln und durch Kompostierung in Gehöften, Sommerhäusern und Gartengrundstücken verarbeiten[3].

Nach der Sammlung werden Abfälle aus Grünflächen mit speziell ausgestatteten Transportmitteln zur Hausmülldeponie im Dorf Barvinok transportiert – Siedlungsabfälle werden vom Versorgungsunternehmen nach Bedarf transportiert und gesammelt, Gewerbeabfälle – auf der Grundlage entsprechender Verträge (auf Bestellung) . Die Bevölkerung der Stadt hat die Möglichkeit, bei der Kommunalverwaltung eine individuelle Entsorgung der anfallenden Abfälle aus Grünflächen anzuordnen. Ein weiterer Teil des erzeugten Bioabfalls wird nach der Sammlung mit speziell ausgestatteten Transportmitteln zur Hausmülldeponie im Dorf Barvinok in der Gesamtmenge des gemischten Hausmülls gemäß dem bestehenden Hausmüllmanagementsystem transportiert.

In der Stadt Uschhorod gibt es keine zentrale *Behandlung* der gesammelten Bioabfälle. Aufgrund der fehlenden Einführung moderner Technologien zur Behandlung von Abfällen, die biologisch abbaubare organische Bestandteile enthalten, werden nur etwa 20 % des Gesamtvolumens

[3] Regeln für die Kompostierung von Bioabfällen auf Gehöften, Land- und Gartengrundstücken, die von Abfallerzeugern durchgeführt wird // https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1271-23#Text

dieser Abfallart nicht auf der städtischen Mülldeponie abtransportiert – es handelt sich um Abfall aus Grünflächen (abgefallenes Laub und Gras, Baum- und Strauchschnitt usw.) und ein weiterer Anteil an Bioabfällen pflanzlichen Ursprungs der Bevölkerung, die auf ihren eigenen Gehöften kompostiert.

1.4.3 Die Ergebnisse einer soziologischen Bewohnerbefragung zum Zwecke der Maßnahmenbildung für Aufklärungskampagnen

Nach den Ergebnissen der Untersuchung der morphologischen Zusammensetzung des in der Stadt Uschhorod anfallenden Hausmülls beträgt der Massenanteil von Bioabfällen 38,6 %[4]. Die durchschnittliche statistische Erzeugung fester Abfälle pro Einwohner in der Stadt Uschhorod beträgt 436 kg pro Jahr. Zum Vergleich: Die durchschnittliche statistische Erzeugung von Hausmüll pro Einwohner und Jahr in Polen beträgt 362 kg[5]. So erzeugt ein Einwohner von Uschhorod etwa 17 % mehr Hausmüll als ein Einwohner in Polen.

Auch die Richtlinie 2008/98/EG[6], deren Anforderungen im Gesetz der Ukraine „Über die Abfallbewirtschaftung“[7] verankert sind, fordert eine Reduzierung des Abfallaufkommens. Der allererste Schritt der fünfstufigen Hierarchie der Abfallwirtschaft zielt auf die Entwicklung von Maßnahmen zur Vermeidung der Abfallentstehung ab. Die Entwicklung von Maßnahmen für zukünftige Aufklärungskampagnen sollte auf einer Verhaltensanalyse der Bürger basieren.

Um Verhaltensaspekte zu identifizieren, die sich auf die Menge des Hausmüllaufkommens auswirken, wurde eine öffentliche Meinungsumfrage im Rahmen einer soziologischen Umfrage durchgeführt. Die Umfrage wurde mithilfe von Google Forms in sozialen Netzwerken und Webseiten des Stadtrats von Uschhorod durchgeführt. An der Umfrage nahmen 299 Befragte teil.

Hervorzuheben ist die hohe öffentliche Aktivität, die Orientierung an ökologischem Handeln und die Bereitschaft zur Interaktion mit den Kommunen. So sehen 91,6 % der Befragten die Notwendigkeit, die Menge des Hausmülls im Alltag zu reduzieren. Gleichzeitig würden 87 % der Befragten einfache Ratschläge der örtlichen Behörden zum rationalen und ökologischen Umgang mit Müll zu Hause oder am Arbeitsplatz nutzen, wenn solche Ratschläge verfügbar wären.

61,2 % der Befragten bereiten sich gründlich auf künftige Einkäufe im Supermarkt vor und erstellen eine Liste der benötigten Waren. 29,1 % erstellen manchmal eine Liste mit Produkten und 9,7 % erstellen überhaupt keine Liste mit Produkten zum Kauf. 51,2 % der Befragten finden manchmal unnötige Lebensmittel, die sie kürzlich gekauft haben.

Nur 4,3 % werfen essbare Lebensmittel immer weg, 34,1 % tun es manchmal und 61,5 % werfen essbare Lebensmittel nie weg.

76,6 % der Befragten finden im eigenen Kühlschrank manchmal Lebensmittel, die bereits verdorben und nicht zum Verzehr geeignet sind, und 12,7 % halten dies häufig für richtig.

34,1 % der Befragten werfen zu Hause oder am Arbeitsplatz manchmal noch verwertbare Lebensmittel in den Mülleimer.

Nur 19,4 % der Bürger gaben an, in ihrem Haushalt eine aktive Kompostieranlage oder -grube zu haben. 32,8 % der Befragten nutzen Lebensmittelabfälle für den eigenen Haushalt als Tierfutter oder zur Kompostgewinnung.

91,3 % der Befragten sind bereit, Lebensmittelabfälle getrennt in einem speziellen separaten Müllcontainer zu sammeln, wenn sie wissen, dass es in der Stadt eine Kompostierstation gibt. 60,5 % der Befragten sind bereit, aus Lebensmittelabfällen gewonnenen Kompost als Dünger auf dem eigenen Grundstück zu verwenden.

---

[4] „Analyse des aktuellen Abfallwirtschaftssystems: p. 1.1 Analyse des aktuellen Abfallwirtschaftssystems in der Stadt Uschhorod und p. 2.1. Analyse der Abfallwirtschaft im Verhältnis der Abfälle, die einem biologischen Abbau unterliegen, in der Stadt Uschhorod“ im Rahmen der Projektumsetzung „Beitrag zur ständigen Siedlungsabfallwirtschaft in der Stadt Uschhorod“ (Finanzhilfevereinbarung NAKOPA E-UKR.1-20 vom 14.11.2020), 2022

[5] Eurostat // http://surl.li/kjgck

[6] Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 „Über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien“ // https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/2008-98-ec.pdf

[7] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text

1.5 Vorgeschlagene technische Lösungen für die Bioabfallwirtschaft in der Stadt Uschhorod

Die Frage der Verarbeitung von Bioabfällen und des Verbrauchs der Produkte ihrer Verarbeitung betrifft wichtige soziale, wirtschaftliche und ökologische Zusammenhänge, die einer umfassenden Regulierung bedürfen.

1.5.1 Gestaltung von Veranstaltungen für Aufklärungskampagnen

Basierend auf den Ergebnissen der Bewertung von Verhaltensaspekten, die mit Hilfe einer soziologischen Befragung von Bewohnern der Stadt Uschhorod geklärt wurden, lassen sich folgende Schlussfolgerungen formulieren und entsprechende Maßnahmen formulieren:

1. Es besteht ein hohes Maß an potenzieller Beteiligung der Bevölkerung an künftigen Innovationen im Abfallmanagement. Die Bevölkerung ist bereit, die Einführung einer getrennten Sammlung von Bioabfällen und die Einrichtung einer Kompostierstation zu unterstützen. Ein Teil der Bevölkerung ist bereit, den erhaltenen Kompost entsprechender Qualität für den eigenen Haushaltsbedarf zu verwenden.
2. Bioabfälle machen den größten Anteil des Hausmülls aus. Wenn Sie daher mit der Erstellung von Maßnahmen für Aufklärungskampagnen zum umweltgerechten Abfallmanagement auf Haushaltsebene beginnen, können Sie mit Maßnahmen beginnen, die auf die Reduzierung des Anteils an Bioabfällen abzielen.
3. Aufklärungskampagnen sollten Folgendes umfassen:
   a) Ermutigung der Bürger zu geplanten Einkäufen;
   b) Ermutigung, den Kühlschrank regelmäßig zu überprüfen (Erinnerungen, Schaffung eines symbolischen Kühlschranktags usw.);
   c) Aufmerksamkeit für gesunde Ernährung und Esskultur;
   d) Aufklärungsaktivität über die Unzulässigkeit des Wegwerfens noch nicht abgelaufener Lebensmittel;
   e) Förderung der Kompostierung in Haushalten auf Gehöften.
4. Es ist notwendig, einfache und klare Verhaltensregeln für die Bürger zur Abfallentsorgung in Haushalten zu schaffen. Diese Regeln sollten einfache Bestimmungen enthalten, die auf die Minimierung des Abfallaufkommens, die ordnungsgemäße Sammlung der Abfälle nach Art (Sammelstellen) und notwendige Quellen zusätzlicher Informationen sowie Kontaktdaten spezieller kommunaler Dienste abzielen. Diese Regeln können über die offiziellen sozialen Seiten lokaler Selbstverwaltungsorgane, spezielle städtische Anwendungen verbreitet oder in Papierform an die Bürger verteilt werden.

1.5.2 Vorgeschlagene Varianten des Bioabfallmanagementsystems

Mögliche Optionen für den Umgang mit Bioabfällen in der Stadt Uschhorod sind in Anhang A dargestellt.

Abholung und Transport

Das Vorhandensein einer großen Menge biologisch abbaubarer Abfälle (Abfälle aus Grünflächen, Lebensmittelabfälle) führt zu deren übermäßiger Ansammlung und der Notwendigkeit der Beseitigung durch die Bewohner und in der Folge zu einer Kontamination anderer Hausabfälle und getrennter Sekundärrohstoffe die sie außerdem bei der Einbringung in Hausmülldeponien zugesetzt werden, verschlechtern den ökologischen und hygienischen Zustand der Hausmülldeponie, da der biologische Abbau organischer Bestandteile des Hausmülls die Hauptursache für die Bildung von schädlichem Sickerwasser und Biogas ist Wanderungen in die umgebende Natur. Daher ist es wichtig, Bioabfälle, die je nach morphologischer Zusammensetzung des Hausmülls in der Stadt Uschhorod bis zu 40 % (nach Masse) ausmachen können, vom Gesamtvolumen des Hausmülls durch *getrennte Sammlung* und *getrennten Transport* zu trennen Abfallentsorgungsanlage. Dementsprechend ist die Einführung anderer Methoden zur Verarbeitung dieser Abfälle in der Stadt Uschhorod erforderlich

Verarbeitung von Bioabfällen

Derzeit besteht in der Stadt Uschhorod ein dringender Bedarf an der Einführung moderner Technologien zur Behandlung von Bioabfällen, einschließlich städtischer und gewerblicher Abfälle aus Grünflächen und eines Teils der Bioabfälle aus gemischtem Hausmüll. Eine der vorrangigen Entwicklungsrichtungen im Bereich der Bioabfallwirtschaft ist der Einsatz biologischer Verarbeitungsmethoden (aerobe Kompostierung und anaerobe Fermentation), die es ermöglichen, das Abfallvolumen unter Gewinnung von Zielprodukten (einschließlich der Rückführung eines Teils der organischen Materialien zur Wiederverwendung) zu reduzieren und die Abfallmenge, die auf Hausmülldeponien entsorgt werden muss, deutlich zu reduzieren.

Festlegung der Bioabfallverarbeitungsmethode

Im Jahr 2023, für die Bedingungen der Stadt Uschhorod, basierend auf den oben genannten Beschreibungen der gängigsten Methoden der Bioabfallbehandlung, der verfügbaren Menge an Anfall und Zusammensetzung der Bioabfallbestandteile in der Stadt Uschhorod, der Verwendung der anaeroben Fermentation Die Bioabfalltechnologie ist aufgrund der besonderen Anforderungen an den Betrieb der Anlagen und der hohen Kosten für die Implementierung und den weiteren Betrieb nicht praktikabel. Anlagen zur anaeroben Vergärung von Bioabfällen sollten an Orten errichtet werden, an denen technische Kommunikationsmittel vorhanden sind, die Zugang zum Stromversorgungsnetz haben, und wenn möglich auch in der Nähe der Anfallgebiete der entsprechenden Abfälle. Hinsichtlich der klimatischen Bedingungen gibt es keine Einschränkungen. Bei kalten klimatischen Bedingungen müssen Fermentationsreaktoren jedoch mit einer Wärmedämmung ausgestattet und beheizt werden (insbesondere bei thermophilen Prozessen). Für Regionen mit hohem Wasserdefizit ist diese Technologie nicht geeignet. Langfristig, wenn die wirtschaftliche Machbarkeit festgestellt ist, ist die Einführung der Methode der anaeroben Vergärung von Bioabfällen, die eine erneuerbare Energiequelle darstellt, möglich.

Daher ist die Kompostierung die vorrangige Methode zur Behandlung getrennt gesammelter Bioabfälle (kommunale und gewerbliche Abfälle aus Grünanlagen und biologisch abbaubare Abfälle), die die Eigenschaft haben, einer anaeroben oder aeroben Zersetzung zu unterliegen. Dies erklärt sich durch das Vorhandensein eines großen Anteils von Bioabfällen in der Zusammensetzung des Hausmülls, die niedrigsten Kapitalinvestitionen und Betriebskosten im Vergleich zu alternativen Methoden der Abfallbehandlung (Müllverbrennung, Deponierung von Hausmüll) und die Einhaltung von Umweltvorschriften Sicherheitsanforderungen. Der Hauptunterschied zwischen dieser Methode und der Biostabilisierung von gemischtem Hausmüll besteht darin, dass für die Herstellung von hochwertigem Kompost, der für verschiedene Zwecke verwendet (und von der Deponie entfernt) werden kann, getrennt gesammeltes Material erforderlich ist, um eine Kontamination des Endprodukts zu vermeiden.

In der Anfangsphase der Umsetzung des Bioabfallmanagementsystems in der Stadt Uschhorod kann mit der Verarbeitung mit einer relativ einfachen Methode begonnen werden, beispielsweise mit der zentralen Kompostierung getrennt gesammelter städtischer und gewerblicher Grünabfälle (Abfälle aus der Landschaftsgestaltung, Gärten usw.) und ähnliche Abfälle, die nur minimale Vorbehandlung erfordern und hochwertigen Kompost produzieren, der als Bodenverbesserer verwendet werden kann und für den Einsatz in der Landwirtschaft und für andere Zwecke geeignet ist. Darüber hinaus können einige Bewohner einzelner Gebäude in der Stadt Uschhorod (Häuser des privaten Sektors) mit eigenem Grundstück die Lagerung (Kompostierung) von Abfällen aus Grünflächen (abgefallenes Laub, Grasschnitt und Äste nach dem Baumschnitt im Herbst und Frühjahr) in ihren eigenen Höfen organisieren. Daher wird vorgeschlagen, eine getrennte Sammlung von Bioabfällen für die Bewohner einzelner Gebäude einzuführen. Dazu gehört die Anregung und Ermutigung der Bewohner durch die kommunalen Selbstverwaltungen zur getrennten Sammlung und Kompostierung von Bioabfällen in privaten Haushalten durch die Installation einzelner Komposter in den Höfen der Haushalte (Abb. 1.2) und gleichzeitiger intensiver Informationsarbeit mit der Bevölkerung.

Abbildung 1.2 – Individueller Komposter der industriellen Produktion

Die Anzahl und Parameter der einzelnen Kompostierungsgeräte werden von den Hausbesitzern je nach Bedarf festgelegt. Für einen Haushalt mit 2-3 Personen empfiehlt sich ein Einzelkomposter mit einem Fassungsvermögen von 1 m3. Durch die Förderung privater Anwohner ist es möglich, bis zum Jahr 2030 bis zu 10 % der Bevölkerung für die Kompostierung in städtischen Haushalten zu gewinnen. Dadurch werden etwa 5 % des Gesamtaufkommens an Hausmüll beseitigt. Ein weiterer Teil des in der Privatwirtschaft anfallenden Bioabfalls wird in einem „grauen“ Container mit gemischtem Abfall in die Hausmüllsammlung gelangen.

Zu den Abfällen, die in den ersten Phasen der Umsetzung der Methode kompostiert werden, zählen zunächst Abfälle aus Grünflächen (Blätter, junges Schnittgut, Gartenabfälle aus Haushalten) und getrennt gesammelte Lebensmittelabfälle (hauptsächlich Küchenabfälle und Essensreste, die meist feinkörnig sind, einen hohen Feuchtigkeitsgehalt und ein niedriges C/N-Verhältnis haben und sich daher ideal mit Grünabfällen vermischen lassen).

Die Hauptvoraussetzung für die Gewinnung von kommerziellem Kompost ist die Notwendigkeit, kompostierbare Abfälle getrennt zu sammeln und eine Vermischung mit anderen Arten von Hausmüll auszuschließen. Falsch gesammelter Bioabfall, der Kunststoff, Glas oder Metall enthält, ist nicht für die Kompostierung geeignet. Die Kompostierung von gemischtem Hausmüll kann als Vorstufe vor der Abfallentsorgung eingesetzt werden.

Das Vorhandensein von Schadstoffen in den Rohstoffen ist nicht zulässig. Eine zusätzliche Verarbeitung der Rohstoffe vor der Kompostierung ermöglicht eine Verbesserung ihrer Qualität, gewährleistet jedoch nicht die Auswahl von Fraktionen aus gemischtem Hausmüll, die hohe Anforderungen an die Reinheit des Komposts erfüllen. Die erforderliche mechanische Vorbehandlung kann folgende Vorgänge umfassen: Abtrennung von Verunreinigungen und Verunreinigungen; Zerkleinerung; Branche der Metalle. Darüber hinaus ermöglicht die mechanische Vorverarbeitung die Erzielung des optimalen C/N-Verhältnisses und der notwendigen Struktur des Kompostierungsausgangsmaterials durch die Kombination verschiedener Bioabfälle – Blätter (reich an Kohlenstoff, arm an Stickstoff) können mit Lebensmittelabfällen (reich an Stickstoff) kombiniert werden. Dadurch kann die Menge an freigesetztem Ammoniak in den ersten Phasen der Kompostierung reduziert werden.

Die Bioabfallkompostierung sollte zunächst mit getrennt gesammelten Grünabfällen erfolgen, die ausschließlich in der Stadt Uschhorod anfallen. Zukünftig ist es notwendig, die Liste der von der Kompostierstation zur Verarbeitung angenommenen Abfälle sukzessive um getrennt gesammelte andere Siedlungs- und Gewerbeabfälle zu erweitern, die sich am besten für die Kompostierung eignen, und eine Möglichkeit zur Annahme von Bioabfällen aus anderen Gemeinden zu schaffen. Auf diese Weise wird der erzeugte Bioabfall in ein sichereres und stabileres Produkt umgewandelt.

Für die weitere Berichterstattung auf regionaler Ebene über die Erfüllung der in der Nationalen Abfallwirtschaftsstrategie in der Ukraine bis 2030 [8] festgelegten Ziele ist die Einrichtung eines Systems zur Abrechnung (Berechnung) der zu kompostierenden Bioabfälle erforderlich.

Angesichts der geringen Dichte getrennt gesammelter Grünabfälle ist der Transport zu einer entfernten Verarbeitungsanlage, beispielsweise zu einer regionalen Abfalldeponie, wirtschaftlich unpraktisch. Daher besteht die Möglichkeit einer zentralen Kompostierung getrennt gesammelter Grünabfälle in der Schaffung einer solchen Anlage (Kompostierungsstation) auf dem Gebiet der Stadt, wo sie angeliefert und zerkleinert werden. Die resultierenden Rohstoffe werden dann zu Kompostreihen geformt und durch natürliche Prozesse, die durch periodisches Wenden unterstützt werden, zum endgültigen Kompost zersetzt. Das Endprodukt wird ein hohes Potenzial für die Verwendung in der Pflanzenproduktion und im Gartenbau haben.

In der ersten Phase der Umsetzung des getrennt gesammelten Bioabfallmanagementsystems werden die Einnahmen aus dem Verkauf von Kompost Null sein. Um das Bioabfallmanagementsystem zu verbessern und seine Wirtschaftlichkeit zu steigern, müssen daher zusätzlich lokale Kompostmärkte für die Möglichkeit seiner Umsetzung entwickelt werden. Es ist auch ratsam, den Kompost entsprechend den spezifischen Bedürfnissen des Marktes vorzubereiten, indem verschiedene Arten von kompostiertem Humus oder andere natürliche Zusatzstoffe hinzugefügt werden, die den resultierenden Kompost verbessern können.

1.5.3 Bewertung bestehender Kompostierungstechnologien

Das Spektrum der Kompostierungstechnologien ist äußerst breit gefächert und reicht von einfach bis technisch komplex und präzise gesteuert. Es gibt zwei grundsätzlich unterschiedliche Kompostierungssysteme: offene (seitliche) und geschlossene Systeme. Der Hauptunterschied zwischen den Systemen ist in der Tabelle 1.10 dargestellt.

Tabelle 1.10 – Vor- und Nachteile offener und geschlossener Kompostierungssysteme

	Offene Systeme	**Geschlossene Systeme**
Vorteile	- geringes Investitionsvolumen - niedrige Betriebskosten	- optimales Management - gezielte Emissionsregulierung - schneller Kompostierungsprozess
Nachteile	- häufige Probleme mit unangenehmen Gerüchen - langer Kompostierungsprozess - ohne zusätzliche Maßnahmen, starke Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit)	- hohes Investitionsvolumen

Eine Kombination aus offenen und geschlossenen Kompostierungssystemen auf demselben Standort ist üblich. Für die Vorkompostierung sind geschlossene Systeme besser geeignet, für die Endzersetzung und Reifung des Komposts kommen offene Systeme zum Einsatz. Ein Kriterium für die Wahl einer Kompostieranlage ist bei der Planung der Errichtung einer Kompostieranlage stets die optimale Nutzung des vorhandenen Raumes unter Berücksichtigung des erhöhten Planungs- und Abdeckungsaufwands.

Mit zunehmender Komplexität der Verarbeitungstechnologie steigen die Kosten, aber auch die Leistungsfähigkeit der Technologie und der Wert des Ausgangsmaterials.

Die Kompostierung ist die einfachste Art der Entsorgung und Verwertung von Bioabfällen. Wenn die Entsorgung auf Deponien 50-100 Jahre dauert, dauert die Kompostierung je nach klimatischen Bedingungen 6-18 Monate. Die einfachste Möglichkeit ist der Einsatz einzelner Komposter auf Privatgrundstücken einzelner Gebäude in der Stadt (Privathäuser).

[8] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80

Nachfolgend sind die wichtigsten technischen Lösungen zur Abfallkompostierung aufgeführt.

Geschlossene Kompostierungssysteme

Die Kompostierung erfolgt in einem teilweise geschlossenen Raum, um Emissionen aus der Verarbeitungsanlage zu verhindern. Der Bau erfordert erhebliche Kosten, daher wird nur die Phase der intensiven Zersetzung von Bioabfällen in einem geschlossenen Raum durchgeführt.

Kompostierung im Tunnel und in Reihen (Mieten)

Eine der möglichen Optionen für geschlossene Kompostierungssysteme ist die Kompostierung in einem Tunnel und in geschlossenen Reihen (Miete) (unter Folie, Blechen usw.), was ein quasi-dynamisches Verfahren darstellt. Die zersetzenden Materialien werden während des Prozesses mehrmals gerührt und ruhen gelassen. Die Kompostierung im Tunnel erfolgt in einer kubischen Betonkonstruktion. Der Zersetzungsprozess erfolgt in der Regel kontinuierlich, es ist jedoch auch ein sequenzieller Prozess möglich.

Komposttunnel verfügen über eine im oberen Teil geschlossene Prozesskammer zur Kompostierung und in Kompostreihen (Miete) wird das Material zwischen zwei Betonwänden ohne Dach gelagert (Abb. 1.3, *a*, *b*).

a *b*

Abbildung 1.3 – Ein Beispiel für die Kompostierung in einem Tunnel (*a*) und in Reihen (Miete) (*b*)

In der Praxis wird ein System mit einer Breite von 3-5 m verwendet. Die Länge des Tunnels kann unterschiedlich sein, normalerweise beträgt sie 20-50 m. Reihen (Miete) können bei einem nicht belüfteten System bis zu 2,2 m lang sein und 3,5 m mit belüftetem System. Das Kompostmaterial wird von einer automatischen Vorrichtung umgedreht, die sich entlang eines Tunnels oder einer Reihe (Miete) bewegt. Das Gerät sorgt für Lockerung und Befeuchtung des Materials, die Verdichtung (Verklumpung) wird ausgeglichen und der Kompost vom Eingang zum Ausgang des Tunnels transportiert (kontinuierliche Methode).

Optional ist ein automatisches Befüll- und Entladesystem erhältlich, und wenn der Tunnel oder die Reihe breit genug ist, kann ein Frontradlader eingesetzt werden. Vorteilhaft ist die Kombination mit einem belüfteten Boden zur Sauerstoffzufuhr, was sich positiv auf den Zersetzungsprozess auswirkt. Wenn die Tunnel nahe beieinander liegen, ist die Platzersparnis enorm, der beengte Raum wird minimiert. Normalerweise liegt die Einwirkzeit des Kompostmaterials in einem flexiblen Bereich von Tagen – bis zu 4 Wochen.

Die Kompostierung in geschlossenen Reihen (Miete) vereint die Vorteile offener und geschlossener Kompostierungssysteme, bezieht sich auf Methoden der beschleunigten

Kompostproduktion (im Durchschnitt dauert der Prozess 30 Tage), verfügt über verschiedene technische Möglichkeiten, zeichnet sich durch niedrige Verarbeitungskosten und niedrige Baukosten aus mit vollständiger Kontrolle der Emissionen sowie der Qualitätseigenschaften von Kompost.

Eine solche Variante der technischen Ausführung wie die Kompostierung in mit Blechen abgedeckten Reihen (Abb. 1.4) weist die in der Tabelle 1.11 angegebenen geschätzten geometrischen Eigenschaften des Anlagendesigns und der Bioabfallreihe auf.

Abbildung 1.4 – Anlage zur Kompostierung in mit Blechen abgedeckten Reihen

Tabelle 1.11 – Gestaltungsmerkmale für die Kompostierung

Parametername	Parameterwert
Reihenhöhe, m	3,5
Die Breite der unteren Basis der Reihe, m	4,0
Die Breite der oberen Basis der Reihe, m	2,0
Querschnittsfläche, m²	10,5
Länge einer Reihe, m	50,0
Gesamtfläche einer Struktur, m²	200,0

Die Bioabfallkompostierung in den mit Blechen abgedeckten Mieten dauert 4 Wochen und umfasst die Verlegung einer Reihe perforierter Rohre mit einem Durchmesser von 50-100 mm und Lochgrößen von 8-10 mm sowie einer Luftzufuhr von 15 bis 25 m³ /h pro 1 Tonne Bioabfall.

Für einen aktiven Kompostierungsprozess wird empfohlen, die optimale Luftfeuchtigkeit in der Reihe auf einem Niveau von nicht weniger als 60 % zu halten. Sinkt die Temperatur in der Mitte der Reihe, sollte diese angefeuchtet werden, bis die optimale Luftfeuchtigkeit erreicht ist, indem die Reihe bewässert wird (in den meisten Fällen mit Filtrat, das während des technologischen Zyklus entstehen kann). Bei der Vorbereitung des fertigen Komposts für den Verkauf wird dieser gesiebt, um die Reste anorganischer Substanzen zu entfernen.

Eine Variante der technischen Ausführung – die Kompostierung in Reihen unter Verwendung einer Membran (Abb. 1.5) als Schutz vor Geruchsfreisetzung – erfolgt durch Installation einer semipermeablen Membran auf statischen Kompostierblöcken, die mit einer Zwangsbelüftungssystem kombiniert werden muss. Bei Bewässerungsmanipulationen muss die Membran entfernt werden – das heißt, kurzfristig ist die Freisetzung von Gerüchen und Staub (Bioaerosole) nicht zu verhindern. Eine semipermeable Membran kann einen erheblichen Beitrag zur Geruchsreduzierung im Kompostierungsprozess leisten, aufgrund des Aufwands bei der Handhabung und dem periodischen Wenden ist diese Art der Kompostierung jedoch in der Regel nicht wirtschaftlich.

Abbildung 1.5 – Kompostierung in Mieten mit Membran
(Quelle: https://www.compost-systems.com/en/solutions/windrow-composting-membrane)

Kompostierung in einer Trommel

Ein weiteres geschlossenes Kompostierungssystem ist die Trommelkompostierung, bei der der Zersetzungsprozess dynamisch erfolgt, da sich das Material kontinuierlich in einem horizontalen zylindrischen Behälter bewegt, der sich um seine Achse dreht (Abb. 1.6).

Der Standarddurchmesser der Biotrommel beträgt je nach Hersteller 1,5-5 m, die Länge 20-100 m. Ein Nebeneffekt der Trommel ist die Degeneration des Ausgangsmaterials

Abbildung 1.6 – Beispiele für ein geschlossenes Kompostierungssystem in einer Biotrommel
(Quelle: https://tehnix.hr/en/)

Computergesteuerte Luft- und Wassersysteme werden in der Regel ebenfalls automatisch gesteuert. Die Befüllung der Systeme kann durch mobile Lader oder ein festes Bandsystem erfolgen.

Die normale Dauer der Trommelkompostierung liegt zwischen 48 Stunden und 7 Tagen. Dabei kommt es auf den Einsatz von Hilfsmitteln, beispielsweise oberflächenaktiven Substanzen, an, um den Prozess zu beschleunigen. Freigesetztes Material ist in der Regel sehr locker, daher wird eine Prüfung auf Verunreinigungen unmittelbar nach der Freigabe empfohlen.

Aufgrund des Einsatzes von Geräten und Hilfsmitteln ist die Umsetzung des Systems aufwendig.

Kompostierung in einer Kiste oder einem Behälter

Ein ebenfalls weit verbreitetes geschlossenes Kompostierungssystem ist die Kompostierung mittels Kompostbox oder -container.

Die Boxkompostierung (Abb. 1.7) erfolgt in einer speziellen festen Kompostbox aus Beton oder Metall, die über eine Belüftung und einen Trockenboden sowie oft über ein automatisches Befeuchtungssystem verfügt, das die geschlossene Box mit Sauerstoff und Feuchtigkeit versorgt. Der Kompostkasten ist eine individuell steuerbare Anlage in kompakter Bauweise und in verschiedenen Standardgrößen zur statischen Kompostierung von Bioabfällen, bei der die Bewegung auf das Mischen oder Auflockern des Materials reduziert werden kann.

Abbildung 1.7 – Ein Beispiel für ein geschlossenes Kompostierungssystem in einer Box (Quelle: https://www.compost-systems.com/en/solutions/box-composting)

Der Kompostkasten ist allseitig geschlossen, hat eine längliche und rechteckige Form und wird horizontal eingebaut. Ein System mit einer Breite von 2-6 m, mit einer möglichen Länge der Box von 5 bis 30 m. Die Füllhöhe mit Bioabfall variiert von 1,5 bis 3 m. Der Einsatz einer Kompostbox ist dabei besonders vorteilhaft erste Stufe der Kompostierung mit intensivem Geruch. Es besteht die Möglichkeit, die Belüftung des Kompostkastens mit Hilfe einer Absaugung oder Absaugung sowie mit Hilfe einer Umluft zu organisieren. Die Reinigung der Abluft kann mit Biofiltern oder semipermeablen Membranen erfolgen.

Die Kompostierung im Container (Abb. 1.8) erfolgt in einem mobilen Kompostbehälter aus Metall, der wie eine Kompostbox mit einem Belüftungs- und Befeuchtungssystem ausgestattet ist. Eine Variante mit dynamischem Kompostierungsprozess und interner Komponentenmischung ist auch als statisches System erhältlich.

Die Containertechnik ist eine moderne Lösung zur Behandlung von Bioabfällen, kann durch die geschlossene Bauweise mit intelligenten Softwarelösungen, aktiver Prozessüberwachung und Geruchskontrollsystemen ausgestattet werden und verfügt über unterschiedliche Ausführungslösungen für unterschiedliche Logistikanforderungen und erhöhte Logistikflexibilität.

Das Befüllen und Entleeren von Kompostboxen und -behältern erfolgt über einen mobilen Belader, daher sind große Abfallbehandlungsanlagen speziell mit automatischen Geräten ausgestattet. Der laufende Kompostierungsprozess wird von einem computergesteuerten System gesteuert, ohne dass manuelle Eingriffe möglich sind.

Abbildung 1.8 – Beispiele für ein geschlossenes Kompostierungssystem in einem Behälter (Quellen: https://tehnix.hr/en/ und https://www.compost-systems.com/en/solutions/container-composting)

Offene Kompostierungssysteme

In einem offenen Kompostierungssystem ist das Kompostmaterial nicht von der Umwelt isoliert, es wird aufgrund der geringen Implementierungskosten und der Möglichkeit einer einfachen Prozesskontrolle normalerweise für kleine Kompostierungskapazitäten verwendet.

Kompostierung in offenen, unverstärkten Mieten

Die hinsichtlich möglicher Kosten einfachste technische Lösung ist die Kompostierung in offenen unbefestigten Mieten, wobei Bioabfälle direkt auf der obersten Bodenschicht (ohne Bodenverdichtung) kompostiert werden (Abb. 1.9). Allerdings sind in diesem Fall besondere Anforderungen an den Standort zu beachten (z. B. Schutz des Grundwassers).

Abbildung 1.9 – Kompostierung in offenen, unverstärkten Mieten (Quelle: https://www.compost-systems.com/en/solutions/open-unpaved-windrow-composting)

Kompostierung in offenen, verstärkten Mieten

Die häufigste Variante der offenen Kompostierung ist die Haufenkompostierung auf einer verstärkten Unterlage (Abb. 1.10). Je nach Material, Standort und Anlage können zusätzliche besondere Maßnahmen zur Emissionskontrolle erforderlich sein (Abschirmung der Seiten, Belüftungssystem, Begrenzung der Größe und Art der Seite, Sammlung von Filterwasser, Eggen der Seiten).

Abbildung 1.10 – Kompostierung in offenen, verstärkten Mieten
(Quelle: https://www.compost-systems.com/en/solutions/open-paved-windrow-composting)

Bei der Kompostierung von Bioabfällen mithilfe eines **Dreiecksdamms** (Abb. 1.11) wird ein für einen Dreiecksdamm spezifischer Raucheffekt genutzt. Heiße Luft aus dem Grat steigt nach oben, an der Unterseite wird durch Ansaugen Frischluft angesaugt, wodurch ein natürlicher Luftstrom durch den Grat entsteht, der in Kombination mit einem günstigen Verhältnis von Oberfläche zu Volumen des Grates sorgt für eine effektive Belüftung.

Der Raucheffekt funktioniert nur bei sehr sperrigem Material, wie zum Beispiel Abfällen von Baumschnitten, und die Höhe des Damms kann bis zu 3 m betragen. Bei der Zugabe von nassen Materialien, wie zum Beispiel organischen Fraktionen von Abfällen oder Klärschlamm, kann die Höhe des Damms bis zu 3 m betragen sollte auf 1,5 bis 2 m begrenzt sein. Regelmäßiges Umkippen des Firsts verhindert dessen Setzung und bildet Luftkanäle und gewährleistet außerdem die Lockerheit der Struktur des Firsts mit gleichmäßiger Luftströmung durch seinen Kern.

Abbildung 1.11 – Offenes Kompostiersystem in Dreiecksdammen
(Quelle: https://tehnix.hr/en/)

Die optimale Zersetzung des Kompostmaterials erfolgt in kurzer Zeit. Neben dem Vorteil einer erhöhten automatischen Belüftung des Firsts im Vergleich zu einem trapezförmigen oder flachen First haben Dreiecksfirste aufgrund der geringen Größe des Firsts den Vorteil einer gezielten sequentiellen

Bearbeitung. Dadurch kann das gesamte während einer Woche gesammelte Kompostmaterial in einem separaten Damm zusammengefasst und getrennt von dem Material behandelt werden, das in der folgenden Woche anfällt. Durch die Zusammenführung von Material aus mehreren Wochen zu einem flachen Damm werden die zu wendenden Damme tatsächlich verschoben, was sich auch positiv auf die Betriebskosten der Verarbeitungsanlage auswirkt. Ein weiterer Vorteil von Dreiecksfirsten ist die effiziente Ableitung von Regenwasser. In der Praxis zeigt sich, dass Wasser nur 20 cm in den First eindringt und große Mengen Regenwasser einfach an den Seiten herunterfließen.

Ein dreieckiger und flacher Komposthaufen (Abb. 1.12) hat im Vergleich zu einem trapezförmigen Komposthaufen eine effizientere Volumenleistung, da das Material in Schichten ohne Hohlräume und Hohlräume verlegt werden kann, was eine höhere Wärmespeicherung bei Kälte bedeutet. Allerdings hat dieser Vorteil im Kompostierungsprozess mehrere Nachteile, nämlich, dass der Raucheffekt zur automatischen Seitenbelüftung in diesem Fall nicht funktioniert. Wird die Miete nicht ausreichend mit Sauerstoff versorgt, wird sie nicht richtig gewendet, dann verlängert sich dadurch die Kompostierungszeit und die Geruchsbelästigung nimmt durch die Aktivierung anaerober Prozesse zu. Im Miete-Kern kann es zu einer Überhitzung kommen, die sich auf die Verringerung der mikrobiellen Aktivität auswirkt. Darüber hinaus gelangt das gesamte Regenwasser auf die ungeschützten Mieten, was zu Staunässe und Erdrutschen der Miete führen kann. Aus diesem Grund sind kontrollierte Zersetzungsprozesse in einer flachen Miete schwieriger und benötigen viel mehr Zeit für den Materialabbau als in einer dreieckigen Miete.

Abbildung 1.12 – Offenes Kompostierungssystem mit dreieckigen und flachen Mieten (Quelle: https://tehnix.hr/en/)

Lässt sich aus Platzgründen eine Kompostierung mit flacher gerader Kante nicht vermeiden, muss mit Hilfe einer aktiven Belüftung für eine ausreichende Frischluftzufuhr gesorgt werden. Der Niederschlagseffekt wird durch das übliche Umkippen verhindert, da sonst die gleichmäßige Frischluftzufuhr gefährdet ist. In regenreichen Gebieten empfiehlt es sich, Kompostierplätze unter dem Dach anzulegen, um Überschwemmungen zu vermeiden.

Kompostierung in Randsteinen unter dem Dach

Anders als bei der Kompostierung in offenen und verstärkten Mieten wird bei der Kompostierung unter dem Dach (Abb. 1.13) das Filterwasser nicht durch Niederschläge verdünnt, was die Eluatmenge deutlich reduziert. Regenwasser wird separat gesammelt und kann unbehandelt eindringen. In heißen Klimazonen bietet das Dach zusätzlichen Schutz vor Austrocknung. Darüber hinaus kann auf dem Dach ein automatisches Bewässerungssystem installiert werden, um den erforderlichen Feuchtigkeitsgehalt des Komposts aufrechtzuerhalten.

Bei der Kompostierung in Mieten mit natürlicher Belüftung und Durchmischung wird davon ausgegangen, dass das Bioabfallgemisch nicht von der Umgebung isoliert wird. Die Dauer des Technologiezyklus beträgt 6 Wochen. Die geometrischen Eigenschaften der Bioabfallhaufen sind in der Tabelle 1.12 dargestellt.

Abbildung 1.13 – Das Erscheinungsbild der Kompostierungsanlage in den Mieten unter dem Dach (Quellen: https://www.compost-systems.com/en/solutions/sheltered-windrow-composting und https://tehnix.hr/en/)

Abbildung 1.12 – Merkmale der Mieten

Parametername	Wert
Reihenhöhe, m	2,0
Die Breite der unteren Basis der Seite, m	3,3
Die Breite der oberen Basis der Seite, m	0,9
Querschnittsfläche, m²	4,2
Länge einer Miete, m	145,0

Basierend auf den Ergebnissen der Analyse und Bewertung verschiedener bestehender Kompostierungstechnologien wurde festgestellt, dass es sich bei der Kompostierung um einen flexiblen Prozess handelt, der sowohl einfach als auch hochtechnologisch in der Umsetzung sein kann.

Die endgültige Auswahl der Kompostierungstechnologie sollte anhand mehrerer Kriterien in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten getroffen werden (unter Berücksichtigung natürlicher und klimatischer Bedingungen, hygienischer Bedingungen sowie quantitativer und qualitativer Parameter organischer Stoffe, hygienischer und hygienischer Anforderungen, Anforderungen an die Verwendung des Endprodukts, technischen Fähigkeiten von Unternehmen usw.). Allerdings müssen die Technologien zunächst über positive Umsetzungserfahrungen in anderen Ländern und in der Ukraine verfügen, um einen effektiven und wirtschaftlich sinnvollen Umgang mit Bioabfällen zu gewährleisten.

ABSCHNITT II. UNTERSUCHUNG DER VERFÜGBAREN PLÄTZE FÜR GEEIGNETE TECHNISCHE LÖSUNGEN FÜR DIE BIOABFALLVERWALTUNG IN DER STADT USCHHOROD

2.1 Merkmale des Standorts von Kompostierungsanlagen

Standorte und Anlagen zur Kompostierung können flächendeckend errichtet werden, vorzugsweise jedoch in der Nähe der Entstehungsorte der entsprechenden Abfälle. Stellplätze dürfen nicht an Hängen mit einer Neigung von mehr als 10 % sowie in unmittelbarer Nähe von Tälern und Stauseen platziert werden. Es ist wünschenswert, Kompostierplätze und -strukturen in der Nähe von Verkehrsstraßen zu errichten, um den Abtransport und Verkauf von Kompostierprodukten zu organisieren. Ein- und Ausgänge sollten für die Zufahrt von Lastkraftwagen geeignet sein. Wie beim Bau der meisten Bioabfallverarbeitungsanlagen empfiehlt es sich, wegen unangenehmer Gerüche und Schädlingen einen gewissen Abstand zu Wohngebieten einzuhalten. Gemäß SHV 173-96[9] muss die Sanitär- und Schutzzone mindestens 300 m betragen.

2.2 Ermittlung der verfügbaren Standorte von Kompostierungsanlagen in der Stadt Uschhorod

Um das Problem der Bioabfallbewirtschaftung in der Stadt Uschhorod zu lösen, ist es notwendig, das entsprechende Gebiet zu bestimmen und ein geeignetes Unternehmen (Kompostierungsstation) zu gründen, in dem Anlagen zur Verarbeitung von Bioabfällen (Kompostierungsanlagen) aufgestellt werden.

2.2.1 Standort für die Errichtung einer Bioabfallverarbeitungsanlage

Es wird empfohlen, die Grundstücksfläche für den Standort der Bioabfallverarbeitungsanlage (Kompostierungsstation) gemäß den Anforderungen der GBN B.2.2-35077234-001[10] zu übernehmen. Die Fläche des Baugrundstücks beträgt künftig 0,18 Hektar, ohne Verwaltungs- und Wirtschaftsgebäude. Die Grenzen werden durch die Abmessungen des Geländes der Kompostierungsstation bestimmt, das umlaufend von einem Zaun umgeben wird.

Die Umsetzung des Projekts zum Bau einer Anlage zur Verarbeitung von Bioabfällen (Kompostierungsstation) für die Stadt Uschhorod wird innerhalb der Grenzen des innerhalb der Stadtgrenzen gelegenen Standorts vorgeschlagen:

- Alternative Nr. 1 – bei den Koordinaten 48.626280, 22.250021 (Abb. 2.1, *a*);
- Alternative Nr. 2 – bei den Koordinaten 48.606692, 22.316811 (Abb. 2.1, *b*).

Die empfohlenen Standorte der angegebenen Grundstücke auf dem Stadtgebiet (2 Optionen) sind in Anhang B aufgeführt.

2.2.2 Geplante Objekte und Strukturen der Bioabfallverarbeitungsanlage

Funktionelle Zonierung

Funktionale Zonierung des Geländes der Kompostierstation: Entladebereich (5 % der Fläche), gewerblicher Kompostlagerbereich (10 % der Fläche), Verarbeitungs- (Kompostierungs-) Bereich (75 %) und sonstige Flächen (10 % der Fläche).

Bioabfall-Kompostierungsstation inklusive:

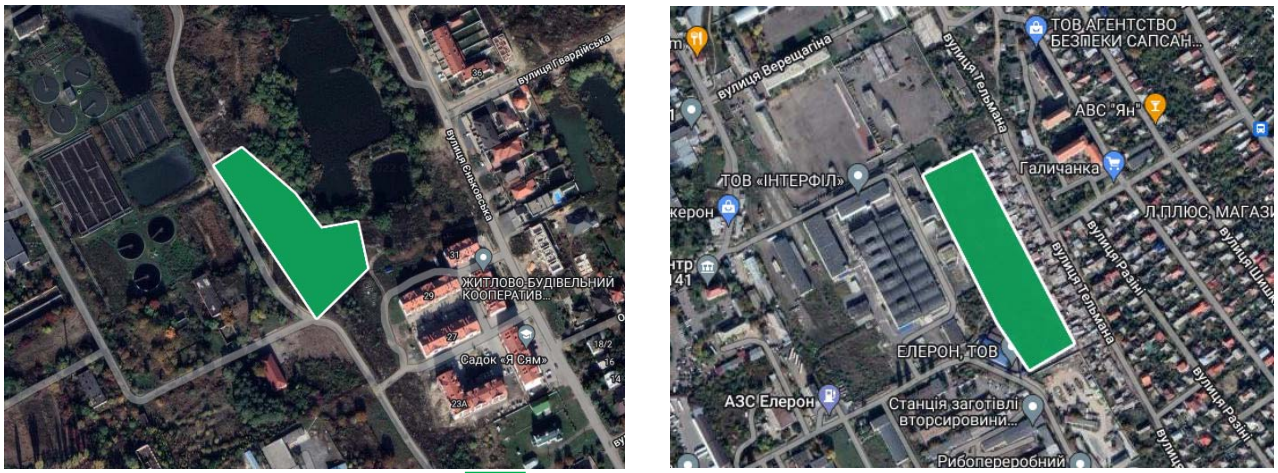
- Abteilung für Vorkontrolle von Rohstoffen (Mischungen) (zur Kontrolle des eingehenden Materials und Entfernung von Verunreinigungen, Mahlen, Zerkleinern, Sieben usw.);
- Belüftungsabteilung (zur Sättigung der Rohstoffe mit Sauerstoff und Freisetzung von Kohlenmonoxid);

[9] SHV 173-96 „Staatliche Hygienevorschriften für die Planung und Entwicklung von Siedlungen“ // http://surl.li/hivnz
[10] SBO B.2.2-35077234-001:2011 „Unternehmen zur Sortierung und Verarbeitung von festem Hausmüll. Anforderungen an die technologische Gestaltung“

- Abteilung für den Kompostierungsprozess - je nach Technologieoption – Tunnel, Seiten- oder Stapelreihen (Umsetzung der Phase der intensiven Rotte und der Phase der Reifung);
- Abteilung für das Mahlen und Sieben des fertigen Komposts (um das Niveau der festgelegten Anforderungen an die erhaltenen Rohstoffe zu erreichen und seine Qualität zu verbessern);
- Lagermöglichkeit für fertigen Kompost (rund um die Kompostierflächen platziert).

Die Breite der Einfahrten beträgt 5 m, die Durchgänge zwischen den Kompostreihen betragen 1,2 m.

Ein Beispiel für die Platzierung einer Kompostierungsstation auf dem Gelände ist in Abb. 2.2 dargestellt.



– Bioabfallkompostierungsstation

a *b*

Abbildung 2.1 – Lageplan für den Standort der Bioabfallbehandlungsanlage (Kompostierungsstation) für die Stadt Uschhorod

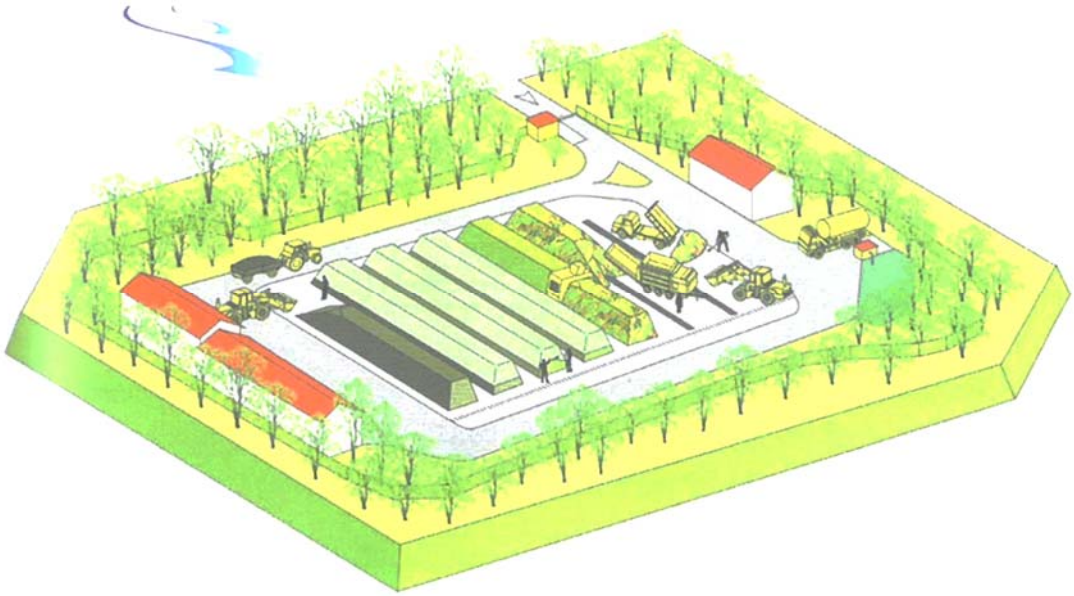


Abbildung 2.2 – Ein Beispiel für die Platzierung einer Kompostierstation auf dem Gelände (Quelle: https://tehnix.hr/en/)

Eine kurze Beschreibung der Eigenschaften der geplanten Objekte und Bauwerke

Der Entladebereich der Kompostierstation sollte eben und so geplant sein, dass er für die Zufahrt mit schweren Fahrzeugen geeignet ist. Es sollte nicht unter dem Dach platziert werden. Beim Umgang mit Geruchseinträgen kann ein eingezäunter und überdachter Bereich hilfreich sein. Bei der Standortplanung ist zu berücksichtigen, dass angeliefertes Material nicht immer leicht kompostierbar ist und daher Lagerflächen vorhanden sein müssen (z. B. für sperriges Material wie Äste und Baumschnitt).

Auch der Bereich *der Verarbeitungs-(Kompostierungs-) Fläche* der Kompostierstation muss geebnet werden, da dort schwere Fahrzeuge (Radlader, Kräne und Wender) zum Einsatz kommen, und muss in der Fahrtrichtung ein Gefälle von 1-2 % aufweisen der Rillen oder der Achse des Wenders, um einen ungehinderten Abfluss von Abwasser (Filtrat) oder Regenwasser zwischen den Kanten zu gewährleisten. Wenn die jährliche Niederschlagsmenge 700 mm/m² übersteigt oder wenn starke Regenfälle innerhalb von 24 Stunden 200 mm/m² überschreiten, wird empfohlen, die Kompostierfläche unter einem Dach zu platzieren. Regenwasser vom Dach muss getrennt vom Sickerwasser gesammelt werden. Da alle Bereiche mit dem Inputmaterial in Berührung kommen, muss das Kompostierungsmaterial ordnungsgemäß eingeebnet werden und über ein Sickerwassersammelsystem verfügen. Das gesamte gesammelte Oberflächenwasser muss in einen Sickerwassersammeltank geleitet werden.

Darüber hinaus ist bei der Standortplanung darauf zu achten, dass das Kompostierungsmaterial in der Desinfektionsphase (Rottephase) getrennt von bereits desinfiziertem Material gelagert wird. Im allgemeinen Bereich des Geländes sollten Bereiche zum Wenden der Seiten und Manövriermaschinen zum Wenden der Mieten vorgesehen sein.

Der Platzbedarf zum Mahlen und Sieben sollte mindestens 100 m² betragen. Außerdem sollte ein Reservebereich für gebrochenes und gesiebtes Material vorhanden sein.

Der Lagerbereich des gewerblichen Kompostes ist für die Lagerung von Fertigprodukten (Kompost) getrennt von anderen Bereichen der Kompostierstation vorgesehen. Um eine erneute Kontamination (aufgrund von eingehendem, nicht desinfiziertem Material und Kontamination durch umherfliegende Samen) zu verhindern, sollte sich die Kompostieranlage in einem geschlossenen Raum befinden. Die Größe des Lagers hängt vom Verkaufs- und Vertriebsvolumen des Endprodukts ab und kann aus der Berechnung der Kompostreifung von 3 bis 6 Monaten unter Berücksichtigung der geometrischen Parameter der Stapel und dementsprechend der Saisonalität entnommen werden Kompostnutzung. Fertiger Kompost kann durch Stapeln bis zu einer Höhe von 6 m gelagert werden, grundsätzlich jedoch unter Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit der eingesetzten Frontlader (in der Regel 3-4 m).

Für die Bedingungen der Stadt Uschhorod empfiehlt es sich, über ein offenes Kompostierungssystem nachzudenken, das im Vergleich zu einem geschlossenen mit geringeren Kapitalkosten verbunden ist. Gleichzeitig nimmt die Qualität des Komposts nicht ab.

Bei der offenen Methode der Kompostierung in Haufen mit passiver (natürlicher) Belüftung werden Bioabfälle in Haufen verschiedener Formen (dreieckig, trapezförmig oder flach) mit einer Höhe von 1,8 bis 3,0 m gelegt, deren Bildung mit einem Gabelstapler erfolgt. Bei der Lagerung in Behältern mit passiver Belüftung sollte das Rohmaterial eine durchschnittliche Partikelgröße von ca. 5 cm haben. Die durchschnittliche Dauer des Kompostierungsprozesses beträgt ca. 10–60 Wochen. Das resultierende Endprodukt (Kompost) wird gesiebt und für den Verkauf gestapelt/verpackt (kommerzieller Kompost). Nach der Kompostsiebung (Inert- und Ballastteile, Metallteile) wird der Kompost zur Entsorgung auf die Kläranlage geschickt.

Die empfohlenen Randparameter und Kompostierungsbedingungen für die Stadt Uschhorod sind in der Tabelle 2.1 dargestellt.

Tabelle 2.1 – Empfohlene Nebenparameter und Kompostierungsbedingungen

Größe der Miete						**Kompostierungszeitraum, Monate**
Höhe, M	**Länge, M**	**Die Breite der unteren Basis, m**	**Fläche hinter der unteren Basis, m²**	**Breite entlang der oberen Basis, m**	**Volumen, m³**	
2,5-3,0	10-50	3-4	30-200	2-3	65-525	2,5-7,0

ABSCHNITT III. FINANZANALYSE VERSCHIEDENER MÖGLICHKEITEN DER ABFALLBEWIRTSCHAFTUNG IN DER STADT USCHHOROD

3.1 Materialbilanz der Kompostierstation

Basierend auf den Mengen des Bioabfallaufkommens in der Stadt Uschhorod wurden die Berechnungsparameter der Stoffbilanz der Kompostierungsstation in der Stadt Uschhorod ermittelt (Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1 – Berechnete Parameter der Stoffbilanz der Kompostierstation

Parametername	Maßeinheiten	Parameterwert
Gesamtbevölkerung versorgt	Personen	115 542
Menge des erzeugten Hausmülls	t/Jahr	50 396
Auslegungskapazität der Kompostierstation (1 Schicht pro Tag) für 2025	t/Jahr	1 200
	%	100
Gewinnung von kommerziellem Kompost	t/Jahr	420
	%	≈ 35
Erhalt der Rückstände nach der Kompostierung (Entsorgung auf der Hausmülldeponie)	t/Jahr	180
Feuchtigkeitsverdunstung und Gasemissionen	t/Jahr	480
	%	40

Die Kapazität der Kompostierungsstation in Uschhorod kann 1.200 t/Jahr und im Jahr 2030 1.600 t/Jahr betragen.

Gemäß den Anforderungen der SBO B.2.2-35077234-001[11] an die angenommene Auslegungskapazität der Bioabfallkompostierungsstation wurde die in der Tabelle 3.2 aufgeführte Personalliste der Mitarbeiter des Unternehmens übernommen.

Tabelle 3.2 – Geschätzte Personalliste der Mitarbeiter der Bioabfall-Kompoststation

Nr	Beruf und Position	Geschätzte Anzahl der Positionen
1	Verwaltungs- und leitende Mitarbeiter	1
2	Meistertechnologe	1
3	Mechaniker	1
4	Operator	2
5	Gesamt	**5**

3.2 Vergleichende Analyse unterschiedlicher Möglichkeiten des Umgangs mit Bioabfällen in der Stadt Uschhorod

Die Einführung der zentralen Kompostierung getrennt gesammelter Bioabfälle in der Stadt Uschhorod erfordert Investitionen in die Standortvorbereitungs- und Verarbeitungsausrüstung, die ausreicht, um bis zu 1.600 Tonnen Bioabfälle pro Jahr zu verarbeiten.

Die geschätzten Kosten der Bauarbeiten hängen stark von den örtlichen Gegebenheiten ab. Für die Berechnungen wurden die Indikatoren der Sammlungen der Ressourcenelementschätzungsstandards für Reparatur- und Bauarbeiten verwendet[12]. Der Preis kann bei Festlegung der örtlichen Gegebenheiten festgelegt werden. Der Gehaltsfonds basiert auf dem

[11] SBO B.2.2-35077234-001:2011 „Gebäude und Strukturen. Unternehmen zur Sortierung und Verarbeitung fester Haushaltsabfälle. Anforderungen an die technologische Gestaltung“

[12] Geschätzte Normen der Ukraine. Standards zur Schätzung von Ressourcenelementen für Reparatur- und Bauarbeiten. Anweisungen zur Anwendung der Ressourcenelementschätzungsstandards für Reparatur- und Bauarbeiten (RESNr) // https://e-construction.gov.ua/laws_detail/2718383894184331215?doc_type=6

durchschnittlichen Gehalt in der Region Transkarpatien unter Berücksichtigung der akzeptierten Personalzahl der Kompostierstation (Tabelle 3.2).

Für die folgenden drei Bioabfallverarbeitungstechnologien wurde eine vergleichende Analyse verschiedener Möglichkeiten der Bioabfallbewirtschaftung, einschließlich sortierter städtischer und gewerblicher Grünabfälle der Stadt Uschhorod, durchgeführt (Tabelle 3.3):

- Option 1 (B1) – Bioabfallkompostierung in Reihen, abgedeckt mit einer Membran mit Metallrahmen;
- Option 2 (B2) – Bioabfallkompostierung in Tunneln;
- Option 3 (B3) – Kompostierung von Bioabfällen auf Deponien mit natürlicher Belüftung.

Tabelle 3.3 – Vergleichende Analyse verschiedener Möglichkeiten der Bioabfallbewirtschaftung in der Stadt Uschhorod (Stand Inbetriebnahme der Kompostierstation, 2025)

Nr	Eigenschaften von Indikatoren	Maßeinheit	B1	B2	B3
1	Die Menge des erzeugten Abfalls, die zur Verarbeitung an die Kompostierstation geschickt wird	t/Jahr	1 600	1 600	1 600
2	Menge des gewonnenen kommerziellen Komposts (40 % von Pos. 1)	t/Jahr	640	640	640
3	Die Menge an Siebstoffen (Inertmaterialien), die nach der Bioabfallverarbeitung übrig bleibt und auf der Deponie entsorgt werden muss (15 % von Punkt 1)	t/Jahr	240	240	240
4	Die Menge des Feuchtigkeitsverbrauchs (Filtrat, Verdunstung der Mischung) bei der Verarbeitung von Bioabfällen (45 % von Punkt 1)	t/Jahr	640	640	640
5	Installationskapazität der Kompostierstationsausrüstung	kWt	10	15	2
6	Mengen des Stromverbrauchs pro Jahr (Position 5 und Position 1)	kW/Jahr	16 000	24 000	3 200
7	Mengen des Wasserverbrauchs der Kompostierungsstation für technologische, wirtschaftliche und Trinkbedürfnisse	m3/Jahr	600	600	600
8	Die Anzahl der Arbeiter an der Kompostierstation (1 Manager, 6 Bediener, 1 Empfänger, 2 Reparaturarbeiter)	Personen	6	6	6
9	Kapitalkosten für den Bau von Kompostierungsanlagen, Standortvorbereitung	Millionen Griwna	6,10	6,40	4,48
10	Kapitalkosten für den Kauf von Maschinen und Mechanismen	Millionen Griwna	7,68	8,96	6,72
11	Kapitalkosten für Design, Urheberrecht und technische Überwachung	Millionen Griwna	1,2	1,3	1,0
12	Betriebskosten des Wasserverbrauchs der Kompostierungsstation für technologische, wirtschaftliche und Trinkbedürfnisse:				
12.1	– zur zentralen Wasserversorgung	Millionen Griwna/Jahr	0,013	0,013	0,013

Nr	Eigenschaften von Indikatoren	Maßeinheit	B1	B2	B3
12.2	– für zentrale Entwässerung	Millionen Griwna/Jahr	0,008	0,008	0,008
13	Betriebskosten für die Wartung	Millionen Griwna/Jahr	0,133	0,133	0,133
14	Betriebskosten für den Betrieb von Maschinen und Anlagen	Millionen Griwna/Jahr	0,398	0,398	0,398
15	Betriebsausgaben für Löhne (einschließlich Abzüge für gesellschaftliche Veranstaltungen)	Millionen Griwna/Jahr	1,2	1,2	1,2
16	Betriebskosten für Strom	Millionen Griwna/Jahr	0,029	0,043	0,006
17	Betriebskosten für Transportdienstleistungen	Millionen Griwna/Jahr	0,06	0,06	0,06
18	Kosten für Labordienstleistungen und Produktqualitätsüberwachung	Millionen Griwna/Jahr	0,2	0,2	0,2
19	Gesamtinvestitionen	Millionen Griwna	**14,98**	**16,66**	**12,20**
20	Geschäftsaufwand	Millionen Griwna/Jahr	**2,04**	**2,05**	**2,02**
22	Kosten für kommerziellen Kompost	Griwna/Tonne	**3188,13**	**3210,00**	**3152,19**
23	Indikator für den Behandlungsgrad von Bioabfällen	%	85	85	85
24	Indikator für den Grad der Abfallentsorgung	%	15	15	15
25	**Einnahmen aus Einzelhandelsverkäufen**	**Millionen Griwna/Jahr**	**0,64**	**0,64**	**0,64**
26	**Tarif für die Verarbeitung von Bioabfällen (einschließlich Abfälle aus Grünflächen)**	**Griwna/Tonne**	**875,25**	**884,00**	**860,88**

So belaufen sich die Kompostierungskosten in der Stadt Uschhorod je nach gewählter Variante der Bioabfallverarbeitungstechnologie auf etwa 860,88 bis 884,00 UAH/t (ohne geplanten Gewinn) und können durch eine Erhöhung des Volumens der Bioabfallverarbeitung gesenkt werden. In EU-Ländern betragen die Kompostierungskosten 1.098-2.562 UAH/t (30-70 EUR/t)[13]).

[13] https://www.kompost.de/

ABSCHNITT IV. VERGLEICHENDE STUDIE ÜBER DIE MACHBARKEIT DER UMSETZUNG DER VORGESCHLAGENEN OPTIONEN ZUR BIOABFALLVERWALTUNG IN DER STADT USCHHOROD

4.1 Schlussfolgerungen zum Zustand des bestehenden Bioabfallmanagementsystems in der Stadt Uschhorod

Ein Bestandteil des Bioabfalls in der Stadt Uschhorod sind *Abfälle aus Grünflächen*, die bei der Grünpflege auf den angrenzenden Flächen von Wohngebieten (einschließlich des Privatsektors), Grünflächen der Stadt und Industriegebieten anfallen Bereiche.

Die getrennte Sammlung von Abfällen aus Grünflächen in der Stadt Uschhorod erfolgt nicht zentral auf lokaler Ebene – Abfälle werden an den Entstehungsorten gesammelt oder auf/in der Nähe von Containerstandorten gesammelt und anschließend zur Entsorgung auf die städtische Deponie transportiert, ohne zusätzliche Bearbeitung. Die Entsorgung von Abfällen aus Grünflächen, die in Wohngebäuden individueller Bauweise (Häuser des Privatsektors) der Stadt mit einem Grundstück anfallen, weist eine Besonderheit auf: Die Aufrechterhaltung von Ordnung und Sauberkeit erfordert von den Bewohnern die Lösung von Problemen wie dem saisonalen Beschneiden von Bäumen usw Reinigung von abgefallenem Laub, deren Sammlung und unabhängige Beseitigung von Abfällen, da es für diese Art von Abfällen kein zentrales Managementsystem gibt. Oftmals gibt es natürliche Mülldeponien aus Grünflächen, die an nicht genehmigten Orten angeordnet sind und saisonale Verbrennungen von abgefallenem Laub ermöglichen, was nicht nur der Natur, sondern auch den Anwohnern, die in unmittelbarer Nähe leben, schadet.

Nach den Ergebnissen der Analyse[4] des aktuellen Zustands der Abfallbewirtschaftung aus Grünflächen in der Stadt Uschhorod, der Art ihrer Sammlung, des Verfügbarkeitsgrads der getrennten Sammlung, der Probleme und Merkmale der Bewirtschaftung – die Frage der Handhabung von Abfällen aus Grünflächen Bereiche sind nicht vollständig geklärt, insbesondere im privaten Sektor. Insbesondere sind die Orte und Methoden ihrer Sammlung, Beförderung und Verarbeitung nicht spezifiziert, und die bestehende Praxis in der Stadt in allen Phasen (Sammlung, Transport, Verarbeitung) hat erhebliche negative Folgen (Umwelt- und Gesundheitsfürsorge), trotz einiger Fortschritte bei der Verbesserung der Situation Managementsystem für andere Abfallarten.

Die Gewährleistung einer angemessenen Pflege der Grünflächen für die öffentliche Nutzung, vor allem in den zentralen Bereichen der Stadt Uschhorod, ist ein notwendiger Bestandteil ihrer sozioökonomischen Entwicklung und der Umsetzung ihrer strategischen Entscheidung als europäische Stadt und Touristenzentrum. Ein richtig geplantes System von Grünflächen, Beseitigung und Behandlung von Pflanzenabfällen an der Basis der Stadtstruktur kann bei ständiger Unterstützung die ökologische Situation zum Besseren verändern und das Erscheinungsbild der Stadt deutlich verbessern.

Der andere häufigste Bestandteil von Bioabfällen sind Lebensmittelabfälle. Auch die getrennte Sammlung solcher Bestandteile des Bioabfalls erfolgt in der Stadt Uschhorod nicht zentral auf lokaler Ebene. Abfälle werden an den Entstehungsorten gesammelt und auf Containerstandorten als Teil des gemischten Hausmülls angesammelt. Anschließend werden sie zur Entsorgung auf die kommunale Deponie transportiert, ohne von der Gesamtmenge des Hausmülls getrennt zu werden und ohne zusätzliche Verarbeitung (im Rahmen der allgemeines System der Hausmüllentsorgung).

Nach den Ergebnissen der Analyse des aktuellen Zustands der Abfallbewirtschaftung in der Stadt Uschhorod, der Art ihrer Sammlung, des Verfügbarkeitsgrads der getrennten Sammlung, der Probleme und Merkmale der Bewirtschaftung ist die Frage der Lebensmittelabfallbewirtschaftung ungelöst. Insbesondere sind die Orte und Methoden ihrer Sammlung, Beförderung und Verarbeitung nicht definiert, und die in der Stadt bestehende Praxis in allen Phasen (Sammlung, Transport, Verarbeitung) hat erhebliche negative Folgen (Umwelt- und Gesundheitsfürsorge), trotz der Verbesserung der Situation im privaten Sektor der Stadt, wo die Bewohner die Möglichkeit haben, diesen Teil des Bioabfalls selbstständig für ihren eigenen Bedarf zu nutzen.

Ein wichtiger Punkt bei jedem Abfall ist seine Behandlung. Die Entfernung von Bioabfällen (einschließlich Abfällen aus Grünflächen und Lebensmittelabfällen) aus der Gesamtmenge des Siedlungsabfalls verlängert die Nutzungsdauer der Hausmülldeponie um ein Vielfaches und minimiert die Belastung der Umwelt. Darüber hinaus verfügt Bioabfall über ein Ressourcenpotenzial, wenn eine bestimmte Verarbeitungstechnologie eingesetzt wird. Daher sind für die Stadt Uschhorod die Einführung eines geplanten und regelmäßigen Systems der getrennten Sammlung von Bioabfällen, die Anordnung von Containerstandorten gemäß den Anforderungen der geltenden Gesetzgebung und die Schaffung einer Anlage zur Entsorgung von Bioabfällen relevant. Es ist wichtig, dass die verwendeten Methoden bequem und effektiv sind.

Das Bioabfallmanagementsystem in der Stadt Uschhorod erfordert eine Verbesserung und eine wirksame Entscheidungsfindung, um die Umsetzung der Maßnahmen des Nationalen Abfallmanagementplans in der Ukraine bis 2030[14] und der Richtungen der Nationalen Abfallmanagementstrategie in der Ukraine bis 2030 sicherzustellen. unter Berücksichtigung der Besonderheiten der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung der Stadt auf der Grundlage europäischer Standards.

Das Hauptziel der Umsetzung eines systemischen Ansatzes zur Bioabfallwirtschaft in der Stadt besteht darin, die Qualität der Dienstleistungen im Bereich der Hausmüllwirtschaft insgesamt zu entwickeln und zu verbessern und Bedingungen für die Verbesserung des Lebensstandards ihrer Bevölkerung zu schaffen.

Im Jahr 2023 verfügt die Stadt Uschhorod nicht über separate Infrastruktureinrichtungen für die Bioabfallwirtschaft einschließlich deren Verarbeitung, die gemäß den Anforderungen der geltenden Gesetzgebung funktionieren. Die Verarbeitung aller anfallenden Bioabfälle erfolgt durch Endlagerung auf der Hausmülldeponie in ihrer natürlichen Form, was unter den modernen Bedingungen der ständigen Reduzierung der Rohstoffe und der Erhöhung ihrer Kosten irrational ist. Abfälle pflanzlichen Ursprungs wie Gras, Blätter und gehackte Äste eignen sich für die Verarbeitung zu Kompost, der zur Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit in den Grünflächen der Stadt und zur Gewährleistung des ordnungsgemäßen Zustands der Grünflächen (Rasen, Blumenbeete, Büsche, Bäume usw.) erforderlich ist. Grasschnitt und Herbstlaub sind hervorragende Rohstoffe für Kompost. Geschnittene Äste werden nach der Zerkleinerung in speziellen Brechern als Mulch verwendet. Bei der Verarbeitung anderer Bestandteile von Bioabfällen entsteht Biogas, das sich aufgrund seines Methangehalts als Energiequelle eignet. Aus diesem Grund besteht für die Stadt Uschhorod die Notwendigkeit, eine Anlage zur Bewirtschaftung von Bioabfällen zu schaffen, um die Einführung und Nutzung moderner Bewirtschaftungspraktiken und Methoden zu deren Verarbeitung zu ermöglichen.

4.2 Untersuchung der Machbarkeit der Umsetzung der vorgeschlagenen Optionen für die Bioabfallbewirtschaftung in der Stadt Uschhorod

Die allgemeine Situation mit Hausmüll sowohl auf dem Land als auch in der Stadt Uschhorod ist in den letzten Jahren unverändert geblieben. Die Menge der anfallenden Abfälle wächst schneller als die Urbanisierung, und die wichtigste Methode zur Abfallentsorgung bleibt die Deponierung. Die Gewinnung von Bioabfällen aus Haushaltsabfällen zur Wiederverwendung und zum Recycling gilt derzeit als der vielversprechendste Ansatz in kommunalen Abfallmanagementsystemen und kann die Belastung von Deponien deutlich reduzieren. Am häufigsten wird für die Entsorgung von Bioabfällen weltweit die Kompostierungstechnologie eingesetzt, die eigentlich in nahezu jedem Maßstab umgesetzt werden kann. Wie die Praxis zeigt, ist die Einführung der Bioabfallkompostierung ein wichtiger Schritt in der Strategie einer nachhaltigen Bewirtschaftung kommunaler Haushaltsabfälle.

Unter Berücksichtigung der schrittweisen Zunahme der Grünflächen der Stadt Uschhorod entsprechend der im Generalplan geplanten Vergrößerung der Wohnfläche ist mit einer Zunahme des Abfallaufkommens aus Grünflächen, die bei deren Pflege anfallen, zu rechnen die allgemeinen

[14] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-%D1%80#Text

Territorien der Stadt und in einzelnen Gehöften der Bewohner. Darüber hinaus kommt es zu einer Zunahme der Produktion von Lebensmittelabfällen, die unter anderem mit einer Steigerung des Lebensstandards der Bevölkerung verbunden ist.

Daher besteht für die Stadt Uschhorod ein wachsender Bedarf an sorgfältigerer Aufmerksamkeit für die Beseitigung und Verarbeitung der anfallenden Bioabfälle. Es ist wichtig, die Vollständigkeit der Beseitigung und Verarbeitung von Abfällen aus Grünflächen und Lebensmittelabfällen durch die Umsetzung moderner Technologien sicherzustellen Verarbeitungsmethoden und Organisation des Bioabfallmanagementsystems.

Trotz der relativen Einfachheit der Technologie und der hohen Zuverlässigkeit des Systems sowie des geringen Investitions- und Kapitalinvestitionsvolumens ist die Technologie der Bioabfallverarbeitung durch Kompostierung in der Ukraine nicht entwickelt. Das einzige praktische Beispiel für die Kompostierung eines Teils des kommunalen Hausmülls ist derzeit die Verarbeitung auf Kompostierplätzen in der Stadt Lwiw (finanziert aus dem Stadthaushalt), die von KP „Green City“ durchgeführt wurde. Dieses Unternehmen sammelt die entsprechende Fraktion des Hausmülls in separaten 240-l-Behältern und transportiert sie mit Spezialtransporten zu Kompostierplätzen. Ein praktisches Beispiel für die Kompostierung von Gewerbeabfällen (reine organische Rohstoffe von den Märkten) ist die Kompostierung in der Stadt Luzk, durchgeführt von der Firma Pasternak-bio (gewinnbringende Tätigkeit).

Das Hauptproblem bei der Anwendung der Kompostierungstechnologie besteht neben der Möglichkeit der Verwendung begrenzter Abfallarten (nur Abfälle pflanzlichen Ursprungs (Bioabfall)) und der Notwendigkeit, ein separates Bioabfallmanagementsystem (getrennte Sammlung) zu schaffen, darin das Fehlen eines Marktes für den resultierenden Kompost oder das kompostähnliche Produkt.

Der resultierende Kompost kann gemäß SOU WGK 10.09-014[15] in der Land-, Forst- und Grünbauwirtschaft als Dünger, zur Landgewinnung und als Brennstoff mit Vorbrikettierung verwendet werden, die nach Standardtechnologien durchgeführt werden muss, zu denen auch die Vortrocknung des Komposts gehört auf einen Feuchtigkeitsgehalt von 3 % bis 8 % und Verarbeitung auf der Presse.

Den BREFs zufolge[16] wird in einigen europäischen Ländern Kompost aus Abfällen als Material zur Abdeckung (Rekultivierung) von Deponien und überlappenden Schichten von Hausmüll verwendet.

Umfang der kommerziellen Kompostanwendung (nach agrochemischen, mikrobiologischen, toxikologischen und physikalisch-chemischen Indikatoren):

1) hauptsächlich in der Landwirtschaft und im Gartenbau;

2) Begrünung von Territorien, als Substrat für den Anbau von Sonderkulturen (Früchte, Weintrauben, Spargel), zur Bodenverbesserung und in Gehöften;

3) zur Düngung von heimischen Blumen und Pflanzen.

Kompost aus abgefallenen Blättern sollte nur im grünen Landbau und bei der Landgewinnung verwendet werden. In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich, auf dem Territorium kommunaler Betriebe zur Grünflächenpflege ausgerüstete Flächen zur Kompostierung von Laub einzurichten.

Neben der Verwendung des gewonnenen Komposts als Dünger für den Eigenbedarf der Stadt und als Dachmaterial für die städtische Deponie verfügt Uschhorod über einen potenziellen Markt für den Verkauf von Kompost an Unternehmen benachbarter Gebietsgemeinden und langfristig auch für andere Rekultivierungsprojekte von Deponien und Steinbrüchen im Gebiet Transkarpatien sowie in der Ukraine, im Falle ihrer Finanzierung und Umsetzung.

[15] SOU WGK 10.09-014:2010 "Hausmüll. Die Technologie zur Verarbeitung organischer Stoffe, die Teil des Hausmülls sind“ // https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0078662-10#Text

[16] BREFs (Best available technologies (BAT) reference documents) – Referenzdokumente zu den besten verfügbaren Technologien und Managementpraktiken

Leider können auf dem derzeitigen Niveau der ukrainischen Wirtschaft in besiedelten Gebieten nur relativ einfache Abfallbehandlungsprojekte umgesetzt und entwickelt werden. In den meisten Fällen wird sich die Wahl der Technologie nach dem Grundsatz der „angemessenen Suffizienz“ richten, unter anderem aufgrund der Tatsache, dass mit zunehmender Komplexität der eingesetzten Abfallbehandlungstechnologie auch die spezifischen Kapitalkosten steigen.

Daher sollte in der Anfangsphase der Implementierung eines Bioabfallmanagementsystems in der Stadt Uschhorod die Einführung relativ einfacher Bioabfallverarbeitungstechnologien oberste Priorität haben – individuelle Kompostierung von Bioabfällen in Privathaushalten durch Aufstellung individueller Komposter auf den Höfen der Haushalte und Zentrale Kompostierung kommunaler und gewerblicher getrennt gesammelter Grünabfälle (Abfälle aus Landschafts-, Park-, Gartenanlagen etc.), Teilen von Lebensmittelabfällen und ähnlichen Abfällen, zumindest kurzfristig. Mittel- und langfristig sollte weiterhin auf eine praktikablere Möglichkeit zur Aufbereitung von Bioabfällen (beispielsweise deren biologische Stabilisierung mit Hilfe von MBB-Anlagen) zurückgegriffen werden.

ABSCHNITT V. ENTWICKLUNG DES ÜBERWACHUNGSKONZEPTS DER KOMPOSTANLAGE IN USCHHOROD

5.1 Allgemeine Grundsätze und technologisches Schema der biologischen Stufe der Bioabfallverarbeitung

Gemäß der Definition von SOU WGK 03.09-014[15]:

- *Die aerobe Verarbeitung (Kompostierung)* ist ein aerober Prozess der Zersetzung organischer Stoffe durch verschiedene Arten von Bakterien und Pilzen, um bodenähnliches Material zu erhalten;
- *Die im Hausmüll enthaltene organische Substanz* ist der organische Teil, der biologisch zersetzt wird (Lebensmittelabfälle, abgefallenes Laub, Garten- und Parkabfälle usw.).

Die Umsetzung des Prozesses der Bioabfallkompostierung hängt von der gewählten Technologie und der entsprechenden Ausstattung der Aufbereitungsanlage (Kompostierungsanlage) ab. In den bestehenden technologischen Schemata der Kompostierung können je nach Ausstattung der Verarbeitungsanlage einzelne Knoten angeordnet werden. Die Konstruktion und Ausstattung der Verarbeitungsanlage muss die Annahme und Aufbereitung von Bioabfällen, die biothermische Desinfektion sowie die Endverarbeitung und Verpackung des erhaltenen Komposts gewährleisten.

Die Gestaltungsmöglichkeit der Bioabfallverarbeitungsanlage (Kompostierungsanlage) umfasst:

- geplante Fläche auf wasserfestem Untergrund, abgedeckt mit Betonplatten;
- Empfangsbereich mit zwei Entladestellen;
- Spezialausrüstung zum Formen von Seiten und Stapeln;
- Zerkleinerungs- und Sortierabteilung, ausgestattet mit entsprechender Ausrüstung (Auffangtrichter mit Plattenbeschickung, Magnetabscheider, zylindrische Trommel, Brecher für Kompost, Trichter-Füller für Eisenschrott usw.);
- ein Befeuchtungs- und Feuerlöschsystem bestehend aus Rohrleitungen zur Bewässerung von Komposthaufen.

Zur Zerkleinerung von Bioabfällen werden spezielle Hammerbrecher eingesetzt. Durch das mehrfache Schaufeln von kompostierbarem Material entsteht zusätzlicher Zerkleinerungsaufwand. Ungeteilte Fraktionen werden auf einem Kontrollsieb getrennt. Der Bioabfall wird auf einer ebenen Plattform abgeladen, wo mit einer speziellen Vorrichtung Mieten (Stapel) gebildet werden, in denen die Prozesse der aeroben biothermischen Kompostierung stattfinden. Der Verlegewinkel der Böschungen beträgt 45° (entspricht dem Winkel der natürlichen Böschung für Kompost). Zwischen dem Parallel- und dem Längsstapel verbleibt ein Abstand von 1,2 m für den Durchgang von Sondergeräten.

Bei der Kompostierung nimmt der Feuchtigkeitsgehalt des Materials ab. Um die Aktivität des biothermischen Prozesses zu erhöhen, wird das Material zusammen mit dem Schaufeln und der Zwangsbelüftung angefeuchtet. Bevor der reife Kompost zum Verbraucher gelangt, wird er durch Siebe geleitet, wo er von großen Ballastanteilen gereinigt wird. Das Siebgut aus dem Kontrollsieb (bis zu 10 % der Masse des Hausmülls) muss auf der Hausmülldeponie gelagert werden.

Zu bestimmten Zeiten im Jahr (Kompost ist ein Saisonprodukt) werden die fertigen Produkte in Stapeln entlang der Kompostierhalle abgelegt. Diese Stapel enthalten einen Kompostvorrat für sechs Monate. Bei der Kompostierung erhöht sich die Dichte des Materials von 0,2 auf 0,6-0,8 t/m³.

Durch die Zusammenführung verschiedener Komponenten des Bioabfalls in Stapeln wird die erste notwendige Voraussetzung für die Kompostierung geschaffen – die Fähigkeit zur Wärmespeicherung aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit der Mischung. Durch die Fähigkeit, Wärme zu speichern, können Mikroorganismen ihre Population vergrößern. Um jedoch den maximalen Effekt der Kompostierung zu erzielen, ist es notwendig, die Einhaltung einer Reihe der folgenden Faktoren sicherzustellen:

- **Partikeldispersion** – Je kleiner die Abfallpartikel sind, desto größer ist die spezifische Oberfläche für Mikroorganismen, was theoretisch für eine höhere Geschwindigkeit des Prozesses sorgen sollte. Die optimale Partikelgröße sollte 10-15 mm betragen. Die kleinen Partikel sind jedoch sehr dicht gepackt und bilden ein Material mit hoher Dichte und engen Poren, was die Diffusion von Sauerstoff in das Volumen und die Diffusion von Kohlendioxid aus dem Volumen begrenzt, was die Geschwindigkeit des Prozesses verringert;
- **Nährstoffe** – Der Kompostierungsprozess hängt von der Aktivität von Mikroorganismen ab, die eine Kohlenstoffquelle zur Energiegewinnung und eine Substanz für die Bildung neuer Zellen sowie eine Stickstoffquelle für die Synthese zellulärer Proteine benötigen. In geringerem Maße benötigen Mikroorganismen Phosphor, Kalium, Kalzium, Natrium, Magnesium, Schwefel, Eisen, Kobalt und Zink. Bei den meisten Kompostierungsprozessen wird dieser Bedarf auf Kosten der ursprünglichen Zusammensetzung des Bioabfalls gedeckt; lediglich das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff (C/N) und gelegentlich auch der Phosphorgehalt müssen möglicherweise angepasst werden. Das optimale C/N-Verhältnis im Substrat liegt zwischen 25:1 und 30:1;
- **Zusätze** – Verschiedene chemische, pflanzliche und bakterielle Zusatzstoffe werden verwendet, um die Kompostierungsgeschwindigkeit zu erhöhen. Abgesehen von dem möglichen Bedarf an zusätzlichem Stickstoff enthalten die meisten Abfälle alle notwendigen Nährstoffe und eine Vielzahl von Mikroorganismen, sodass sie für die Kompostierung geeignet sind. Füllstoffe in Form von Stroh und Laub sind in der Regel notwendig, um eine lockere Struktur aufrechtzuerhalten, die für die Belüftung des Komposts sorgt. Stickstoffmangel wird durch Zugabe von Ammoniumnitrat, Phosphormangel durch Phosphogips gedeckt;
- **Feuchtigkeit** – Bei der Kompostierung wird Wasser benötigt, da sich die Nährstoffe für die Mikroorganismen im Wasser auflösen, bevor sie für den Verzehr verfügbar sind. Bei einer Luftfeuchtigkeit von weniger als 30 % der Gesamtmasse nimmt die Geschwindigkeit biologischer Prozesse stark ab und bei einer Luftfeuchtigkeit von 20 % können sie ganz zum Erliegen kommen. Bei einer Luftfeuchtigkeit von mehr als 60 % füllen sich die Hohlräume in der Kompoststruktur mit Wasser, was den Zugang von Sauerstoff zu Mikroorganismen einschränkt. Allerdings sind strohartige Materialien resistent gegen hohe Luftfeuchtigkeit. Die empfohlene optimale Luftfeuchtigkeit liegt zwischen 40 und 60 %. Bei der Kompostierung geht Wasser durch Verdunstung verloren. Bei der Verwendung von Zwangsbelüftung können die Wasserverluste erheblich sein und es besteht die Notwendigkeit, der Mischung Wasser hinzuzufügen;
- **freies Volumen** – Hohlräume zwischen Partikeln werden mit Gas (Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid), Wasser oder einem Gas-Flüssigkeits-Gemisch gefüllt. Sind die Hohlräume vollständig mit Wasser gefüllt, erschwert dies die Sauerstoffübertragung erheblich. Es wird festgelegt, dass der minimale freie Gasraum etwa 30 % betragen oder die Dichte der Mischung auf dem Niveau von 350 kg/m³ gehalten werden sollte;
- **Belüftung** – Sauerstoff ist für den Stoffwechsel der an der Kompostierung beteiligten aeroben Mikroorganismen notwendig. Die Belüftung erfolgt durch Massenmischung mit Hilfe von Mechanismen. Die Belüftung hat im Kompostierungsprozess noch weitere Funktionen. Der Luftstrom entfernt Kohlendioxid und Wasser, die bei der lebenswichtigen Aktivität von Mikroorganismen entstehen, und führt außerdem Wärme durch Verdunstungswärmeübertragung ab. Letzteres ist besonders wichtig bei schnellen, maschinellen Kompostierungssystemen. Während des Prozesses ändert sich der Sauerstoffbedarf: Im mesophilen Stadium ist er gering, im thermophilen Stadium steigt er auf ein Maximum und sinkt beim Abkühlen und Reifen auf Null;
- **Mischvorgang** – Dies geschieht mit Hilfe von Schnecken, die Steuerung des Mischprozesses gewährleistet die Verarbeitung der meisten Rohstoffe unter thermophilen Bedingungen. Übermäßiges Mischen führt jedoch zum Abkühlen und Austrocknen der kompostierbaren

Mischung sowie zu Myzelbrüchen bei Actinomyceten und Pilzen, weshalb es am häufigsten einmal täglich durchgeführt wird;

- **Prozesstemperatur** – Aufgrund der biologischen Aktivität steigt die Temperatur in den Stapeln während der Kompostierung. Es ist zweckmäßig, den Kompostierungsprozess in vier Phasen zu unterteilen: mesophil (I), thermophil (II), Abkühlung (III), Reifung (IV) (Abb. 5.1).

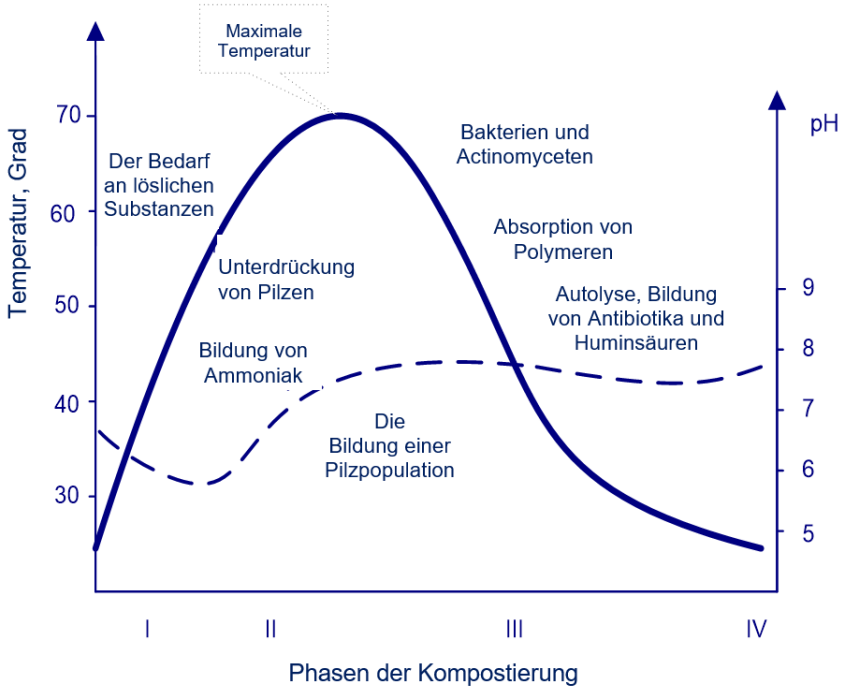


Abbildung 5.1 – Temperatur- (—) und pH-Wert-Änderung (– –) während der Kompostierung (allgemeines Prinzip)

Zu Beginn des Kompostierungsprozesses hat der Bioabfall Umgebungstemperatur, sein pH-Wert ist schwach sauer. Im ersten *mesophilen Stadium* (I) beginnen sich die im Abfall vorhandenen Mikroorganismen schnell zu vermehren, die Temperatur steigt auf 40 °C und die Umgebung wird durch die Bildung organischer Säuren angesäuert. Wenn die Temperatur über 40 °C steigt, beginnen die ursprünglichen Mesophilen abzusterben und die Thermophilen überwiegen. Dadurch steigt die Temperatur auf 55–60 °C, bei der die Pilze beginnen, inaktiv zu werden. Nach 60°C setzt sich die Reaktion mit sporenbildenden Bakterien und Actinomyceten fort, der pH-Wert des Mediums wird durch die Freisetzung von Ammoniak beim Proteinabbau alkalisch.

Während der *thermophilen Stufe* (II) zersetzen sich die am leichtesten zersetzbaren Substrate, die schnell verbraucht werden (Zucker, Stärke, Fette, Proteine usw.), und die Reaktionsgeschwindigkeit beginnt zu sinken, nachdem stabilere Substrate hineingezogen werden. Gleichzeitig entspricht die Wärmefreisetzungsrate der Wärmeverlustrate. Dies entspricht dem Erreichen des Temperaturmaximums. Zu diesem Zeitpunkt hat der Komposthaufen einen stabilen Zustand erreicht. Gleichzeitig werden leicht verdauliche Verbindungen abgebaut, der Hauptbedarf an Sauerstoff wird gedeckt, es entstehen keine Gase im Gemisch, da leicht verfügbarer Stickstoff und Schwefel durch neue Mikroorganismen gebunden werden.

Die maximale Kompostierungstemperatur sollte mindestens 55°C betragen. Dies ist die sogenannte Pasteurisierungstemperatur, bei der die meisten pathogenen Mikroorganismen und Wurmeier desinfiziert werden. Die Temperatur sollte mindestens 3 Tage lang gehalten werden.

Anschließend gelangt der Kompost in die *Kühlstufe* (III), in der der pH-Wert langsam sinkt, aber alkalisch bleibt. Thermophile Pilze aus kälteren Zonen erobern wiederum das gesamte Volumen und verbrauchen zusammen mit Actinomyceten Polysaccharide, Hemicellulose und Cellulose und

zerlegen sie in Monosaccharide, die dann von einer Vielzahl von Mikroorganismen verwertet werden können. Die Wärmeabgabe wird sehr gering und die Temperatur sinkt auf Umgebungstemperatur.

Die ersten drei Phasen der Kompostierung: mesophil, thermophil und abkühlend, verlaufen je nach Art des Kompostierungssystems sehr schnell. Die letzte Phase – die *Reifung* (IV), in der Mischungsverluste und Wärmeabgabe gering sind, kann einen bis mehrere Monate dauern. In diesem Stadium kommt es zu komplexen Reaktionen zwischen Ligninrückständen aus Bioabfällen und Proteinen abgestorbener Mikroorganismen, die zur Bildung von Huminsäuren führen. Kompost erwärmt sich nicht, bei der Lagerung finden in ihm keine anaeroben Prozesse statt, er entzieht dem Boden beim Ausbringen keinen Stickstoff. Der End-pH-Wert des Komposts ist leicht alkalisch.

Eine zu hohe Temperatur unterdrückt den Prozess des biologischen Abbaus, da das Wachstum von Mikroorganismen gehemmt wird. Nicht alle Arten behalten ihre Aktivität bei Temperaturen über 70 °C. Der Schwellenwert, ab dem eine Unterdrückung eintritt, liegt bei einer Temperatur von etwa 60 °C. Daher sollten hohe Temperaturen über einen längeren Zeitraum bei der Schnellkompostierung ausgeschlossen werden. Die Temperaturkontrolle kann durch Schaufeln des Komposts während des Prozesses erreicht werden. Die Wärmeabfuhr erfolgt über ein Verdunstungskühlsystem.

Kompost gilt als fertig, wenn er die 3-tägige Pasteurisierungszeit durchlaufen hat, seine Temperatur der Umgebungstemperatur entspricht, die Struktur locker und dunkel ist, ohne Fremdgerüche oder Einschlüsse. Auf der Grundlage der Ergebnisse von Laboruntersuchungen wird eine begründete Entscheidung über die Bereitschaft des Komposts getroffen.

Da es sich bei der Kompostierung um einen natürlichen Prozess der Zersetzung organischer Stoffe handelt, hängt sie von vielen Faktoren ab, die kontrolliert werden müssen, um unerwünschte Folgen zu vermeiden: unangenehmer Geruch, Staub, schlechte Qualität des Endprodukts. Bei der Kompostierung kommt es zu einem komplexen Zusammenspiel physikalischer, chemischer und biologischer Faktoren, die den Prozess der Kompostierung beeinflussen und verändern. Daher ist die Kontrolle von Parametern wie Dichte, Porosität, Partikelgröße, Nährstoffgehalt, C/N-Verhältnis, Temperatur, pH-Wert, Feuchtigkeit und Sauerstoffverbrauch der Schlüssel zur Optimierung der Kompostierung, da sie die optimalen Bedingungen für die Entwicklung der beteiligten Mikrobenkolonien bestimmt Zersetzung von Bioabfällen Bei der Durchführung der Kompostierung sollten Sie sich an den einschlägigen internationalen Standards zur Kompostierung orientieren.

5.2 Die wichtigsten Indikatoren für die Qualität von Kompost aus Bioabfällen

Verschiedene Arten von Bioabfällen weisen unterschiedliche Konzentrationen an Nährstoffen auf – Stickstoff, Phosphor und Kalium – und das Vorhandensein von Schwermetallen im gewonnenen Kompost schränkt seine breite Verwendung ein, da die Ausbringung von Kompost auf Böden ohne negative Folgen erfolgen sollte. Wenn Kompost aufgrund seiner Qualitätsmerkmale nicht für die Ausbringung auf dem Boden geeignet ist, kann er als alternative Substratabdeckung für Deponien verwendet werden. Daher ist die Qualität des gewonnenen Komposts ein wichtiges Thema.

Die Kompostqualität wird anhand mehrerer Kriterien gemessen: Feuchtigkeit, Schwermetallkonzentration, Stabilität, Nährstoffgehalt, Fraktionszusammensetzung, Pathogenität, Stabilität sowie Säuregehalt, elektrische Leitfähigkeit, C/N-Verhältnis.

Die physikalisch-chemischen, agrochemischen, mikrobiologischen und toxikologischen Parameter des gebildeten Komposts müssen den Anforderungen der SOU WGK 10.09-014 entsprechen.

Physikalisch-chemische Indikatoren von Kompost

Die weitere Verwendung von Kompost und sein Wert werden durch physikalisch-chemische Indikatoren bestimmt, insbesondere durch die granulometrische Zusammensetzung, den Gehalt an organischer Substanz, Feuchtigkeit und Säuregehalt. SOU WGK 10.09-014 legt die Mindestwerte der physikalischen und chemischen Parameter von Kompost fest, die seinen Einsatz als Düngemittel in der Landwirtschaft zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit ermöglichen. Die Werte der wichtigsten physikalischen und chemischen Indikatoren von Kompost sind in der Tabelle 5.1 dargestellt.

Tabelle 5.1 – Physikalisch-chemische Indikatoren von Bioabfallkompost

Der Gehalt an Fraktionen, die größer als 50 mm sind, pro Trockensubstanz, % nicht mehr	Massenanteil organischer Substanz pro Trockenprodukt, % nicht weniger	Feuchtigkeit, %	Die Reaktion der Umgebung, pH-Wert
2	40	20-80	6,5-8,0

Agrochemische Indikatoren für Kompost

Die Bedeutung und Wirksamkeit von Bioabfallkompost bei der Verwendung in der Land- und Forstwirtschaft sowie im Landschaftsbau wird durch das Vorhandensein einer erheblichen Menge an Nährstoffen, insbesondere Makronährstoffen, bestimmt. Der Gehalt der wichtigsten Makronährstoffe für die Pflanzenernährung – Stickstoff, Phosphor und Kalium – wird in den agrochemischen Indikatoren des Komposts angegeben. In der Tabelle 5.2 Die Werte der wichtigsten agrochemischen Kompostindikatoren sind gemäß SOU WGK 10.09-014 angegeben.

Tabelle 5.2 – Agrochemische Indikatoren für Bioabfallkompost

Massenanteil an Nährstoffen pro Trockenprodukt, % nicht weniger		
Gesamtstickstoff	**Gesamtphosphor (P_2O_5)**	**Gesamtkalium (K_2O)**
1,8	2,0	0,1

Toxikologische Indikatoren von Kompost

Bei der Verwendung von Kompost als Dünger ist eine Bewertung toxikologischer Indikatoren erforderlich. Aufgrund der möglicherweise hohen Konzentration von Schwermetallen im Kompost, die sich durch die Aufnahme durch Pflanzen und den Eintrag dieser Elemente aus dem Boden in die Nahrungskette anreichern, besteht ein potenzielles Risiko einer Exposition und die Möglichkeit einer weiteren Verwendung des Komposts Die Landwirtschaft kann ausgeschlossen werden. Die durchschnittlichen Konzentrationen von Schwermetallen im Kompost für Düngemittel sind in der Tabelle 5.3 gemäß den Anforderungen von SOU WGK 10.09-014 aufgeführt.

Tabelle 5.3 – Zulässige durchschnittliche Schwermetallkonzentration im Bioabfallkompost

Element	Konzentration, mg/kg Trockenmasse, nicht mehr	
	für den Einsatz in der Landwirtschaft	für den Einsatz in der Forstwirtschaft, im grünen Bauwesen und bei der Landgewinnung
Eisen	25000	45000
Cadmium	30	250
Kobalt	100	300
Mangan	2000	7000
Kupfer	1500	6000
Nickel	200	900
Quecksilber	15	50
Blei	750	2000
Strontium	300	600
Chrom3+	750	5000
Zink	2500	9000

Geschätzter Marktwert von Kompostgruppen unterschiedlicher Qualität

Der Marktwert verschiedener Kompostgruppen im Jahr 2023 nach Experteneinschätzungen, abhängig von der Qualitätsbewertung nach den Kriterien der SOU Housing 03.09-014, Einschränkungen bei Dosierungen, Anwendungshäufigkeit und Anwendungsgebieten in der Landwirtschaft sind in der Tabelle 5.4 und in der Forstwirtschaft, im grünen Bauwesen und bei der

Landgewinnung – in der Tabelle 5.5 dargestellt. Die Dosierung der Kompostzugabe zum Boden wird gemäß den in der SOU WGK 03.09-014 angegebenen Methoden berechnet.

Tabelle 5.4 – Kompostgruppen gemäß der Qualitätsbewertung nach den Kriterien der SOU WGK 03.09-014, Einschränkungen hinsichtlich Dosierungen, Anwendungshäufigkeit und Anwendungsgebieten in der Landwirtschaft

Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Als Düngemittel (oder zur Herstellung von Kompost) in Dosierungen verwenden, die denen von Standarddüngern entsprechen	In einer Dosis verwenden (4-5) t/ha pro Jahr in Trockenmasse oder nicht mehr als 15 t/ha alle 3 Jahre	In einer Dosis verwenden (5-6) t/ha Trockenmasse alle 5 Jahre mit obligatorischer Kontrolle des Hintergrundgehalts an Elementen
Getreide, Futtermittel, Industriepflanzen	Getreide, Futtermittel, Industriepflanzen	Getreide, Futtermittel, Industriepflanzen
Der Marktwert von Kompost beträgt 620 UAH/t	Es gibt keinen Marktwert	Es gibt keinen Marktwert

Tabelle 5.5 – Kompostgruppen gemäß der Qualitätsbewertung nach den Kriterien der SOU WGK 03.09-014, Einschränkungen hinsichtlich Dosierungen, Anwendungshäufigkeit und Einsatzgebieten in der Forstwirtschaft, im grünen Bauwesen und bei der Landgewinnung

Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C
Als Düngemittel (oder zur Herstellung von Kompost) in Dosierungen verwenden, die denen von Standarddüngern entsprechen	Eine Dosis von (10-15) t/ha pro Jahr basierend auf der Trockenmasse oder nicht mehr als 50 t/ha alle 3 Jahre verwenden	Alle 5 Jahre in einer Dosis (10-20) t/ha Trockenmasse anwenden, mit obligatorischer Kontrolle des Hintergrundgehalts an Elementen
Waldkulturen, grünes Bauen	Waldkulturen, grünes Bauen	Waldkulturen, grünes Bauen Landgewinnung
Der Marktwert von Kompost beträgt 620 UAH/t	Der Marktwert von Kompost beträgt 450 UAH/t	Es gibt keinen Marktwert

5.3 Festlegung von Qualitätsstandards und Implementierung von Kontroll- und Zertifizierungssystemen in Bioabfallverarbeitungsanlagen

Durch die Festlegung geeigneter Qualitätsstandards und die Implementierung von Kontroll- und Zertifizierungssystemen kann eine wesentliche Unterstützung bei der Erreichung und Aufrechterhaltung der geforderten Qualität und Umweltsicherheit an Bioabfallverarbeitungsanlagen (Kompostierungsanlagen) geleistet werden.

In einer Reihe von EU-Mitgliedstaaten wurden Standards und technische Anforderungen für die Kompostierung entwickelt, sodass die Qualität des resultierenden Produkts durch die Überprüfung der Einhaltung relevanter nationaler Standards sichergestellt wird. Zu den Aspekten der Qualität des Kompostierungssystems gehören die Qualität der zugeführten Rohstoffe sowie akzeptable physikalische und chemische Parameter des Endprodukts. In der Ukraine gibt es die Norm SOU WGK 10.09-014, die die Qualitätsindikatoren für organische Düngemittel regelt, die durch Zersetzung von Bioabfällen gewonnen werden. Das Dokument bestimmt die Eignung von Kompost für die Verwendung in der Landwirtschaft oder im Landschaftsbau oder zur Rekultivierung.

Der Einsatz derartiger Mechanismen ist in Deutschland und anderen Ländern der Welt weit verbreitet. Das bekannteste und vielfach als Vorbild dienende System ist das deutsche System zur Qualitätssicherung und -kontrolle von Kompostierungsprodukten aus getrennt gesammelten

biologischen Abfällen aus Haushalten sowie Garten- und Landschaftsbauabfällen. Laut RAL steht das Systemgütezeichen nicht nur für eine hohe Produktqualität, sondern auch für eine gute fachliche Praxis beim Betrieb von Anlagen.

Das Qualitätssicherungssystem für Biokompost (gemäß RAL-GZ 251) enthält die Vorgaben der BGK[17] zu Qualitätskriterien und deren Einhaltung für Kompostierungsprodukte. Dabei handelt es sich um freiwillige Selbstverpflichtungen der Kompostierbetriebe zur Sicherstellung einer qualitativ hochwertigen und ökologischen Kompostierung. *Das Qualitätssicherungssystem für Gärprodukte* (gemäß RAL-GZ 256/1) deckt die Anforderungen der BGK sowie das Qualitäts- und Gütesicherungsverfahren für feste und flüssige Gärprodukte ab. Auch hier geht es um das freiwillige Engagement von Unternehmen der Fermentationsbranche.

Diese Qualitätssicherungssysteme erlegen den Kompostierungs- und Vergärungsbetrieben eine Reihe von Pflichten in Bezug auf die Produktanalyse und die Überprüfung der Analysen durch unabhängige Dritte auf. Handlungen und Entscheidungen der BGK werden von den zuständigen Behörden offiziell anerkannt. Darüber hinaus ordnet der Gesetzgeber Bioabfälle, die eine ständige Überwachung durch unabhängige Stellen vorsehen, bereits der Kategorie „Produkte“ und nicht nur den Abfällen zu. Aufgrund kürzlich verabschiedeter Maßnahmen auf EU-Ebene ist damit zu rechnen, dass ihnen in naher Zukunft endgültig der Status „Produkt“ zuerkannt wird. Unternehmen, die Mitglieder der BGK sind und entsprechende freiwillige Selbstkontrollpflichten übernehmen, sind von verschärften Überwachungsmaßnahmen seitens staatlicher Stellen und Behörden weitgehend ausgenommen und müssen weniger Meldungen an diese Behörden übermitteln.

5.4 Das Konzept der Überwachung der Kompostieranlage hinsichtlich der Kompostqualität in der Stadt Uschhorod

Die Probenahme von Kompost (als Dünger) zur Qualitätskontrolle muss gemäß der Liste und gemäß den Anforderungen der geltenden Gesetzgebung erfolgen. Bei ungenügenden Prüfergebnissen für mindestens einen der Indikatoren muss die Prüfung mit der doppelten Anzahl von Proben wiederholt werden. Bei unbefriedigendem Ergebnis der Nachkontrolle ist die Verwendung der Düngemittelcharge untersagt.

Die regelmäßige Kontrolle sollte mindestens zweimal im Jahr anhand agrochemischer Indikatoren (N-, P-, K-Gehalt) durchgeführt werden.

Die Kontrolle der Hygiene- und Hygieneindikatoren von Düngemitteln erfolgt gemäß dem Gesetz der Ukraine „Über Pestizide und Agrochemikalien“[18]. Die sanitäre und epidemiologische Station muss mindestens viermal im Jahr eine Überprüfung der hygienischen und hygienischen Indikatoren von Produkten durchführen.

Die Überwachung der Kompostierungsanlage hinsichtlich der Kompostqualität erfolgt wie folgt.

Auswahl an Proben

Zur Laboranalyse der resultierenden Kompostparameter muss eine repräsentative Probe des Komposts entnommen werden. Hierzu werden an verschiedenen Stellen seitlich getrennte Proben entnommen und anschließend zu einer Probe zusammengefasst.

Um eine repräsentative Probe zu gewährleisten, müssen vom Grobmaterial gesonderte Proben entnommen werden. Bei einer Kompostgröße von weniger als 20 mm ist eine Einzelprobe pro 10 Tonnen erforderlich, bei einer Partikelgröße von mehr als 20 mm ist eine Einzelprobe pro 5 Tonnen Kompost erforderlich. Die Materialmenge G (kg) für jede Probe hängt von der maximalen Partikelgröße d (mm) des zu analysierenden Materials ab und kann mit der Formel berechnet werden:

$$G = 0{,}06 \times d. \tag{5.1}$$

[17] BGK (Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.) – Bundesgemeinschaft für Kompostqualitätssicherung Kompost
[18] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1%80#Text

Die Mindestmenge an Material für eine einzelne Probe beträgt 0,6 kg (vorausgesetzt, die Partikelgröße beträgt 0/10).

Bestimmung des Trockenmassegehalts

Die Analyse erfordert eine Laborwaage (mit einer Genauigkeit von ± 0,1 g) und einen Ofen, um die Proben auf etwa 105 °C zu erhitzen und den Wassergehalt zu messen.

Eine Kompostprobe aus einer Mindesttiefe von 20 cm (ca. 5 Liter Volumen) wird auf einer zuvor gewogenen ebenen Fläche (Schale) verteilt. Anschließend wird diese Probe zusammen mit der Oberfläche gewogen und direkt im Ofen bei 105 °C getrocknet, um das gesamte Wasser aus der Probe zu verdampfen. Nach etwa 24 Stunden wird die Probe gewogen, erneut befeuchtet und mehrere Stunden lang erneut getrocknet und erneut gewogen. Der Vorgang wird wiederholt, bis eine Probe mit dem gleichen Gewicht erhalten wird.

Der Trockenmassegehalt in der TM-Probe (%) wird nach der Formel berechnet:

$$DM = (M_{\text{trocken}} - M_{\text{Container}}) / (M_{\text{nass}} - M_{\text{Container}}) + 100, \quad (5.2)$$

wo M_{trocken} – Gewicht der Originalprobe, g;
$M_{\text{Container}}$ – Gewicht einer ebenen Fläche, g;
M_{nass} – Gewicht einer trockenen Probe und einer flachen Oberfläche, g.

Der Feuchtigkeitsgehalt (Wassergehalt) der MC-Probe (%) wird anhand der Formel berechnet:

$$MC = 100 - DM. \quad (5.3)$$

Bestimmung des Zersetzungsgrades (Selbsterhitzungstest)

Der Grad der Zersetzung oder Reife des Materials dient zur Beurteilung des Fortschritts des Zersetzungsprozesses und der biologischen Stabilität des Komposts und kann durch einen einfachen Selbsterhitzungstest in einem Dewar-Behälter ermittelt werden (Abbildung 5.2). Die Fähigkeit zur Selbsterhitzung der Substanz des gebildeten Komposts gibt Aufschluss über den Zersetzungsgrad des Materials (je nach Reifegrad des Komposts und Grad seiner Gebrauchsreife).

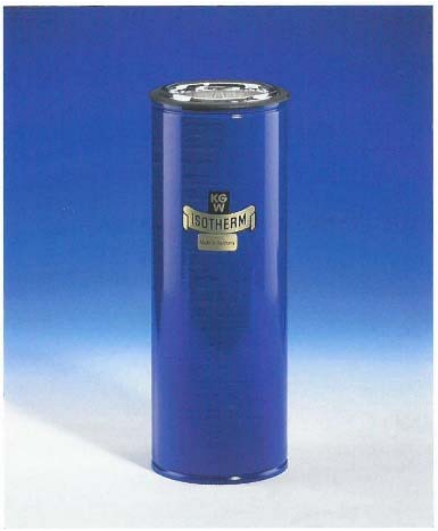


Abbildung 5.2 – Dewargefäß (Quelle: https://tehnix.hr/en/)

Der Selbsterhitzungstest sollte mit dem optimalen Wassergehalt der Standardprobe durchgeführt werden. Ist das Probenmaterial zu trocken oder zu nass, erhöht sich die Selbsterhitzungskapazität und damit auch der Zersetzungsgrad.

Zur Durchführung der Untersuchung wird der Behälter locker gefüllt, leicht auf den Tisch geklopft, mit Kompost bis zum Rand, der Thermometerfühler wird in das untere Drittel des Behälters gesteckt. Der Behälter bleibt bei Raumtemperatur geöffnet und die maximale Temperatur wird in der Regel nach 2-5 Tagen erreicht. Der Zersetzungsgrad des kompostierbaren Materials und damit die Reife der Produkte wird anhand der maximalen Temperatur des Materials berechnet und ist in der Tabelle 5.6 dargestellt.

Als Ergebnis der Prüfung wird der Kompost als „frischer" oder „fertiger" Kompost bewertet. Bei frischem Kompost handelt es sich um dekontaminiertes Material, das sich derzeit schnell zersetzt, oder um Material, das schnell zersetzt werden kann. Fertigkompost ist ein dekontaminierter, biologisch stabilisierter Kompost.

Tabelle 5.6 – Informationen über den Zersetzungsgrad des Materials und die Bereitschaft des Komposts

Zersetzungsgrad	Maximale Temperatur, °C	Produktzustand
I	>60	Rohstoffe für Kompost
II	50-60	Frischer Kompost
III	40-50	Frischer Kompost
IV	30-40	Fertiger Kompost
V	<30	Fertiger Kompost

Optimierung des Kompostierungsprozesses

Die wichtigsten Parameter und ihr Einfluss auf den Ablauf des Kompostierungsprozesses:

- *Versorgung mit Nährstoffen* – Die wichtigsten Nährstoffe, die in ausreichender Menge und im richtigen Verhältnis vorhanden sein müssen, sind Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N);
- *Sauerstoffversorgung* – Um das Zersetzungsgut mit ausreichend Sauerstoff zu versorgen, ist eine ständige Zufuhr von Frischluft notwendig;
- *ausreichend Feuchtigkeit* – Wasser ist ein Nährstoff- und Sauerstoffträger für Mikroorganismen, die den Kompostierungsprozess durchführen;
- *Vorbehandlung des Materials* – Die Zerkleinerung und Mischen des Rohmaterials zu Beginn des Kompostierungsprozesses wirkt sich auf das Porenvolumen des Zersetzungsmaterials und damit auf den Gehalt an Sauerstoff und Wasser aus, die aufgrund der Verwendung von Poren (Hohlräumen) dazwischen miteinander konkurrieren Die Partikel des Komposthaufens. Da sowohl Luft als auch Wasser notwendig sind, um den Mikroorganismen Sauerstoff zuzuführen, verkürzt die Bereitstellung solcher Bedingungen die Verweildauer im Komposthaufen und erhöht dementsprechend die Geschwindigkeit, mit der fertiger Kompost gewonnen wird;
- *Temperatur* – Die aktivsten Mikroorganismen im Kompostierungsprozess sind thermophil (50-65°C) und mesophil (25-45°C), der intensive Zersetzungsprozess findet im thermophilen Bereich statt und der Reifungsprozess findet im mesophilen Bereich statt;
- *pH-Wert* – Die meisten Mikroorganismen benötigen einen neutralen pH-Wert.

Wenn der Desintegrationsprozess nicht richtig voranschreitet, reduziert sich die Lösung eines solchen Problems immer auf eine Kehrtwende.

Eine Auflistung der wesentlichen Verstöße im Kompostierungsprozess und deren Ursachen mit entsprechenden Korrekturmaßnahmen finden Sie in der Tabelle 5.7.

Tabelle 5.7 – Die wichtigsten Verstöße im Kompostierungsprozess und Korrekturmaßnahmen zu deren Beseitigung

Die wichtigsten Verstöße gegen den Kompostierungsprozess	Ursache	Korrekturmaßnahmen zur Beseitigung
Unzureichende Erwärmung des frisch vorbereiteten Komposthaufens (T<50°C)	1. Mangel an Feuchtigkeit 2. C/N-Verhältnis zu hoch, Stickstoffmangel 3. Rohes Kompostmaterial wird nicht ausreichend gemischt oder zerkleinert 4. Der pH-Wert ist niedrig 5. Die Lufttemperatur ist zu niedrig	1. Umdrehen und anfeuchten 2. Stickstoffaggregate hinzufügen und umdrehen 3. Mehrmals wenden und bei Bedarf das Material erneut mahlen 4. Calciumcarbonat ($CaCO_3$) hinzufügen und umdrehen 5. Erhöhen Sie das Volumen der Seite und fügen Sie frischen Kompost hinzu
Überhitzung des Komposthaufens (T>75°C)	1. C/N-Verhältnis zu niedrig, zu viel Stickstoff 2. Wärmestau in der Miete	1. Holzmaterial (Abschnitt, Stroh...) hinzufügen, häufig wenden und anfeuchten 2. Mehrmals wenden, bei Bedarf anfeuchten
Intensiver Ammoniakgeruch in der Anfangsphase der intensiven Zersetzung (Es kann ein scharfer, beißender Geruch von Ammoniak (NH_3), auftreten, bei starker Verdunstung kann es zu Augenverbrennungen kommen)	1 Zu viel Stickstoff (C/N-Verhältnis unter 20:1) 2. Der pH-Wert ist zu hoch	1. Fügen Sie kohlenstoffreiche Materialien hinzu (Sägemehl oder Stroh) 2. Senken Sie den pH-Wert des Schotts durch Zugabe von sauren Materialien oder vermeiden Sie alkalische Substanzen wie Kalk und Holzasche
Der Kompost ist zu trocken (Aus dem Material wird wenig Dampf freigesetzt, beim Drehen entsteht Staub)	Durch Hitze, Sonne oder Wind verdunstet zu viel Feuchtigkeit	Drehen Sie das Material um und befeuchten Sie es
Der Kompost ist zu nass (Kompost ist klebrig und schmutzig und riecht unangenehm. Beim Zusammendrücken mit der Faust fließt Wasser heraus)	1. Regenwasser 2. Der Rand wurde sehr oft und intensiv angefeuchtet 3. Falsch gebildetes Gemisch zu Beginn des Zersetzungsprozesses	1. Nachdem der Regen aufgehört hat, mehrmals wenden 2. Hören Sie auf zu befeuchten und wenden Sie es häufig 3. Trockenes Material hinzufügen (z. B. Stroh)
Das Auftreten eines unangenehmen Geruchs (es entsteht ein fauliger Geruch)	1. Unzureichende Belüftung oder Belüftung 2. Die Miete ist zu nass 3. Es beginnen anaerobe Prozesse und es entsteht Gas	1. Umdrehen und trockene Zutaten hinzufügen 2. Schüttgut (z. B. Stroh) hinzufügen 3. Bei Schauern den Rand abdecken (mit Membran, Folie)
Verzögerte Zersetzung (nach dem Wenden steigt die Temperatur nicht an (T<50°C), die Farbe des Kompostes verändert sich nicht)	1. Ungünstige Kompostierungsbedingungen 2. Es werden hauptsächlich organische Materialien zersetzt	1. Überprüfen und korrigieren Sie die Kompostierungsparameter (Feuchtigkeit, pH-Wert...) 2. Leiten Sie die Reifephase ein

SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN ZUM TEIL I

Das System zum Umgang mit städtischen und gewerblichen Bioabfällen, einschließlich Grünflächenabfällen und anderen biologisch abbaubaren Abfällen, umfasst eine Reihe von Maßnahmen zu deren Sammlung, Transport und Verarbeitung (Verwertung und Entsorgung), einschließlich der Schaffung geeigneter Verarbeitungsanlagen. Die Wahl der technischen Lösungen für die Bioabfallwirtschaft (Sammlung, Transport und Verarbeitung) hängt von vielen Faktoren ab. Die Behandlung von Bioabfällen besteht in ihrer Wiederherstellung und/oder Beseitigung, einschließlich ihrer Vorbereitung für solche Vorgänge, und hängt vom gewählten technologischen Schema der Sammlung von Bioabfällen ab.

Das wachsende Bewusstsein, dass die Umwelt geschützt werden muss, sowie die steigenden Kosten für eine ordnungsgemäße Abfallbehandlung haben zu Änderungen in der Gesetzgebung geführt. Die Kompostierung wird in vielen Ländern als eine der gebräuchlichsten, einfachsten und akzeptabelsten Methoden zur Behandlung von Bioabfällen eingesetzt. Für die Kompostierung wurden verschiedene technologische Optionen entwickelt, am häufigsten wird ein offenes System mit der Methode der Reihen- oder Randkompostierung verwendet. Kompostierungsmaterial muss getrennt von anderen Arten von Hausmüll gesammelt werden und frei von giftigen Substanzen oder Schadstoffen sein – dies ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Gewinnung eines hochwertigen Endprodukts (Kompost). Wichtige Faktoren bei der Bioabfallkompostierung sind die Zerkleinerung, die Kontrolle des Feuchtigkeitsgehalts während des Zersetzungsprozesses und die regelmäßige und ausreichende Versorgung der Mieten mit Sauerstoff. Das Endprodukt der Zersetzung ist Kompost, der reich an Nährstoffen ist und als Dünger dort eingesetzt wird, wo die Bodenfruchtbarkeit erhöht werden muss.

Die Zweckmäßigkeit der Implementierung eines Bioabfall-Kompostierungssystems hat die Hauptgründe:

- *wirtschaftliche*:
  - Reduzierung der auf Deponien gelagerten Abfallmenge, Einsparung von Platz und unnötigen Abfallbehandlungskosten;
  - Das Endprodukt ist ein nützliches, nährstoffreiches Substrat, das den Einsatz teurer Düngemittel praktisch überflüssig macht;
  - Kompostierung ist die günstigste Behandlungsmethode.
- *ökologische:*
  - organisches Material wird in den biologischen Kreislauf zurückgeführt und nicht einfach vernichtet, wie es bei der Müllverbrennung der Fall ist;
  - Vermeidung der Verschmutzung, hauptsächlich CO_2, die beim Verbrennen oder Vergraben von Bioabfällen entsteht – die Kompostierungsmethode schließt das Auftreten von CO_2 aus.
  - Reduzierung des Einsatzes von Torfdüngern, da durch die Kompostierung ein Produkt entsteht, das den zur Bodenverbesserung verwendeten Torf ersetzt;
  - Der Nitratgehalt im Grundwasser sinkt in den Gebieten, in denen Kompost anstelle von chemischen Düngemitteln verwendet wird.

Nach den Ergebnissen der ersten Stufe der Studie „Bewertung der am besten geeigneten technischen Lösung für den Umgang mit organischen Abfällen, sortierten kommunalen und gewerblichen Grünabfällen in der Stadt Uschhorod“, Teil I „Bewertung der am besten geeigneten technischen Lösung für den Umgang mit organischen Abfällen, sortierten kommunalen und gewerblichen Grünabfällen“ ergab Folgendes:

- Die gebräuchlichsten Methoden zur Behandlung von Bioabfällen sind die aerobe Kompostierung und die anaerobe Vergärung. Die vorrangige Methode zur Behandlung getrennt gesammelter Bioabfälle (kommunale und gewerbliche Abfälle aus Grünflächen und biologisch abbaubare Abfälle) zur Umsetzung in der Stadt Uschhorod ist die Kompostierungsmethode. Dies erklärt sich durch das Vorhandensein eines großen Anteils

an Bioabfällen im Hausmüll, die niedrigsten Kapitalinvestitionen und Betriebskosten im Vergleich zu alternativen Methoden der Abfallbehandlung (Müllverbrennung, Deponierung von Hausmüll) und die Einhaltung von Umweltsicherheitsanforderungen. Es werden die Vor- und Nachteile der bestehenden technischen Lösungen zur Bioabfallwirtschaft durch Kompostierung aufgezeigt. Es wurden Varianten zur Umsetzung des Bioabfallmanagementsystems in der Stadt Uschhorod vorgeschlagen, unter anderem unter Berücksichtigung der Ergebnisse einer soziologischen Bewohnerbefragung. In der Anfangsphase ist es sinnvoll, mit einer relativ einfachen Methode zu beginnen, beispielsweise mit der zentralen Kompostierung von kommunalen und gewerblichen getrennt gesammelten Grünabfällen (Gartenabfälle, Gartenabfälle usw.) und ähnlichen Abfällen (mit hohem Feuchtigkeitsgrad und minimalem C/N-Verhältnis, ideal zum Mischen mit Grünabfällen), die nur eine minimale Vorbehandlung erfordern. Es entsteht hochwertiger Kompost. Kompost kann als Bodenverbesserer verwendet werden und eignet sich für den Einsatz in der Landwirtschaft und für andere Zwecke;

- Um das Problem der Bioabfallbewirtschaftung in der Stadt Uschhorod zu lösen, ist es notwendig, das entsprechende Gebiet zu bestimmen und ein geeignetes Unternehmen zu gründen, in dem Anlagen zur Bioabfallverarbeitung aufgestellt werden. Zu diesem Zweck wurden die verfügbaren Plätze in der Stadt Uschhorod für geeignete technische Lösungen zum Umgang mit den anfallenden Bioabfällen analysiert, nämlich Möglichkeiten zur Errichtung einer Bioabfallverarbeitungsanlage (Kompostierungsstation), und eine kurze Beschreibung der Eigenschaften der geplanten Objekte und Bauwerke gegeben;
- Basierend auf den Mengen des Bioabfallaufkommens in der Stadt Uschhorod wurden die Berechnungsparameter der Stoffbilanz der Kompostierstation in der Stadt Uschhorod ermittelt und ungefähre Berechnungen der Hauptparameter (inkl. Arbeitsbelastung) der Kompostierstation in der Stadt Uschhorod durchgeführt. Es wurde eine vergleichende Finanzanalyse der Möglichkeiten der Bioabfallbewirtschaftung nach verschiedenen technologischen Schemata durchgeführt. Die Kapazität der Kompostierungsstation kann bei Inbetriebnahme im Jahr 2025 1.200 t/Jahr und im Jahr 2030 – 1.600 t/Jahr betragen, je nach gewählter Option der Bioabfallverarbeitungstechnologie liegen die Kosten für die Kompostierung bei ca 860,88 bis 884,00 UAH/t (ohne Berücksichtigung des geplanten Gewinns) und kann bei steigenden Mengen der Bioabfallverarbeitung gesenkt werden;
- basierend auf den Ergebnissen der Analyse des Zustands der Abfallwirtschaft in der Stadt Uschhorod, der Methode ihrer Sammlung, den Grad der Verfügbarkeit einer getrennten Sammlung, Problemen und Besonderheiten der Verwaltung, der Machbarkeit der Umsetzung technischer Optionen für die Bioabfallwirtschaft und der Umsetzung des Bauprojekts einer Bioabfallbehandlungsanlage in der Stadt Uschhorod (Kompostierstation) wurde eingerichtet. Es wurde untersucht, dass die Frage der Bioabfallwirtschaft ungelöst ist. Daher wurde in der Anfangsphase der Umsetzung des Bioabfallmanagementsystems in der Stadt Uschhorod die Einführung relativ einfacher Bioabfallverarbeitungstechnologien vorgeschlagen – individuelle Kompostierung von Bioabfällen in Privathaushalten durch die Installation einzelner Komposter in den Höfen der Haushalte und zentrale Kompostierung von getrennt gesammelten kommunalen und Gewerbegrünabfälle (Abfälle aus Landschaftsbau, Parks, Gärten etc.), Lebensmittelabfälle und ähnliche Abfälle, zumindest kurzfristig. Mittel- und langfristig sollte weiterhin auf eine praktikablere Möglichkeit zur Behandlung von Bioabfällen zurückgegriffen werden (z. B. deren biologische Stabilisierung mit Hilfe von MBB-Anlagen);
- Unter Berücksichtigung europäischer Erfahrungen wird ein allgemeines Überwachungskonzept für Kompostieranlagen in der Stadt Uschhorod vorgeschlagen.

TEIL II.
ANALYSE DES SEKUNDÄRROHSTOFFMARKTES

ABSCHNITT I. ALLGEMEINE MERKMALE DES STANDES DER ABFALLBEWIRTSCHAFTUNG UND DES MARKTES FÜR SEKUNDÄRROHSTOFFE IN DER UKRAINE

1.1 Gesetzliche Voraussetzungen im Bereich der Abfallwirtschaft und des Sekundärrohstoffmarktes

Die Gesetzgebung der Ukraine im Bereich der Abfallwirtschaft, einschließlich des Marktes für Sekundärrohstoffe, ist recht umfangreich und besteht aus Gesetzen, einer Reihe sekundärer Rechtsakte (Beschlüsse des Ministerkabinetts der Ukraine, Anordnungen von Ministerien, Normen, Staatsaufbau, Vorschriften usw.).

Die Regulierungs- und Rechtsakte der Ukraine in diesem Bereich sind:
Verfassung der Ukraine[19];
Gesetz der Ukraine „Über die Ratifizierung des Assoziierungsabkommens zwischen der Ukraine einerseits und der Europäischen Union, der Europäischen Atomgemeinschaft und ihren Mitgliedstaaten andererseits“[20];
Kodex der Ukraine zum Untergrund [21];
Gesetz der Ukraine „Über die Abfallwirtschaft“[22];
Gesetz der Ukraine „Über den Umweltschutz“[23];
Gesetz der Ukraine „Über die Umweltverträglichkeitsprüfung“[24];
Gesetz der Ukraine „Über die strategische Umweltprüfung“[25];
Gesetz der Ukraine „Über das öffentliche Gesundheitssystem“[26];
Gesetz der Ukraine „Über Altmetall“[27];
Gesetz der Ukraine „Über Wohnungswesen und kommunale Dienstleistungen“[28];
Gesetz der Ukraine „Über die Verbesserung von Siedlungen“[29];
Gesetz der Ukraine „Über Veterinärmedizin“[30];
Gesetz der Ukraine „Über die Lizenzierung von Wirtschaftstätigkeiten“[31];
Gesetz der Ukraine „Über alternative Energiequellen“[32];
Gesetz der Ukraine „Über Nebenprodukte tierischen Ursprungs, die nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt sind“[33];
Gesetz der Ukraine „Über die kommunale Selbstverwaltung in der Ukraine“[34];
Beschluss des Ministerkabinetts der Ukraine vom 8. November 2017 Nr. 820 „Über die Genehmigung der nationalen Abfallwirtschaftsstrategie in der Ukraine bis 2030“[35].

Das Gesetz der Ukraine „Über die Abfallwirtschaft“ ist ein Rahmenwerk im Bereich Abfall und sieht eine Reform der Abfallwirtschaft vor, die zum Übergang der Ukraine zu Modellen der

[19] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text
[20] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1678-18#Text
[21] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-%D0%B2%D1%80#Text
[22] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text
[23] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text
[24] https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2059-19#Text
[25] https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2354-19#Text
[26] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text
[27] https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/619-14#Text
[28] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2189-19#Text
[29] https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2807-15#Text
[30] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2498-12#Text
[31] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/222-19#Text
[32] https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/555-15#Text
[33] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/287-19#Text
[34] https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/280/97-%D0%B2%D1%80#Text
[35] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text

Kreislaufwirtschaft und nachhaltigen Entwicklung beitragen wird. Das Gesetz definiert die rechtlichen, organisatorischen und wirtschaftlichen Grundsätze der Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Verhinderung der Entstehung von Abfällen, der Reduzierung des Abfallaufkommens, der Reduzierung negativer Folgen von Abfallbewirtschaftungsaktivitäten, der Förderung der Vorbereitung von Abfällen zur Wiederverwendung, des Recyclings und der ordnungsgemäßen Verwertung um ihre negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die natürliche Umwelt zu verhindern. Durch das Recycling werden Abfälle zu Produkten, Materialien oder Stoffen für ihre primäre oder andere Verwendung verarbeitet.

Das Gesetz führt die Grundprinzipien und Bestimmungen der europäischen Gesetzgebung im Bereich der Abfallwirtschaft in nationales Recht ein, insbesondere die Einführung der Abfallwirtschaftshierarchie und die Grundvoraussetzungen für eine erweiterte Herstellerverantwortung sowie ein System der langfristigen Abfallwirtschaftsplanung wird auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene eingeführt. Die Umsetzung des nationalen Abfallverzeichnisses[36] trägt zur Harmonisierung des Abfallverzeichnisses mit dem europäischen bei und wird im Buchhaltungs- und Berichtssystem im Bereich der Abfallwirtschaft verwendet.

Das Gesetz sieht die Einführung eines Abfallwirtschaftsinformationssystems vor, das eine deutliche Vereinfachung des Systems der Buchhaltung und Berichterstattung, der Abgabe von Erklärungen und der Durchführung von Genehmigungsverfahren im Bereich der Abfallwirtschaft ermöglichen wird. Die Einführung eines Teilsystems offener Register wird der Öffentlichkeit Zugang zu Informationen von Erzeugern und anderen Abfalleigentümern ermöglichen. Es wird vorgeschlagen, die Kontrolle über die Sammlung und Verarbeitung gefährlicher Abfälle zu stärken, indem die Genehmigungsanforderungen für solche Tätigkeiten verschärft werden. Das Gesetz legt das Verfahren für die Sammlung, Beseitigung und Verarbeitung von Siedlungsabfällen fest, stellt die Umsetzung ihrer getrennten Sammlung und Wiederverwertung sicher, legt Anforderungen für die qualitativ hochwertige Erbringung von Abfallentsorgungsdienstleistungen und die Erhebung von Gebühren für diese Dienstleistungen fest. Die Gewährleistung der Umsetzung der oben genannten Bestimmungen wird es ermöglichen, eine Reihe landesweiter Probleme im Zusammenhang mit der unkontrollierten Ansammlung und Verlagerung von Abfällen, der Massenbildung spontaner Mülldeponien und der völligen Verletzung von Umweltsicherheitsanforderungen im Bereich der Abfallwirtschaft zu lösen. und wird zu Zuflüssen von Investitionen im Bereich der Abfallwirtschaft führen. Das Gesetz ändert das Gesetz über Ordnungswidrigkeiten der Ukraine[37] und führt ein Haftungssystem für Straftaten im Bereich der Abfallwirtschaft ein.

Die Verabschiedung des Gesetzes der Ukraine „Über die Abfallbewirtschaftung“ bringt die nationale Gesetzgebung näher an die Gesetzgebung der Europäischen Union (EU), was zu einer erheblichen Reduzierung der Abfallmenge führen wird, die auf Deponien entsorgt wird, was dazu beiträgt die Verbesserung der Umwelt und der menschlichen Gesundheit. Infolgedessen wird die schrittweise Einführung bewährter Praktiken in der Abfallwirtschaft erwartet; Reduzierung des Abfallentsorgungsvolumens auf Deponien; Anziehung von Investitionen im Bereich der Abfallwirtschaft und Schaffung einer modernen Infrastruktur für die Abfallwirtschaft; Verringerung der Zahl der Abfallentsorgungsanlagen, die die gesetzlichen Anforderungen nicht erfüllen; Einhaltung der Umweltsicherheitsanforderungen beim Betrieb von Abfallentsorgungsanlagen und Verringerung der sozialen Spannungen; Erhöhung des Umfangs der Sammlung, Beschaffung, Verwertung und Wiederverwertung von Abfällen als Sekundärrohstoffe; Schaffung eines Informationsunterstützungssystems im Bereich der Abfallwirtschaft, Verbesserung des Verfahrens zur Führung von Abfallaufzeichnungen, Information über den Standort von Orten oder Gegenständen der Abfallwirtschaft, deren Auswirkungen auf den Zustand der Umwelt und der menschlichen Gesundheit. Die Verabschiedung des Gesetzes dient als Grundlage für die gesetzgeberische Einführung von Systemen der erweiterten Herstellerverantwortung für Hersteller von Produkten, bei deren Verbrauch/Nutzung verschiedene Arten von Abfällen entstehen.

[36] http://surl.li/mwvox
[37] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10#Text

Die Verabschiedung des Gesetzes der Ukraine „Über die Abfallbewirtschaftung“ (in Kraft tretend am 07.09.2023) sieht die schrittweise Entwicklung neuer und die Anpassung bestehender Rechtsakte vor, einschließlich Gesetzesentwürfen der Ukraine und Gesetzen des Ministerkabinetts von Ukraine und zentrale Exekutivbehörden.

In der Ukraine sind die wichtigsten Dokumente des Kreislaufwirtschaftsprogramms die folgenden:

- *Nationale Abfallwirtschaftsstrategie bis 2030* (Es sieht die Umsetzung der besten europäischen Praktiken im Bereich der Handhabung verschiedener Arten von Abfällen in der Ukraine vor und zielt darauf ab, die Hauptprobleme der Abfallbewirtschaftung in der Ukraine zu identifizieren und zu lösen. Festlegung vorrangiger Tätigkeitsbereiche für den Aufbau eines innovativen Abfallmanagementmodells in der Ukraine; Ermittlung von Wegen und Methoden zur Verbesserung der bestehenden Infrastruktur für die Abfallbewirtschaftung; Gewährleistung einer nachhaltigen Entwicklung der Ukraine; Verbesserung der Qualität der erbrachten Dienstleistungen sowie Reduzierung des Verwaltungsaufwands);

- *Nationaler Abfallwirtschaftsplan bis 2030* [38] (ist ein Plan zur Umsetzung der Nationalen Strategie und legt konkrete Aufgaben und Maßnahmen fest, die es der Ukraine ermöglichen werden, bis 2030 zu einem neuen Modell der Abfallwirtschaft überzugehen, zu einer Kreislaufwirtschaft, die von führenden europäischen Ländern genutzt wird. Durch die Umsetzung der oben genannten Maßnahmen soll die nationale Gesetzgebung im Bereich der Abfallwirtschaft an die europäische angepasst werden);

- *Grundprinzipien (Strategie) der staatlichen Umweltpolitik der Ukraine für den Zeitraum bis 2030* [39] (Grundsätze zur Bewältigung der Folgen von Umweltproblemen, einschließlich Maßnahmen zur Verringerung der Wasser- und Luftverschmutzung durch die Beseitigung der Ursachen ihres Auftretens, die in den EU-Ländern erfolgreich funktionieren, sowie einige Änderungen in der öffentlichen Verwaltung aufgrund der Einführung der Umweltnormen und –standards werden in vollem Umfang bereitgestellt und entsprechen den Normen und Standards der EU im Bereich der Ökologie sowie mittelfristigen vorrangigen Maßnahmen der Regierung);

- *Das Konzept zur Umsetzung der Staatspolitik im Bereich des Klimawandels für den Zeitraum bis 2030 und sein Umsetzungsplan*[40] (legt die Grundlagen für die Entwicklung von Gesetzesentwürfen und anderen normativen Rechtsakten im Bereich des Klimawandels fest, legt die Hauptrichtungen ihrer Umsetzung fest, die darauf abzielt, die Politik des Staates im Bereich des Klimawandels zu verbessern, und schafft Voraussetzungen für den Übergang der Ukraine zu CO_2-arme Entwicklung unter der Bedingung, dass das Wohlergehen der Bevölkerung sowie die wirtschaftliche, ökologische und energetische Sicherheit gesteigert werden);

- *CO_2-arme Entwicklungsstrategie der Ukraine bis 2050*[41] (sieht den Übergang der ukrainischen Wirtschaft zu einem Modell der kohlenstoffarmen Entwicklung durch die Umstellung auf erneuerbare Energiequellen und vor allem die Reduzierung der Treibhausgasemissionen in die Umwelt vor und wurde entwickelt, um die Verpflichtungen der Ukraine gemäß den Bestimmungen des Pariser Abkommens zu erfüllen, heißt es in der Entscheidung der Konferenz der Vertragsparteien des UN-Rahmenübereinkommens sowie zur Erfüllung von Anordnungen der CMU sind die Ziele: Bildung eines neuen Energiesystems, Erhöhung der Kohlenstoffaufnahme und -speicherung, Reduzierung der Treibhausgasemissionen in die Umwelt und Einführung des Konzepts der ökologischen Produktion in der Ukraine durch den Einsatz „grüner“ (ökologischer) Technologien).

Die Umsetzung dieser Dokumente zielt darauf ab, die Gesetzgebung im Bereich der Abfallwirtschaft zu verbessern; wirksame Systeme für den Umgang mit verschiedenen Abfallströmen entwickeln; eine Abfallverarbeitungsinfrastruktur schaffen; den Bekanntheitsgrad verschiedener

[38] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-%D1%80#Text
[39] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text
[40] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/932-2016-%D1%80#Text
[41] https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/LEDS_ua_last.pdf

Interessengruppen (Marktteilnehmer, Behörden, Öffentlichkeit etc.) in diesem Bereich zu steigern. Trotz der großen Zahl verabschiedeter Programmdokumente wurde in der Ukraine jedoch noch kein umfassendes System zur Unterstützung der Entwicklung der Kreislaufwirtschaft geschaffen. Der Entwicklungsstand der Wirtschaftszweige der „geschlossenen Kreislaufwirtschaft" befindet sich weiterhin auf niedrigem Niveau. Darüber hinaus sorgen diese strategischen Dokumente für eine minimale Interaktion und Zusammenarbeit der relevanten Abteilungen.

Auf internationaler Ebene wurden spezielle Gesetze zur Abfallbewirtschaftung erlassen. Die EU-Länder haben in den mehr als zehn Richtlinien die wichtigsten rechtlichen Aspekte definiert, die auf die Heterogenität der morphologischen Zusammensetzung von Abfällen zurückzuführen sind. Die grundlegende Richtlinie in dieser Richtung ist die Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle. Die Entwicklung der Globalisierung hat Bedingungen für die Umsetzung von EU-Richtlinien in die Gesetzgebung der Ukraine geschaffen.

Unter Nutzung der Erfahrungen entwickelter europäischer Länder mit einem ähnlichen rechtlichen und institutionellen System ist es notwendig, einen wirksamen gesetzlichen und regulatorischen Rahmen für das Funktionieren der Kreislaufwirtschaft in der Ukraine zu entwickeln und bestehende Unterschiede im Verständnis und der Interpretation einiger Konzepte zu beseitigen. Es ist notwendig, eine maximale Interaktion und Zusammenarbeit der relevanten Abteilungen im Bereich der Kreislaufwirtschaft sicherzustellen. Darüber hinaus ist es unter Berücksichtigung der praktischen Erfahrungen der EU notwendig, auf neue, effektivere Geschäftsmodelle umzusteigen (Ökodesign, Reparatur, Wiederverwendung, Rückgewinnung und Austausch von Produkten sowie maximale Vermeidung der Abfallerzeugung).

Der Entwicklungsstand der Kreislaufwirtschaft in der Ukraine kann als sehr niedrig oder nicht vorhanden eingeschätzt werden. Die Erfahrung bei der Einführung eines Kreislaufwirtschaftsmodells in führenden europäischen Ländern setzt Trends bei der Gestaltung einer nationalen Wirtschaftsentwicklungsstrategie. Unter den heutigen Bedingungen sollte die Ukraine, dem Beispiel der EU-Länder folgend, konkrete Veränderungen umsetzen, die den schnelleren Übergang ihrer linearen Wirtschaft zu einer Kreislaufwirtschaft erleichtern.

Die Einführung der wichtigsten europäischen Ansätze und Grundsätze auf gesetzgeberischer Ebene, einschließlich der fünfstufigen Hierarchie der Abfallbewirtschaftung und des Prinzips der erweiterten Verantwortung des Herstellers, wird den Produzenten dabei helfen, den lokalen Selbstverwaltungsorganen finanzielle und technische Unterstützung bei der Organisation zu bieten die getrennte Sammlung von Hausmüll und die Durchführung von Aufklärungs- und Informationsarbeit mit der Bevölkerung.

1.2 Preisgestaltung und Preis auf dem Markt für Sekundärrohstoffe

Das moderne Marktsystem ist besser als andere, angepasst, um die Errungenschaften des wissenschaftlichen und technischen Fortschritts zu nutzen, die Produktion zu intensivieren und letztendlich die Bedürfnisse der Verbraucher besser zu befriedigen.

Der Markt ist eine der am weitesten verbreiteten Kategorien in der Wirtschaftstheorie und Unternehmenspraxis und dient als Mechanismus, durch den das Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage hergestellt wird. Der Hauptunterschied zwischen dem Markt für recycelte Materialien und dem Rohstoffmarkt besteht darin, dass dieser Markt Besonderheiten der Herkunft und Besonderheiten des funktionalen Zwecks aufweist.

Das Gleichgewicht zwischen Kauf und Verkauf auf dem Markt sollte mithilfe eines Instruments wie dem Preis erreicht werden. Wenn kein Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage besteht, beeinflusst der Markt die Produktion über den Preis. Eine unzureichende Menge einiger Konsumgüter auf dem Markt führt zu einem Anstieg ihrer Preise und umgekehrt, was sich wiederum auf die Produktion auswirkt und zu deren Ausweitung oder Verringerung führt.

Die unter Marktbedingungen operierende Wirtschaft entwickelt sich also nach den Marktgesetzen: Kosten, Angebot und Nachfrage, Durchschnittsgewinn usw.

1.2.1 Allgemeine Informationen zur Preisgestaltung und Ermittlung von Produktpreisen

Preisgestaltung – Hierbei handelt es sich um den Prozess der Entwicklung, Annahme und praktischen Umsetzung von Preisentscheidungen. Je nach Ziel, das das Unternehmen am Markt verfolgt, kommen unterschiedliche Preisansätze zum Einsatz, die sich in der Preispolitik des Unternehmens widerspiegeln.

Preispolitik des Unternehmens – Es handelt sich um eine Reihe von Preissetzungsmaßnahmen zur Erreichung des Unternehmensziels, die die Entwicklung einer Strategie, die Wahl einer Preismethode und die Annahme von Managemententscheidungen über Preise umfassen. Die Preispolitik besteht darin, das optimale Preisniveau und die optimale Preisstruktur innerhalb der Produktpalette des Unternehmens zu ermitteln und aufrechtzuerhalten, die Preise für Waren und Märkte rechtzeitig zu ändern, um in einer bestimmten Marktsituation den größtmöglichen Erfolg zu erzielen, und zwar nahezu der wichtigste Teil der allgemeinen Wirtschaftspolitik des Unternehmens, da er zu einer besseren Anpassung des Unternehmens an die wirtschaftlichen Bedingungen beiträgt.

Der Preis nimmt eine führende Rolle im Mechanismus der Bildung von Marktbeziehungen zwischen Wirtschaftssubjekten ein und beeinflusst erheblich die Ergebnisse des Produktverkaufs und den effektiven Betrieb des Unternehmens (er wirkt sich direkt auf die Finanzkennzahlen des Unternehmens aus und sorgt für die Gewinn- und Marktbildung). Anteil, bestimmt das Niveau der Wettbewerbsfähigkeit von Produkten, ihre Wahrnehmung durch Verbraucher und die Positionierung unter dem Gesichtspunkt des angebotenen Verbraucherwerts, ist ein Indikator für die Qualität des Produkts, trägt zum Aufbau für beide Seiten vorteilhafter Beziehungen zwischen Unternehmen und Unternehmen bei Verbraucher sowie mit anderen Marktthemen usw.). Die richtige Preisfestsetzung ermöglicht es dem Unternehmen, unter schwierigen wirtschaftlichen Bedingungen zu überleben, effektive Aktivitäten durchzuführen und sein Ziel bestmöglich zu erreichen.

Die wichtigsten obligatorischen Elemente des Produktpreises sind der Selbstkostenpreis und der Gewinn. Darüber hinaus kann der Preis Folgendes umfassen: Verbrauchsteuer, Mehrwertsteuer, Aufschläge von Lieferanten und Vertriebsorganisationen, Handelsvergütungen oder Rabatte. Bei der Festlegung der Preise muss sich das Unternehmen der engen Beziehung zu Verbrauchern und Wettbewerbern bewusst sein und auf der Grundlage dieser Faktoren eigene Preislösungen entwickeln, um in einem Wettbewerbsumfeld erfolgreich zu funktionieren.

Alle Preise sind in zwei große Gruppen unterteilt: Produktion und Verbraucher.

Produktionspreise sind die Preise, zu denen Produkte verkauft und Dienstleistungen an andere Unternehmen und Organisationen erbracht werden:

Großhandelpreise (Unternehmenspreise und Branchenpreise) – sind Preise, zu denen staatliche, kollektive und private Unternehmen untereinander oder mit Großhändlern für große Warenmengen abrechnen.

Die Einkaufspreise, zu denen landwirtschaftliche Erzeuger (Genossenschaften, Kollektive, staatliche, landwirtschaftliche, private Betriebe) ihre Produkte an staatliche, genossenschaftliche, Verarbeitungs-, Handels- und andere Unternehmen verkaufen, werden auch bei der Beschaffung von Pelztierhaltung, Fischzucht und Recyclingprodukten verwendet.

Geschätzte Preise – Preise und Schätzungen, die zur Ermittlung der geschätzten Kosten für Neubauten, Rekonstruktionen von Gebäuden und Bauwerken, deren Erweiterung und Umrüstung verwendet werden..

Verbraucherpreise sind die Preise für Waren und Dienstleistungen, die an die Öffentlichkeit verkauft werden:

Einzelhandelspreise – Preise, zu denen die Bevölkerung Waren im staatlichen, kollektiven und privaten Handel kauft. Arten von Einzelhandelspreisen sind Preise für Produkte öffentlicher Gastronomiebetriebe, Tarife für Kommunal-, Haushalts-, Transport-, Touristen- und andere Dienstleistungen sowie Wohnungspreise

Grundlage für die Bildung von Groß- und Einzelhandelspreisen (und allen Preisen im Allgemeinen) sind die Produktionskosten, die die Untergrenze des Preises darstellen.

Die Besonderheit der Marktpreisgestaltung besteht darin, dass nicht alle mit der Herstellung und dem Verkauf von Produkten verbundenen Kosten das Preisniveau direkt bestimmen. Das Preisniveau wird maßgeblich von der Marktsituation beeinflusst, die die allgemeinen Preisansätze bestimmt, nämlich die folgenden Faktoren:

- staatliche Preisregulierung;
- Wettbewerb der Hersteller;
- das Verhältnis von Angebot und Nachfrage;
- Kaufkraft des Geldes;
- Produktqualität und andere.

Preismethode – ist eine bestimmte Methode, eine Reihe aufeinanderfolgender Aktionen, um den Preis eines bestimmten Produkts zu bestimmen und zu rechtfertigen. Die Einteilung der Preisbildungsmethoden in Gruppen ist durchaus bedingt und hängt davon ab, welcher Faktor bei der Preisermittlung dominiert und dementsprechend von welchem Faktor seine Rechtfertigung ausgeht. Das heißt, nachfragebasierte Methoden bedeuten, dass der Grundpreis des Produkts in erster Linie auf der Grundlage der Untersuchung der Verbrauchernachfrage festgelegt wird, kostenbasierte Methoden – auf der Grundlage der Berechnung der Durchschnittskosten, wettbewerbsbasierte Methoden – unter Berücksichtigung der Preise von Konkurrenten usw. d. Der durch die Anwendung einer Methode erzielte Preis ist nicht unbedingt endgültig und erfordert in vielen Fällen eine zusätzliche Anpassung, insbesondere können andere Preismethoden darauf angewendet werden, daher handelt es sich bei einem solchen Preis um einen Basis- oder Grundpreis. Der bedarfsabhängig ermittelte Preis kann durch vernetzte Preisgestaltung und wettbewerbsbasierte Methoden angepasst werden. Darüber hinaus muss es mit den Kosten verglichen und auf Wirtschaftlichkeit überprüft werden. Sehr oft wird der Preis gleichzeitig auf mehrere Arten ermittelt und dann der endgültige Preis ausgewählt.

Unter Berücksichtigung dieser Faktoren und der Marktstrategie des Unternehmens zur Ermittlung des optimalen Preisniveaus werden die folgenden **Preismethoden** verwendet:

1) **„Kosten + Gewinn“**, wobei der Preis *P*, UAH, nach der folgenden Formel berechnet wird:

$$P = K + G, \tag{1.1}$$

wo K – Produktionskosten, UAH;
G – Höhe des Gewinns im Preis, UAH.

Der Gewinn wird als Prozentsatz des Selbstkostenpreises ermittelt, dessen Wert auf der Grundlage von Überlegungen zur Produktrentabilität und Wettbewerbsfähigkeit ermittelt wird. In der Marktwirtschaft ist der Anwendungsbereich dieser Methode begrenzt.

2) **„Erzielung der Zielgewinnrate“**, die sich auf Kosten und eine Zielrendite konzentriert. Unternehmen versuchen, einen Preis festzulegen, in dem auch der Gewinn enthalten ist, der als Prozentsatz des investierten Kapitals geplant ist. Gleichzeitig wird das Konzept des Break-Even verwendet und bei der Preisfestlegung nach dieser Methode die Abhängigkeit der Gesamtkosten und des Umsatzes vom Umsatzvolumen berücksichtigt und der Preis P, UAH, ermittelt nach folgender Formel berechnet:

$$P = K_{\text{var}} + \frac{K_{fix} + G_{\text{ges}}}{N}, \tag{1.2}$$

wo K_{var} – Höhe der variablen Kosten pro Produktionseinheit, UAH;
K_{fix} – Fixkosten für dieses Produkt für einen bestimmten Zeitraum (Jahr), UAH;
G_{ges} – der Gesamtgewinn, der im gleichen Zeitraum aus dem Verkauf von Produkten erzielt werden soll, UAH;
N – Volumen des Produktverkaufs in natürlichen Einheiten.

3) **„Einschätzung des Verbraucherwerts“** – basiert auf der Bewertung der Verbraucherwirkung, die der Verbraucher durch die Verwendung des Produkts hat, und ist mit bestimmten Risiken aufgrund einer ungerechtfertigten Überschätzung oder Unterschätzung des Preises verbunden.

4) **„proportionale Preisgestaltung“** (oder „nach Wettbewerbsniveau“), bei dem der Preis abhängig vom Preisniveau der Wettbewerber festgelegt wird, d. h. der Preis ist eine Funktion der Preise für ähnliche Produkte der Wettbewerber – $P=f$ ($P1$, $P2$, ... Pn), wobei n – der Anzahl der Verkäufer ähnlicher Produkte.

5) **„erwarteter Gewinn“** – kommt zum Einsatz, wenn das Unternehmen um einen Kontakt kämpfen oder eine Ausschreibung zu einem niedrigeren Preis gewinnen möchte.

6) **„Schnelle Rückerstattung der Kosten“** – wird verwendet, um große Produktmengen aktiv zu verkaufen und die ausgegebenen Mittel aufgrund der Unsicherheit der Hersteller über den langfristigen Erfolg ihrer Produkte auf dem Markt schnell zurückzuzahlen.

Der Preis gehört zu den wichtigsten Wirtschaftskategorien, da er einen erheblichen Einfluss auf alle Aspekte der Wirtschaftstätigkeit jedes einzelnen Unternehmens und des gesamten Landes hat. Mit Hilfe des Preises werden die Kosten des Unternehmens erstattet, die sich in Löhne der Mitarbeiter, Material, Raummiete, Zahlung von Steuern usw. aufteilen. Der Preis ist für Käufer eine Orientierungshilfe bei der Auswahl eines Produkts zum Kauf, mit Hilfe der Preise wird das Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage weitgehend reguliert. Der Preis lässt sich am einfachsten ändern, aber sein optimales Niveau unter bestimmten Geschäftsbedingungen zu finden und zu rechtfertigen, ist eine äußerst schwierige und mehrdeutige Aufgabe.

Die Marktbedingungen erfordern eine Straffung des Preissystems. Es muss den Gesetzen der Marktwirtschaft entsprechen. Die vorherrschenden Modelle der Preisbildung in der Marktwirtschaft sind Kosten- und Wertpreisbildung, die parallel existieren und auf einer tiefen und vollständigen Kostenrechnung mit dem Ziel ihrer Reduzierung basieren. Generell handelt es sich bei der Anwendung von Pricing-Methoden um einen sehr individuellen Prozess, der von vielen Faktoren abhängt (Ziele des Unternehmens, Professionalität und Bewusstsein der Führungskräfte, Marktsituation etc.), so dass es nicht möglich ist, konkrete Empfehlungen dieser Bereich zu formulieren.

1.2.2 Preisgestaltung auf dem Markt für Recyclingmaterialien (insbesondere Kompost)

Die Preisstrategie unter Marktbedingungen, einschließlich des Marktes für recycelte Materialien, basiert auf drei Faktoren – Kosten, Nachfrage und Wettbewerb. Unter diesen Bedingungen haben Unternehmen große Möglichkeiten, Preise für Waren und Dienstleistungen zu bilden. Allerdings muss der Staat die Preisbildungsprozesse mit wirksamen Methoden regulieren. Im Bereich der Abfallwirtschaft und des Recyclingmarktes geht es vor allem darum, die Produktion wenig rentabler, aber für Verbraucher notwendiger Güter durch das System staatlicher Zuschüsse und Subventionen zu unterstützen und den Kauf/Verkauf von Abfallprodukten (Kompost) zu fördern.

Darüber hinaus ist die Einführung neuer Abfallmanagementsysteme und die Schaffung eines Marktes für Recycling in der Regel ein komplexer Prozess, da sie die Einführung neuer Technologien und neuer technischer und administrativer Fähigkeiten erfordert, was wiederum neue Ansätze für Preisgestaltung, Finanzierung und Erstattung erfordert. Die Effizienz der Sekundärverarbeitung hängt von der Qualität der Rohstoffe und damit von der Primärsortierung der Abfälle ab. Aus diesen und anderen Gründen kann die effektive Umsetzung und der Betrieb eines neuen Abfallmanagementsystems, einschließlich des Recyclingmarktes, von technischer Unterstützung durch internationale Organisationen und/oder Experten profitieren. Experten können lokale Mitarbeiter schulen und ihre Erfahrungen weitergeben, um die Entwicklung lokaler Effizienz bei der Verwaltung und Bereitstellung von Abfallentsorgungsdienstleistungen sowie die Organisation eines effizienten Recyclingmarktes zu unterstützen.

Auf dem Markt für recycelte Materialien gibt es einerseits eine Berechnung des wirtschaftlichen Werts des Produkts, andererseits - eine Preispolitik. Gleichzeitig sollte der Preis mindestens die Produktionskosten decken; nach EU-Vorschriften muss der Tarif die „tatsächlichen Kosten“ decken.

In der heutigen Ukraine:

– sind die Methoden zur Berechnung der Produktpreise weit von den internationalen Rechnungslegungsstandards entfernt;

– werden Preise häufig auf der Grundlage eines Kompromisses zwischen Einflussgruppen festgelegt und sind daher selten wirtschaftlich gerechtfertigt und effizient;

– Derzeit sind die aktuellen Preise, die den Ausgangspunkt der Preispolitik bilden, sozial und weit von der EU-Praxis entfernt;

– lassen sich wirtschaftlich gerechtfertigte Preise in der Praxis nur schwer ermitteln, insbesondere angesichts der damit verbundenen Ziele (vor allem: Kostendeckung). Derzeit werden Preise oft aus „nichtwirtschaftlichen“ Gründen (politischen oder wahltaktischen Erwägungen) festgelegt und decken weder die Betriebskosten noch die Kapitalkosten ab, die für die Ausweitung und Verbesserung der Produktion erforderlich sind;

– wenn die Nachfrage sinkt, sinkt der Preis der Produkte, was zu ihrer Anhäufung und ihrem Weiterverkauf zu unangemessenen Preisen führt;

– ändern sich die Preise häufig, werden jährlich/saisonal festgelegt, was eine mittel- oder langfristige Verbesserung der Produktqualität unmöglich macht und im Hinblick auf Investitionen des jeweiligen Unternehmens in die Verbesserung der Dienstleistungen unwirksam ist.

Im Jahr 2023 ist in der Ukraine **der Markt für Kompost**, der bei der Verarbeitung von Bioabfällen als wiederverwertbares Material im Kompostierungsverfahren anfällt, noch nicht entstanden. In der ersten Phase der Umsetzung des Bioabfallmanagementsystems in den ersten ein bis zwei Betriebsjahren der Bioabfallverarbeitungsanlagen wird der gewonnene hochwertige Kompost den Landwirten und landwirtschaftlichen Genossenschaften kostenlos zur Einarbeitung zur Verfügung gestellt sie mit den Vorteilen seiner Nutzung und wird von kommunalen Betrieben der Siedlungen für den Eigenbedarf genutzt.

Allerdings muss das Bioabfallmanagementsystem verbessert werden, um seine Wirtschaftlichkeit im Rahmen der Effizienzsteigerung des gesamten Abfallmanagementsystems zu steigern. Auf dieser Grundlage ist es notwendig, lokale Märkte für Kompost zu entwickeln, damit dieser zu einem Preis verkauft werden kann, der alle Produktionskosten berücksichtigt, und es besteht die Möglichkeit, Einnahmen aus dem Verkauf des Komposts zu erzielen, die nicht gleichwertig sind bis Null. Die Entscheidung, der Bevölkerung Aufbereitungsleistungen für getrennt gesammelte Bioabfälle kostenlos zur Verfügung zu stellen, führt zu einem entgangenen Nutzen, wenn man bedenkt, dass ein hochwertiges Produkt aus getrennt gesammelten Bioabfällen (Bioabfall, sortierter kommunaler und gewerblicher Grünabfall) etwa 5-10 Euro pro 1 Tonne wert ist.

In der Ukraine werden der Marktwert, die Dosierungsbeschränkungen, die Anwendungshäufigkeit und die Anwendungsbereiche verschiedener Kompostgruppen in Abhängigkeit von der Qualitätsbewertung gemäß den Kriterien der SOU WGK 03.09-014 festgelegt. Also, im Jahre 2023, nach Expertenschätzungen, der Marktwert von Kompost nach Anwendungsgebieten:

- **in der Landwirtschaft** (für Getreide, Futtermittel und technische Nutzpflanzen) ist nur für Gruppe 1 verfügbar (Verwendung in Dosierungen, die Standarddüngern entsprechen) und beträgt etwa 620 UAH/t. Es ist nicht für Gruppe 2 (wird in einer Dosis von 4-5 t/ha pro Jahr bezogen auf die Trockenmasse oder höchstens 15 t/ha alle 3 Jahre verwendet) und Gruppe 3 (wird in einer Dosis von 5-6 t/ha bezogen auf die Trockenmasse einmal alle 5 Jahre mit obligatorischer Kontrolle des Hintergrundgehalts an Elementen verwendet) definiert;

- **in der Forstwirtschaft, beim umweltfreundlichen Bauen und bei der Landgewinnung** (Waldkulturen, umweltfreundliches Bauen, Landgewinnung) beträgt 620 UAH/t für Gruppe A (verwendet in Dosierungen, die Standarddüngern entsprechen) und 450 UAH/t für Gruppe B (wird bei einer Dosis von 10-15 t/ha pro Jahr in der Trockenmasse oder nicht mehr als 50 t/ha alle 3 Jahre verwendet), für den Markt der Gruppe C (wird in einer Dosis von 10-20) t/ha Trockenmasse alle

5 Jahre mit obligatorischer Kontrolle des Hintergrundgehalts an Elementen verwendet) fallen keine Kosten an.

Um den Kompostpreis zu erhöhen, ist es ratsam, den Kompost entsprechend den spezifischen Bedürfnissen des Marktes vorzubereiten, indem verschiedene Arten von kompostiertem Humus oder andere natürliche Zusatzstoffe hinzugefügt werden, die den resultierenden Kompost verbessern können. Kompostierung und die Schaffung eines Kompostmarktes sind dort besonders wirksam, wo der Gehalt an organischen Stoffen im Abfall erheblich ist und ein Bedarf an Düngemitteln besteht. Die Einführung der Kompostierungstechnologie wird die Kosten für den Kauf von Düngemitteln für bestehende Unternehmen senken, die potenzielle Verbraucher von Kompost als Düngemittel sind. Der Verkauf des Überschusses bietet die Möglichkeit, eine zusätzliche Einnahmequelle zu erschließen und die Entstehung und das Wachstum des Kompostmarktes anzuregen.

Damit der Markt für recycelte Materialien in der Ukraine erfolgreich sein kann, ist es notwendig, die bestehenden Hindernisse, auch in Bezug auf die Praxis der Preisfestsetzung, zu überwinden und die Faktoren, die seine Entstehung beeinflussen, ständig zu berücksichtigen.

1.3 Faktoren, die die Bildung des Sekundärrohstoffmarktes beeinflussen

Zur Lösung der wichtigsten wirtschaftlichen Probleme, auch im Bereich der Abfallwirtschaft, erwies sich das Marktsystem als das effektivste und flexibelste. Gleichzeitig hängt die Stabilität der Entwicklung des Marktes und seiner einzelnen Komponenten von der Art des Einflusses verschiedener Faktoren und Faktoren ab, unter denen sich die wichtigsten Einflussfaktoren auf den Markt für Sekundärrohstoffe unterscheiden lassen:

- Anwendung wirtschaftlicher Instrumente, die die Verwendung von recycelten Materialien fördern (Steuervorteile, Subventionen, Pfandrückgabesysteme usw.);
- Fehlen oder Fehlausrichtung des Abfallmanagementsystems, nämlich Sammlung, Sortierung und Lagerung von Abfällen als Sekundärrohstoff;
- Menge des erhaltenen Recyclingmaterials (bestimmte Mengen, die sofort verwendet werden können);
- Qualität der gesammelten Sekundärrohstoffe (Anwesenheit von Verunreinigungen, Schadstoffen);
- Kosten für den Transport von recycelten Materialien;
- Hindernisse praktischer Natur (z. B. zusätzliche Kosten für die Verarbeitung und Reinigung von ressourcenschonendem Material);
- aktuelle Normen/technische Bedingungen und andere regulatorische Dokumente für Sekundärrohstoffe und daraus hergestellte Produkte;
- Voreingenommenheit von Produktherstellern und Verbrauchern hinsichtlich der Möglichkeit, recycelte Rohstoffe oder Produkte daraus aufgrund ihrer geringen Qualität zu verwenden;
- Mangel an notwendigen Informationen potenzieller Verbraucher über die Verfügbarkeit und Einsatzmöglichkeiten geeigneter Sekundärrohstoffe.

Leider ist die Politik auf dem Markt für den Umgang mit Hausmüll und Wertstoffen in der Ukraine heute unvollkommen.

Potenziell können die meisten Abfälle in einen neuen Ressourcenkreislauf einbezogen werden, für einige Abfallarten gibt es jedoch technologische oder wirtschaftliche Hindernisse (Verfügbarkeit von Verarbeitungstechnologien, Rentabilität, Nachfrage nach Sekundärrohstoffen oder Produkten, die diese verwenden usw.). Daher wird ein Teil des Abfalls derzeit nicht als Recyclingmaterial verwendet, was Auswirkungen auf die Entstehung des Recyclingmaterialmarktes hat.

Es ist zu berücksichtigen, dass bei Bedarf an zusätzlicher Reinigung und Sortierung der recycelten Rohstoffe die Kosten für deren Beschaffung steigen, was sich auf die Kosten der recycelten Rohstoffe auf dem Markt auswirkt.

Es besteht die Notwendigkeit, die Tarife für die Abfallbewirtschaftung auf ein gerechtfertigtes Niveau zu bringen, indem in den Tarif für die Beseitigung von Abfällen die Kosten für deren Sortierung und Verarbeitung sowie in den Tarif für die Abfallentsorgung einbezogen werden – eine deutliche Erhöhung der Umweltsteuer anzuregen die Verringerung des Entsorgungsvolumens unsortierter Abfälle, einschließlich recycelter Materialien.

Das nationale System zur Erhebung statistischer Daten und zur Überwachung von Marktindikatoren weist erhebliche Mängel auf, die zu erheblichen Diskrepanzen zwischen den Daten staatlicher Behörden und Expertenorganisationen führen. Dies führt dazu, dass die tatsächlichen Abrechnungen zwischen Verbrauchern und Subjekten im Bereich der Abfallwirtschaft nach den vom Staat festgelegten Standards und nicht nach dem tatsächlich erbrachten Leistungsumfang erfolgen. Darüber hinaus ist zu beachten, dass es im Land keine verlässlichen Informationen über die Menge und Zusammensetzung des erzeugten, transportierten und vergrabenen Hausmülls gibt, da es keinen systematischen Ansatz zur Erfassung (Wiegung) des Abfalls in den festgelegten Phasen seiner Behandlung gibt , und die Berechnungen der Indikatoren erfolgen hauptsächlich nach den Regeln für die Beseitigung von Hausmüll pro Einwohner (gleichzeitig sind diese Normen für verschiedene Siedlungen individuell und können mehrmals abweichen). Es besteht dringender Bedarf, ein System zur Überwachung und Abrechnung des Umfangs und der Zusammensetzung der PA zu schaffen, um eine tatsächliche staatliche Politik in diesem Bereich zu entwickeln.

Es ist auch notwendig, die Zahl der Bildungs- und Informationsprogramme über die Schäden für Mensch und Umwelt zu erhöhen, die durch den unbegrenzten Konsum von Gütern entstehen, deren Verschwendung die natürliche Umwelt verschmutzt. Darüber hinaus sind Verbraucher nicht ausreichend über die Möglichkeiten der Rückgabe von Materialien informiert, die wiederverwendet werden können oder anderweitig nützlich sind. In hochentwickelten Ländern wurden positive Erfahrungen mit der Organisation und dem Betrieb eines wirksamen Systems zur Förderung der raschen Umsetzung der getrennten Abfallsammlung gesammelt, die in der Ukraine untersucht und umgesetzt werden sollten.

Im Jahr 2023 ist es notwendig, unter Berücksichtigung der Faktoren, die den Markt für Recyclingmaterialien (insbesondere Kompost) beeinflussen, mit der Verbesserung der einschlägigen Gesetzgebung, der Durchführung von Informationskampagnen und der schrittweisen Festlegung der Preise zu beginnen Marktniveau, auch bei der Beseitigung von Abfällen, zu verbessern und die Verantwortung des Herstellers zu erweitern. Dies ist notwendig, um das Niveau der Verarbeitung recycelter Materialien zu vertiefen und das Volumen der Sekundärrohstoffgewinnung zu erhöhen und die Sekundärrohstoffindustrie in der Ukraine für Investoren effizient und attraktiv zu machen.

1.4 Trends in der Entwicklung des Sekundärrohstoffmarktes mit Definition der Hauptprobleme

Der Markt für Sekundärrohstoffe als einer der Marker der Kreislaufwirtschaft wird zu einem integralen und wichtigen Bestandteil jedes Wirtschaftssystems. Dank seines Betriebs wird der Einsatz von Primärressourcen durch Abfallrecycling reduziert, die Energieeffizienz der Produktion durch die Nutzung von Abfällen als Energieressourcen erhöht und die Menge der Abfallbeseitigung im Allgemeinen verringert. Die Bildung des Marktes für Sekundärrohstoffe in der Ukraine erfolgt immer systematischer und die absoluten Indikatoren zeugen von einer stabilen Wachstumsdynamik. Die zunehmende Aufmerksamkeit für Sekundärrohstoffe in der modernen Welt ist darauf zurückzuführen, dass sie in der Gesamtressourcenbilanz einer Reihe von Industrien von Jahr zu Jahr an Bedeutung gewinnen. Daher schränkt das Fehlen eines gebildeten Marktes für Sekundärrohstoffe in der Ukraine die Nutzung der Reserven dieser Ressourcen ein.

Sekundärrohstoffe eignen sich für die wiederholte Herstellung von Fertigprodukten aus ihnen, was ihre wirtschaftliche Bedeutung als große Reserve zur Einsparung von Materialkosten, Aussichten auf eine Verbesserung der Umwelt und eine wirksame Methode zur Erziehung zur Sparsamkeit impliziert. Moderne Entwicklungstrends im Bereich der Hausmüllwirtschaft zielen zunehmend auf die

Nutzung sekundärer Ressourcen (Recycling) ab, die von der Zusammensetzung des Abfalls abhängt und mit dem Vorhandensein bestimmter nützlicher und wertvoller Elemente (Papierabfälle, Polyethylen, Kunststoffverpackungen, Lebensmittelabfälle, Glas, Metall, Pflanzenabfälle, Terapak-Verpackungen usw.) verbunden ist. Darüber hinaus sind die Kosten für den Umgang mit Hausmüll (Sammlung, Transport, Sortierung und Verarbeitung) als Sekundärrohstoffe um ein Vielfaches geringer als die Anreicherung von Primärstoffen zur Herstellung von Papier, Textilien, Polymerwerkstoffen, Glas und verschiedenen Metallen.

Das Hauptmerkmal des Umfelds für die Umsetzung des Abfallmanagementsystems und des Recyclingmarktes besteht darin, dass die Ukraine ein einzigartiges alternatives System für die Sammlung von Sekundärrohstoffen entwickelt hat, das sich vom europäischen System unterscheidet. Dieses System kann technologisch als primäre Stufe der getrennten Abfallsammlung definiert werden, die teilweise durch die Bevölkerung erfolgt. Die Bevölkerung trennt einen Teil des Abfalls von der Gesamtmenge und gibt die erhaltenen Wertstoffe an Sammelstellen ab oder nutzt sie für eigene Zwecke. Der Rest der Beschaffung getrennt gesammelter Wertstoffe erfolgt über Verträge mit Unternehmen, die im Produktionskreislauf große Abfallströme erzeugen. Damit die Sortierung und Verarbeitung von Abfällen, einschließlich Recycling, jedoch zu besseren Ergebnissen führt, ist es notwendig, mehr Bürger, staatliche und lokale Behörden sowie Unternehmen einzubeziehen.

Der klassische Weg, Abfälle aus einem Container auf eine Mülldeponie zu bringen, ist heute aufgrund einer Reihe von Faktoren ineffizient und potenziell gefährlich, unter anderem weil die Mülldeponie eine Quelle von „Deponiegas“ ist, das den Treibhauseffekt anregt. Die Schaffung neuer umweltfreundlicher Technologien, fortschrittlicher Wege und Methoden der Abfallbehandlung wird durch den Mechanismus der Förderung der Naturnutzung auf innovativer Basis erleichtert, daher besteht die Notwendigkeit eines aktiven staatlichen Eingreifens.

Damit das Abfallwirtschaftssystem (einschließlich Abfallbehandlung und -wiederverwendung) funktioniert, ist es notwendig, alle möglichen Subjekte in die Zusammenarbeit einzubeziehen, was ausgehend von der lokalen Ebene dazu beitragen wird, das Bewusstsein der Bürger selbst neu zu orientieren und dann zu erreichen die Wirkung auf nationaler Ebene. Aufgrund der eher passiven Stellung der Bürger im Vergleich zu EU-Bürgern ist es derzeit notwendig, Maßnahmen in diese Richtung zu ergreifen, um die Einführung der getrennten Sammlung und als Folge der Entwicklung des Bereichs der Hausmüllentsorgung voranzutreiben und die Schaffung eines effektiven Marktes für recycelte Materialien. Auch das Umweltbewusstsein der Mehrheit der Ukrainer ist auf einem niedrigen Niveau, daher ist es für eine hohe Effizienz der Umsetzung von Abfallbewirtschaftungsaktivitäten notwendig, aktive Werbemaßnahmen, also Anreizmaßnahmen für Initiativgruppen in der Ukraine, durchzuführen Bereich der Umweltentwicklung und Sicherheit, die ein spürbarer Treiber für relevante Veränderungen sind, die erhebliche wirtschaftliche und soziale Auswirkungen haben können.

Generell ist in der Ukraine die Notwendigkeit, Abfälle zu verarbeiten und einen Markt für recycelte Materialien zu schaffen, ein dringendes Thema und hat zwei Aspekte:

– ohne einen etablierten Abfallbehandlungsprozess werden ihr Volumen und dementsprechend die Fläche der Deponien zur Entsorgung des angesammelten Abfalls rapide zunehmen, was die Umwelt verschmutzt und in einem Land, in dem dies die häufigste Methode der Abfallbehandlung ist, einer ökologischen Katastrophe nahekommt;

– die Abfallverarbeitung (einschließlich recycelter Materialien) und der Verkauf der daraus resultierenden Produkte können ein profitables Geschäft sein, das in vielen Industrieländern erfolgreich ist, da Abfall eine einzigartige Ressource ist, deren Hauptmerkmal darin besteht, dass ihre Reserven praktisch unerschöpflich sind , solange die Menschheit Abfall produziert. Im Durchschnitt produziert eine Person etwa 300 kg Abfall pro Jahr.

Die Abfallbehandlung ist eine gute Gelegenheit, mit minimalem Kapitaleinsatz ein profitables Unternehmen zu gründen. Ein zusätzlicher Wert im Bereich der Abfallwirtschaft entsteht, wenn Abfälle zu Rohstoffen für verschiedene Industrien werden, was nur unter den Bedingungen einer qualitativ hochwertigen und kostengünstigen Sammlung und Sortierung möglich ist. Derzeit können

Sekundärrohstoffe in der Ukraine anhand dieser beiden Indikatoren nicht mit billigen ausländischen Ressourcen konkurrieren, sie haben jedoch Potenzial. Mit der Einführung einer erweiterten Herstellerverantwortung beginnt die Lösung des Problems des Aufbaus der Infrastruktur für die Sammlung und Sortierung von Abfällen, und unter den Bedingungen umfassender Unterstützung auf staatlicher Ebene ist es möglich, eine effektive Recyclingindustrie zu entwickeln . Dadurch werden dem Staatshaushalt zusätzliche Mittel zugeführt und Arbeitsplätze geschaffen. Die wichtigsten positiven und negativen Aspekte der Abfallverarbeitungsaktivitäten sind in der Tabelle 1.1 dargestellt.

Tabelle 1.1 – Die wichtigsten Vor- und Nachteile der Abfallverarbeitung

Nr	Vorteile	Nachteile
1.	Eine ständige Steigerung des Produktionsvolumens von „Rohstoffen“ für die Durchführung von Aktivitäten	Bürokratie und Besonderheiten der Gesetzgebung
2.	Hohe Relevanz des Problems. Die Verschlechterung der Umweltsituation und die Erörterung dieses Problems auf internationaler Ebene sind sehr dringend.	Teure Ausrüstung
3.	Hohe Entwicklungsaussichten. Es besteht die Möglichkeit, den Betrieb mit kleinen Mengen an „Rohmaterial“ und Kapazitäten der Verarbeitungsanlage aufzunehmen	Konkurrenz, Monopolisten
4.	Die Rentabilität der Tätigkeit liegt zwischen 60 und 80 %	Mangel an Abfallsortiersystem und -kultur

Die Entwicklung des Abfallwirtschaftssystems und damit des Recyclingmarktes in der Ukraine unter Beteiligung von privatem Kapital wird durch eine Reihe von Hindernissen behindert, die sich konventionell in die folgenden einteilen lassen:

- *administrative* – diese Hindernisse werden hauptsächlich durch eine unzureichende Finanzierung der Branche als Garantie für die Kapitalrendite verursacht. Zu diesen Hindernissen gehören die unvollständige Regulierung von Zöllen und anderen Zahlungen im Zusammenhang mit Abfällen sowie das Fehlen wirtschaftlicher Anreize für die Entwicklung des Recyclings. Hindernisse sind auch das Fehlen einer klaren Verantwortungsteilung zwischen den Marktteilnehmern, die mangelnde Transparenz öffentlich-privater Partnerschaftsmechanismen, das Fehlen verlässlicher Daten zu Abfällen sowie die Probleme der technischen Regulierung der Industrie und der Umweltüberwachung;
- *wirtschaftliche* – diese Hindernisse verhindern den Markteintritt neuer Unternehmen, da sie sich negativ auf die Transparenz der Funktionsweise der Branche auswirken. Stakeholder können nicht auf alle Informationen zugreifen, die sie benötigen, um wirksame Entscheidungen zu treffen. Die Beseitigung der Unsicherheit erfordert hohe Betriebskosten;
- *kulturelle und informative* – diese Hindernisse äußern sich in einem unzureichenden Bewusstsein für die Bedeutung einer ordnungsgemäßen Abfallbewirtschaftung in der Gesellschaft, wodurch praktisch keine Nachfrage der Bevölkerung nach Dienstleistungen in angemessener Qualität besteht. Es erfordert eine Änderung der Einstellung zum Problem sowohl seitens der Bevölkerung als auch seitens der Behörden.

Im Jahr 2023 besteht das Hauptproblem bei der Anwendung der Kompostierungstechnologie in der Ukraine in der Möglichkeit der Verwendung begrenzter Abfallarten (nur Abfälle pflanzlichen Ursprungs (Bioabfall)) und der Notwendigkeit, ein separates System für den Umgang mit Bioabfällen (getrennte Sammlung) zu schaffen, sowie das Fehlen eines Marktes für den resultierenden Kompost oder das kompostähnliche Produkt. Dadurch entstehen entgangene Gewinne.

Nach und nach wird das Angebot an getrennt gesammelten kommunalen und gewerblichen Bioabfallverarbeitungsdiensten aufgrund ihrer Präsenz in großen Mengen auf dem Siedlungsgebiet und der Erweiterung ihrer Sammelmengen ausgebaut. Daher ist es wichtig, Märkte für Kompost aus

der Bioabfallverarbeitung als Wertstoff in Abfallbehandlungsanlagen (Kompostierungsstationen, mechanisch-biologische Behandlungsanlagen usw.) zu erschließen, um ihn gewinnbringend verkaufen zu können, deren Erhöhung unter der Voraussetzung möglich ist, dass die Qualität des Komposts den spezifischen Marktbedürfnissen entspricht. Besonders effektiv ist die Einführung eines zentralen Kompostierungssystems und die Schaffung eines lokalen Kompostmarktes in den Gebieten, in denen der Anteil von Bioabfällen an der Gesamtmenge des Hausmülls erheblich ist und ein Bedarf an Düngemitteln für die Nutzung durch lokale Unternehmen besteht.

Die Nutzung sekundärer Ressourcen ist ein wichtiges ökologisches und wissenschaftlich-technisches Problem, das einer eigenen Entwicklung bedarf. Das kontinuierliche Wachstum der Sammlung von Sekundärrohstoffen in der Ukraine wurde insbesondere in den letzten 5 bis 6 Jahren beobachtet. Prognoseschätzungen deuten auf ein allmähliches Wachstum des Sekundärrohstoffpotenzials in den kommenden Jahren hin, unter Berücksichtigung der verfügbaren Ressourcenreserven an Sekundärrohstoffen in der Ukraine. Allerdings wurden nur 15-20 % des Umsatzes in diesem Bereich beherrscht. In Europa ist der Prozess der Gewinnerzielung recht weit entwickelt, und in der Ukraine fängt dieser Bereich gerade erst an, sich zu entwickeln. In den EU-Ländern werden etwa 85 % der Abfälle ein zweites Mal verarbeitet, während sich in der Ukraine das System der getrennten Abfallsammlung größtenteils in der Anfangsphase der Umsetzung befindet. Die Indikatoren des Marktes für Sekundärrohstoffe in wirtschaftlich entwickelten Ländern sind viel höher als in der Ukraine, was auf einen hohen Entwicklungsstand von Technologien, Ausrüstung und allgemein der materiellen und technischen Unterstützung der entsprechenden Verarbeitungsunternehmen hinweist, die einen hohen Einfluss haben Prozentsatz der Schaffung sekundärer Ressourcen. Um die Rentabilität der ukrainischen Recyclingunternehmen sicherzustellen, ist es auch notwendig, diese Richtung weiterzuentwickeln.

Heute hat sich in der Ukraine eine gewisse Struktur des Recyclingmarktes herausgebildet, die sich jedoch nur langsam entwickelt. Durch die konsequente Umsetzung der Maßnahmen der Nationalen Abfallwirtschaftsstrategie und des Nationalen Abfallwirtschaftsplans kann die Entwicklung deutlich vorangetrieben werden. Diese Dokumente stellen den Übergang zu den Prinzipien einer Kreislaufwirtschaft zur Aufgabe (Bildung wirksamer Abfallbewirtschaftungssysteme mit Priorität auf deren Recycling in jeder Region des Landes; Schaffung einer Abfallverarbeitungsinfrastruktur auf der Grundlage der Grundsätze der Selbstversorgung und Nähe; Festlegung von Tarifen für die Abfallentsorgung auf Basis der Vollkostendeckung usw.). Die Entwicklung des Sekundärrohstoffmarktes in der Ukraine ist ein ziemlich komplizierter Prozess. Ihre praktische Unterstützung sollte die Recyclingtechnologie im Bereich der Hausmüllverarbeitung sein, da sie die erste Stufe der Weiterverarbeitung von Abfällen als recycelte Rohstoffe zu einem neuen Produkt darstellt. Eine notwendige Voraussetzung für den Aufbau eines wirksamen Abfallrecyclingsystems in der Ukraine und die weitere Anwendung von Recyclingtechnologien ist die Einführung eines wirksamen Systems der getrennten Abfallsammlung auf der Grundlage einer verbesserten und klar definierten Abfallklassifizierung auf gesetzlicher Ebene. Die Einführung vorrangiger Maßnahmen in der Ukraine, die die Grundlage des Recyclings bilden, wird es ermöglichen, die Effizienz des Recyclingmarktes zu steigern.

Die Lösung der Aufgaben zur Optimierung der Organisation des sekundären Ressourcennutzungssystems als Infrastruktur- und Produktionsglied der Volkswirtschaft sollte methodisch auf einem umfassenden Ansatz basieren und umfassen: Forschung zur territorialen Lage bestehender Unternehmen; Identifizierung von Merkmalen der Bildung der Ressourcenbasis von Sekundärrohstoffen; Ermittlung bestehender Disparitäten und Inkonsistenzen im Ressourcen-Produktionsmodell. Zu den Hauptfaktoren, die die Förderung von Recyclingmaterialien beeinflussen, gehören Preispolitik, Marktbedingungen, Marktinfrastruktur, Nachfrage und Angebot an Recyclingmaterialien, institutionelle Unterstützung, Budgetbeschränkungen der Verbraucher sowie Faktoren des zyklischen und wirtschaftlichen Wachstums.

Das Problem des Recyclingmarktes in der Ukraine ist nicht ausreichend untersucht, seine Entwicklung steht vor vielen Problemen, einige Maßnahmen können jedoch den Umsatz dieses

Marktes steigern und somit die Verbesserung der Wirtschaft des Landes und die Effizienz der Entwicklung beeinträchtigen des Recyclingmarktes selbst, der von der gesamtwirtschaftlichen Lage abhängt. Der richtige Einsatz von Sekundärrohstoffen in verschiedenen Industriezweigen als Quelle zusätzlicher materieller Ressourcen, ein Faktor zur Reduzierung der Kapital- und Produktionskosten ist wichtig für die weitere Entwicklung der Wirtschaft des Landes.

1.5 Die wichtigsten Strategien für die Abfallwirtschaft in europäischen Ländern und ihre Auswirkungen auf die Wirtschaft der Ukraine

Ein Paket von Richtlinien im Bereich der Abfallwirtschaft, das Maßnahmen umfasst, die dazu beitragen sollen, den Übergang der EU zu einer Kreislaufwirtschaft anzukurbeln, die globale Wettbewerbsfähigkeit zu stärken, nachhaltiges Wirtschaftswachstum zu fördern und neue Arbeitsplätze zu schaffen. Man geht davon aus, dass dadurch das BIP der EU bis 2030 um 17 % steigen wird. Dieses Richtlinienpaket wurde im Dezember 2015 von der EU-Kommission genehmigt. Der vorliegende EU-Aktionsplan legt ein konkretes Maßnahmenprogramm zur Entwicklung der Kreislaufwirtschaft fest, das den gesamten Kreislauf abdeckt: von der Produktion und dem Verbrauch über die Abfallwirtschaft bis hin zum Markt für Sekundärrohstoffe. Sie legen auch Fristen für die Durchführung der beschriebenen Aktionen fest. Die vorgeschlagenen Maßnahmen beinhalten die „Schließung“ des Produktlebenszyklus durch Recycling und Wiederverwendung, was sowohl der Umwelt als auch der Wirtschaft zugute kommt.

In den meisten entwickelten Ländern der Welt zielt die Politik im Umgang mit gefährlichen Abfällen darauf ab, das Produktionsvolumen zu drosseln und die Verarbeitungstiefe zu erhöhen. Daher basiert die Bewirtschaftung von Siedlungsabfällen in den EU-Ländern auf dem Aufbau des ökologisch sichersten Systems zur Bewirtschaftung von Siedlungsabfällen. Im Vordergrund steht nicht die Entsorgung von Abfällen auf Deponien, sondern die getrennte Sammlung und Verarbeitung. Der größte Teil des Hausmülls wird verarbeitet, genutzt (als Recyclingmaterial an Verarbeitungsbetriebe zurückgegeben) oder als Dünger verwendet, und der größte Teil des endgültigen Abfalls, der nach der Sortierung nicht sortiert werden konnte, wird zur Energiegewinnung verbrannt. Energie wird zum Heizen von Gebäuden und zur Stromerzeugung verwendet. Müllverbrennungsanlagen werden häufig in Ländern mit hoher Bevölkerungsdichte eingesetzt (Schweden, Deutschland, Japan, Schweiz, Belgien usw.). Allerdings erfordert der Betrieb dieser Anlagen im Vergleich zu Abfallverwertungsbetrieben und Deponien deutlich höhere Kapital- und Betriebskosten.

In Dänemark, Schweden, Belgien, den Niederlanden, Deutschland und Österreich werden weniger als 5 % des Hausmülls auf Deponien gelagert, 35 % werden recycelt; 15 % werden für die Kompostierung und Biogasproduktion verwendet und 50 % der Hausmüllrückstände werden in den meisten Industrieländern verbrannt. Die kommunalen Selbstverwaltungsorgane legen die Tarife für die Entsorgung von Abfallstoffen selbstständig fest. In EU-Ländern gilt häufig ein Zwei-Tarif-System: für sortierten Abfall – niedriger, für ungetrennten Abfall – höher (manchmal doppelt). Es gibt ein wirksames Bußgeldsystem. Die Mehrheit der EU-Bevölkerung lehnt die Sortierung nicht ab und bevorzugt eine Tiefentrennung, sodass der getrennte Abfall an Recyclingstellen landet. Für einige Typen ist es möglich, eine Zahlung zu erhalten.

In den EU-Ländern wird auf nationaler Ebene empfohlen, die Bemühungen auf die Umsetzung staatlicher Vorschriften für einen rationelleren Ressourceneinsatz bei der Herstellung von Produkten zu konzentrieren. Ziel ist es, das Abfallaufkommen in allen Phasen des Lebenszyklus zu minimieren, die Verhaltensstereotypen der Verbraucher hin zu einem moderaten Konsum von Gütern und Dienstleistungen zu ändern, alte Mülldeponien entsprechend den neuen Anforderungen zu modernisieren und umweltfreundlichere und kostengünstigere Methoden von Abfallmanagement zu entwickeln. Sie sind die vielversprechendsten Regulierungsbereiche.

Im Jahr 2015 hat die Europäische Kommission die Abkehr von der sogenannten linearen Wirtschaft der EU und deren Transformation hin zu einer geschlossenen Kreislaufwirtschaft (Circular Economy) als ihre Priorität identifiziert. Natürliche Ressourcen und daraus hergestellte Güter sollen

möglichst lange haltbar sein und am Ende ihres Lebenszyklus in Sekundärrohstoffe umgewandelt werden und nicht zu Abfall werden. Die Idee einer Kreislaufwirtschaft wird in Analogie zu einem natürlichen Ökosystem vorgeschlagen. Dies ist ein hervorragendes Beispiel für die natürliche Nachhaltigkeit des Systems, in dem der Abfallbegriff grundsätzlich fehlt. Alle produzierten „Abfälle" dienen als Nahrung für andere und schaffen einen stabilen Stoff- und Energiekreislauf. Ein vorrangiges Thema der Kreislaufwirtschaft ist die Abfallbewirtschaftung, einschließlich der Vermeidung ihrer Entstehung. Ein wichtiger Teil der Kreislaufwirtschaft ist der Markt für Sekundärrohstoffe.

Die Strategie der effektiven Bewirtschaftung biologischer Ressourcen oder Bioökonomie ist in den letzten Jahren zu einer wichtigen Priorität der Europäischen Kommission geworden. Die Hauptzweige der Bioökonomie sind die Land- und Forstwirtschaft, die Fischzucht und zu einem großen Teil die Lebensmittelindustrie. Obwohl sie einen relativ geringen Anteil an der Struktur des EU-BIP haben, handelt es sich um Wirtschaftszweige, die die grundlegenden natürlichen Bedürfnisse der EU-Bürger decken. Daher ist ihre ordnungsgemäße Verwaltung für die nachhaltige Entwicklung der EU äußerst wichtig.

Die ehrgeizigste Priorität der EU-Strategie für nachhaltige Entwicklung ist die Strategie des europäischen Grünen Deals[42]. Dabei geht es nicht nur um angemessenen Schutz und Erhalt der Umwelt, sondern auch um eine vollständige Umgestaltung der EU-Wirtschaft mit dem Ziel, Europa zum ersten klimaneutralen Kontinent zu machen, wo die negativen Auswirkungen des Menschen auf die natürliche Umwelt und das Klima des Planeten beseitigt werden minimiert wird. Insbesondere sollen bis 2050 die gesamten Treibhausgasemissionen auf Null sinken und das gesamte Wirtschaftssystem möglichst umweltfreundlich sein.

Der Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft, der die Umwandlung nachhaltiger Produkte in die Norm in der EU vorsieht, wird letztendlich zu einem Rückgang der Nachfrage nach Industrieprodukten aufgrund der Verlängerung der Nutzungsdauer von Gütern führen. Vor diesem Hintergrund und der Förderung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen ist mit einem proportionalen Rückgang der Rohstoffnachfrage zu rechnen.

Initiativen im Agrarsektor und der Übergang zu einem nachhaltigen EU-Lebensmittelsystem werden wahrscheinlich den Bedarf an Agrar- und Lebensmittelprodukten erhöhen – dies könnte zu einem zusätzlichen Handelshemmnis werden und sich negativ auf ukrainische Exporte auswirken. Andererseits wird die Popularisierung von Bio-Produkten in der EU neue Marktchancen für Produzenten schaffen.

Der Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft in der EU zielt darauf ab, eine Politik für nachhaltige Waren und Dienstleistungen zu schaffen, vor allem um die Entstehung von Abfällen bei ihrer Herstellung zu verhindern. Darüber hinaus strebt die EU die Schaffung eines effizienten Marktes für Sekundärrohstoffe an. Die Stärkung dieses Marktes in der EU wird offensichtlich zu einem Rückgang des Exports von recycelten Rohstoffen in die Ukraine führen, was sich auf verarbeitende Industrien auswirken wird, die derzeit auf den Import solcher Rohstoffe angewiesen sind. Das Volumen der Zwangsimporte für den Betrieb bestehender Verarbeitungsbetriebe beträgt 400.000 Tonnen/Jahr. Gleichzeitig kann die Absicht der EU, vollständig auf den Export von Abfällen zu verzichten und einen leistungsstarken europäischen Markt für Recyclingmaterialien einzuführen, zur Entstehung eines solchen Marktes in der Ukraine beitragen. Dadurch werden Voraussetzungen für die getrennte Sammlung, Sortierung und Verarbeitung von Abfällen in der Ukraine geschaffen.

Das Ministerkabinett der Ukraine hat im Jahr 2017 erstmals den Übergang zu den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft als vorrangige Aufgabe identifiziert. Die Einführung von Ideen der Kreislaufwirtschaft in der Ukraine ist ein wichtiger Schritt bei der Aktivierung europäischer Integrationsprozesse, da die Idee einer Kreislaufwirtschaft für die Ukraine neu ist und sie bei der Entwicklung dieser Richtung weit hinter den EU-Ländern zurückbleibt.

[42] https://commission.europa.eu/document/daef3e5c-a456-4fbb-a067-8f1cbe8d9c78_en

ABSCHNITT II. ANALYSE DES MARKTES FÜR SEKUNDÄRROHSTOFFE IN DER UKRAINE

Im Durchschnitt fallen in der Ukraine jedes Jahr etwa 76 % der primären Produktionsabfälle, etwa 18 % der sekundären Produktion, fast 2 % der landwirtschaftlichen Abfälle und etwa 2 % des Hausmülls an. Trotz seines unbedeutenden Anteils an der Abfallstruktur beeinflusst der Hausmüll den Zustand der Umwelt in Siedlungen und dient als Quelle für die Gewinnung von Sekundärrohstoffen.

2.1 Analyse der Sammlung von Abfällen und Sekundärrohstoffen (Volumen des erzeugten Abfalls, Volumen des recycelten Abfalls, Volumen des Einsatzes von Sekundärrohstoffen)

2.1.1 Stand der Hausmüllentsorgung in der Ukraine[43]

Heute sind in der Ukraine auf gesetzgeberischer Ebene die Exekutivorgane der Dorf-, Siedlungs- und Stadträte dafür verantwortlich, Fragen der Hausmüllentsorgung zu lösen, Tarife für Hausmüllentsorgungsdienste festzulegen und die getrennte Sammlung nützlicher Bestandteile des Hausmülls (Recyclingstoffe) zu organisieren. Es werden auch entsprechende Arbeiten zur Schaffung von Marktbedingungen und zur Entwicklung eines Wettbewerbsumfelds im Bereich der Abfallwirtschaft und der Erbringung von Dienstleistungen für die Beseitigung von Hausmüll durch Unternehmen durchgeführt.

Den erhaltenen Daten[44] zufolge sind in den Siedlungen der Ukraine im Jahr 2022 fast 80 % der Bevölkerung durch Hausmüllentsorgungsdienste abgedeckt, die fast 39 Millionen m³ (oder mehr als 7 Millionen Tonnen) erzeugten. Sie werden auf 5,7 Tausend Deponien und Mülldeponien mit einer Gesamtfläche von fast 8 Tausend Hektar abgelagert. Von dieser Anzahl an Deponien sind 163 Einheiten (2,8 %) überlastet, 693 Einheiten (12 %) erfüllen nicht die Umweltsicherheitsstandards und 34 % erfordern eine Zertifizierung. Der Bedarf für den Bau neuer Abfalldeponien beträgt 290 Einheiten, für die Rekultivierung – 2197 Deponien, für die Beseitigung nicht genehmigter Deponien – 14,7 Tausend mit einer Gesamtfläche von 0,6 Tausend Hektar.

Im Jahr 2022 wurden etwa 9,9 % des Hausmülls verarbeitet und entsorgt, davon wurden 1,66 % verbrannt und 8,24 % gingen an Recyclingstellen und Abfallverarbeitungslinien.

Gemäß den Anforderungen des Assoziierungsabkommens mit der EU muss die Ukraine die Richtlinie Nr. 2008/98/EG über Abfälle umsetzen, nach der sie verpflichtet ist, bis 2030 eine Recyclingquote von 50 % des Abfalls durch getrennte Sammlung zu erreichen. Im Jahr 2022 wird die getrennte Sammlung von Hausmüll in 1.440 Siedlungen in der Ukraine eingeführt. Zu diesem Zweck ist für das laufende Jahr die Anschaffung von Containern und Müllwagen zu Lasten regionaler und lokaler Haushalte, aus Umweltschutzmitteln, zu Lasten des Programms lokaler Initiativprojekte und Unternehmensfonds geplant. Darüber hinaus werden in Siedlungen 10 Müllsortieranlagen, 1 Müllverbrennungsanlage und 1 Müllumladestation gebaut.

31 Müllsortierlinien sind in 26 Siedlungen in Betrieb: in der Stadt Winnyzja, im Dorf Murovani Kurylivtsi, in der Stadt Illintsi, in der Stadt Kalinivka, in der Stadt Kozyatyn und im Dorf Ivanivtsy, Gebiet Winnyzja; Luzk, Krywyj Rih, Dorf Neresnytsia der Oblast Transkarpatien, Saporoschje, Iwano-Frankiwsk, Bila Zerkwa, Obuchiw, Perejaslaw, Oblast Kyjiw, Kropywnyzkyj, Busk, Sambir, Nowojaworiwsk, Stryi (2 Linien), der Stadt Tscherwonograd und der Stadt Solotschiw, Region Lemberg, der Stadt von Sumy, Dorf Plebanivka und Dorf Malashivtsi, Region Ternopil, Bogoduhiv,

[43] Der Stand der Hausmüllentsorgung in der Ukraine wurde auf der Grundlage von Daten analysiert, die von regionalen Militärverwaltungen bereitgestellt wurden, ohne Berücksichtigung von Informationen über vorübergehend besetzte Gebiete sowie die meisten östlichen und südlichen Regionen der Ukraine. Aufgrund der militärischen Aggression der Russischen Föderation war es ihnen nicht möglich, vollständige statistische Daten zu diesem Gebiet bereitzustellen, da einige der Gebiete seit einiger Zeit besetzt waren oder derzeit noch besetzt sind oder dergleichen, auf deren Territorium Feindseligkeiten stattfinden, weshalb die Erhebung von Daten in diesen Gebieten nicht möglich ist

[44] https://mtu.gov.ua/news/34323.html

Region Charkiw, Kyjiw (5 Sortierlinien). Die Entsorgung von Hausmüll durch Verbrennung erfolgt in einer Verbrennungsanlage in Kyjiw.

Auf 55 Deponien gibt es ein Sickerwassersammelsystem, auf 50 Deponien gibt es ein Sickerwasserdekontaminationssystem, auf anderen sind Lagertanks eingerichtet, von denen aus das Sickerwasser regelmäßig zu Aufbereitungsanlagen transportiert wird.

Auf 18 Mülldeponien wurde ein Biogasgewinnungssystem installiert (Biogas wird auf Deponien in Krementschuk, Konotop, Gebiet Sumy, Charkiw abgefackelt) und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen sind in Betrieb (Winnyzja, Luzk, Uschhorod, Schytomyr, Dorf Rybne, Gebiet Iwano-Frankiwsk, Stadt Boryspil, Dorf Pidhirtsi, Bezirk Obuchiw, Dorf Hlyboke, Bezirk Boryspil und Dorf Rozhivka, Bezirk Brovarsky, Gebiet Kiew, Stadt Kiew, Stadt Kropywnyzkyj, Dorf Wesnjane, Gebiet Mykolajiw; Odessa; Krementschuk, Riwne; Charkiw, Chmelnyzkyj; Tscherkassy).

Heute befindet sich die Ukraine in einer Krisensituation im Bereich der Hausmüllentsorgung. Aufgrund der Unvollkommenheit des Überwachungssystems ist es schwierig, objektive Informationen über die Abfallmenge und ihre morphologische Zusammensetzung zu erhalten, und aufgrund mangelnder Finanzierung ist es unmöglich, bestehende Anlagen zur Hausmüllentsorgung zu rekonstruieren, zu modernisieren und neue zu bauen. Laut Statistik wird der Großteil des anfallenden Abfalls an speziell dafür vorgesehene Orte und Gegenstände gebracht und auf Mülldeponien abgelagert, es gibt aber auch Fälle, in denen Hausmüll an nicht genehmigten Orten abgeladen wird. Die Kosten für kommunale Dienstleistungen decken die Kosten in diesem Bereich nicht, so dass der kommunale Sektor nicht in der Lage ist, der Bevölkerung qualitativ hochwertige Dienstleistungen für die Entsorgung von Hausmüll anzubieten. Unter Berücksichtigung der geringen Zahlungsfähigkeit der Bevölkerung und ihrer Distanzierung von Abfallproblemen bleiben die Indikatoren für die getrennte Sammlung und Sortierung von Hausmüll niedrig – die getrennte Sammlung wird fragmentiert und unsystematisch umgesetzt und umfasst die zentralen Teile der Siedlungen, in denen sich Einkaufszentren befinden und Recyclingstellen sind konzentriert.

2.1.2 Verfügbare Abfallmengen in der Ukraine

Die Entwicklung des modernen Zivilisationsstadiums führt zu einem rasanten Anstieg des Abfallaufkommens – jedes Jahr steigt ihr Volumen in der Ukraine um durchschnittlich 20 %.

Die Hauptindikatoren für die Abfallerzeugung und -bewirtschaftung in der Ukraine sind in der Tabelle 2.1 dargestellt, die Abfallerzeugung nach Materialkategorien – in der Tabelle 2.2, die Abfallentsorgung nach Entsorgungsbetrieben - in der Tabelle 2.3.

Im Zeitraum 2014-2020 betrug die durchschnittliche jährliche Abnahmerate des Abfallentsorgungsvolumens 4,94 %, das Verbrennungsvolumen betrug 0,34 %, während das Abfallvolumen, das an speziell dafür vorgesehenen Orten landete, jährlich um 1,2 % zunahm. Im Jahr 2020 wurden 4,61 % der Gesamtmenge des gesammelten Abfalls dem Recycling zugeführt, was mehr als 95 % mehr ist als der entsprechende Indikator von 2014, aber um ein Vielfaches niedriger als ähnliche Indikatoren der EU-Mitgliedstaaten.

Den Daten für das Jahr 2023 zufolge bleibt die übliche Art der Abfallbehandlung die Abfuhr zur Verlagerung auf Deponien, was zu einem kritisch niedrigen Niveau der Abfallverarbeitung führt. Dies lässt sich auch durch die aktuellen Tarife für die Entsorgung von Siedlungsabfällen erklären, die von den staatlichen und kommunalen Selbstverwaltungsbehörden geregelt werden – sie sind deutlich niedriger als die Kosten für die Sortierung und Verarbeitung durch spezialisierte Unternehmen. Für Unternehmen, die Hausmüll sammeln und entsorgen, ist es wirtschaftlich unrentabel, Hausmüll zu sortieren und dem Recycling zuzuführen – daher bleibt am Ende des Berichtszeitraums der Großteil des Abfalls ungenutzt und nur ein kleiner Teil des Abfalls wird zur Energiegewinnung oder Verarbeitung verwendet. Zum Vergleich: In den EU-Mitgliedsstaaten wurden im Jahr 2020 etwa 40 % des Abfalls entsorgt und verarbeitet, 31,3 % wurden auf Deponien verbracht und 0,48 % wurden verbrannt.

Tabelle 2.1 – Die wichtigsten Indikatoren der Abfallerzeugung und -bewirtschaftung in der Ukraine

Indikator für Abfallerzeugung und -management	2010	2015	2020
Anfallender Abfall, tausend Tonnen	**425914,2**	**312267,6**	**462373,5**
einschließlich aus der Wirtschaftstätigkeit	419191,8	306214,3	456423,8
Pro Person erzeugter Abfall, kg	9285	7288	11074
Gesammelter und entgegengenommener Hausmüll und ähnlicher Abfall, tausend Tonnen	9765,5	11491,8	12634,9
Importiert, tausend Tonnen	4,1	3,4	2,7
Insgesamt verbrannt, tausend Tonnen	1058,6	1134,7	1008,0
einschließlich zum Zweck der Energiegewinnung	840,3	1086,3	902,2
Recycelt (R2-R11), tausend Tonnen	145710,7	92463,7	100524,6
Zur Entsorgung vorbereitet (R12-R12K), tausend Tonnen	–	1940,5	2641,3
An speziell dafür vorgesehene Orte oder Objekte (D1, D5, D12) gebracht, tausend Tonnen	313410,6	152295,0	275985,3
einschließlich auf speziell ausgestatteten Deponien (D5)	207445,1	31142,8	25815,3
Entfernt durch andere Entfernungsmethoden (D2-D4, D6, D7), tausend Tonnen	24318,0	55248,1	46768,1
Neutralisiert (D8, D9), tausend Tonnen	–	2616,0	464,8
Auf natürlichen Mülldeponien deponiert, tausend Tonnen	87,4	14,4	–
Exportiert, tausend Tonnen	281,3	675,4	257,8
Aufgrund von Leckagen, Verdunstung, Bränden, Diebstählen usw. entfernt	1367,6	6,5	–
Anfallender Abfall während des Betriebs auf Mülldeponien zum Jahresende, Millionen Tonnen	13267,5	12505,9	15635,3
berechnet pro 1 km² der Landesfläche, d.h	21984,2	21692,8	27115,9
berechnet pro Person, kg	289236	291888	374457

Anmerkungen: Im Jahr 2010 umfasst der Indikator „entsorgt“ die Mengen der zur Entsorgung vorbereiteten Abfälle, der Indikator „Anfall der Abfälle während des Betriebs der Abfalldeponien am Jahresende“ umfasst die Mengen der vorübergehend an speziell dafür vorgesehenen Orten oder Anlagen abgelagerten Abfälle. Es werden Daten zur Abfallentsorgung an speziell dafür vorgesehenen Orten oder Einrichtungen für das Jahr 2010 aufgeführt: Abfälle, die in Oberflächengewässer gekippt und in die Tiefe gepumpt werden und als andere Abfallentsorgungsmethoden eingestuft werden, wurden entfernt. Die Codes für Entsorgungs- (R) und Beseitigungsvorgänge (D) werden gemäß der Liste aufgeführt, die durch die Verordnung Nr. 24 des Staatlichen Statistikdienstes vom 23.01.2015 genehmigt wurde

Tabelle 2.2 – Abfallaufkommen nach Materialkategorien in der Ukraine, Tausend Tonnen

Abfallkategorie nach Materialien	2015	2020
Gesamt	**312267,6**	**462373,5**
Gebrauchte Lösungsmittel	31,6	2,4
Abfallsäuren, Laugen oder Salze	384,9	392,7
Gebrauchte Öle	15,5	19,3
Chemischer Abfall	913,4	663,2
Sediment von Industrieabwässern	3209,9	3462,1
Schlamm und flüssige Abfälle aus Kläranlagen	249,8	860,6
Medizinischer und biologischer Abfall	0,9	1,1
Abfall von Eisenmetallen	3396,7	2491,9
Abfälle von Nichteisenmetallen	30,1	24,3
Gemischter Abfall aus Nichteisen- und Eisenmetallen	9,6	10,3
Glasabfälle	22,3	21,0
Papier- und Kartonabfälle	111,0	140,8
Gummiabfälle	22,9	19,9

Abfallkategorie nach Materialien	2015	2020
Plastik-Müll	42,9	40,8
Holzabfälle	683,1	750,1
Textilabfälle	8,0	21,9
Abfälle, die Polychlordiphenyle enthalten	0,5	0,2
Ungeeignete Ausrüstung	14,4	5,0
Ungeeignete Fahrzeuge	3,1	1,0
Batterieabfall	7,2	4,2
Tierische Abfälle und gemischte Lebensmittelabfälle	897,0	405,4
Abfälle pflanzlichen Ursprungs	7742,3	6101,8
Tierkot, Urin und Mist	4938,0	3314,7
Hausmüll und ähnliche Abfälle	6789,2	6672,0
Gemischte und undifferenzierte Materialien	7380,9	6906,3
Reste sortieren	35,6	35,1
Normales Sediment	397,6	334,1
Mineralische Abfälle aus Bau- und Abbrucharbeiten	897,5	873,2
Sonstige mineralische Abfälle	235700,2	404649,4
Verbrennungsabfälle	13896,0	10845,7
Bodenabfall	788,2	1332,8
Leeres Gestein aus Baggerarbeiten	23125,1	11947,5
Verfestigter, stabilisierter oder verglaster Abfall; mineralische Abfälle, die nach der Verarbeitung entstehen	522,2	22,7
Anmerkungen: Die Abfallkategorien nach Materialien werden gemäß der internationalen statistischen Klassifikation EWCStat Ver.4 angegeben, angepasst an nationale Bedingungen		

Tabelle 2.3 – Umgang mit Abfällen durch Entsorgungsbetriebe in der Ukraine

Entsorgungsbetrieb	Entsorgungs-vorgangscode	2010	2015	2020
Gesamt entsorgter Abfall	**–**	**145710,7**	**92463,7**	**100524,6**
Entsorgung/Regeneration von Lösungsmitteln	R2	330,6	65,3	111,2
Recycling/Entsorgung organischer Stoffe, die nicht als Lösungsmittel verwendet werden	R3	2773,2	443,2	320,0
Kompostierung von organischen Abfällen	R3 A	147,4	651,1	549,8
Vergärung organischer Abfälle	R3 B	295,8	86,7	63,5
Recycling von Papier und Pappe	R3 C	–	24,0	0,3
Recycling/Verwertung von Metallen und deren Verbindungen	R4	9564,4	6515,8	5356,2
Recycling/Verwertung anderer anorganischer Materialien	R5	110658,2	58958,1	43068,9
Regeneration von Säuren und Basen	R6	33,6	0,4	2,1
Rückgewinnung von Komponenten, die zur Reduzierung der Umweltverschmutzung verwendet werden	R7	6125,2	13718,7	36553,7
Rückgewinnung von Katalysatorkomponenten	R8	0,0	0,0	0,0
Wiederdestillation gebrauchter Erdölprodukte oder deren sonstige Wiederverwendung	R9	99,3	29,0	13,5

Entsorgungsbetrieb	Entsorgungs-vorgangscode	2010	2015	2020
Bodenbehandlung, die sich positiv auf die Landwirtschaft auswirkt oder die ökologische Situation verbessert	R10	9244,5	10763,3	13501,3
Verwendung von Abfällen, die bei einem der oben genannten Vorgänge anfallen	R11	6438,5	1208,1	984,1
Gesamt zur Entsorgung vorbereiteter Abfall	–	–	1940,5	2641,3
Austausch von Abfällen zur weiteren Entsorgung oder Endlagerung	R12	–	34,9	2578,4
Müllsortierung	R12 A	–	163,1	32,3
Mechanische und biologische Abfallbehandlung in MBB-Anlagen	R12 B	–	57,6	15,3
Demontage unbrauchbarer Fahrzeuge	R12 C	–	0,0	0,0
Sammlung und Vorverarbeitung von Altmetall und metallhaltigen Abfällen	R12 K	–	1684,9	15,3
Anmerkungen: 1) Unter Abfallverwertung versteht man die Nutzung von Abfällen als Sekundärstoff oder Energiequelle. 2) Die Betriebscodes werden gemäß der Liste der Abfallentsorgungs- und Entsorgungsvorgänge angegeben, die durch die Verordnung Nr. 24 des Staatlichen Statistikdienstes der Ukraine vom 23.01.2015 genehmigt wurden				

Abhängig vom Ressourcenwert des Abfalls und anderen Faktoren werden *ressourcenwertige Abfälle* (aus Sicht moderner ökologischer, technologischer und anderer Bedingungen und Anforderungen handelt es sich um ein wettbewerbsfähiges Recyclingmaterial), *potenziell ressourcenwertige Abfälle* (sie haben aufgrund ihrer Eigenschaften und Zusammensetzung, Trends in der Entwicklung des Ressourcenbedarfs des Landes, Marktbedingungen, technologischem Fortschritt usw. eine gute Aussicht auf ihre mögliche Verwendung als Recyclingmaterialien) und *Abfälle mit ungewissem Ressourcenwert* (derzeit können sie gemäß den vorhandenen Technologien nicht als Recyclingmaterialien verarbeitet und verwendet werden und können unter bestimmten Bedingungen der technologischen Entwicklung als vielversprechend angesehen werden.) in der nahen Zukunft unterschieden. Die aufgeführten Abfälle haben entsprechend den spezifizierten Merkmalen einen eigenen Nutzungsgrad als Sekundärressourcen auf dem Recyclingmarkt und ein Teil der Abfälle wird derzeit nicht genutzt.

Um die Belastung der Deponien zu verringern, die Umweltsituation zu verbessern, den Abfallbewirtschaftungsmechanismus zu verbessern und den Anteil der Abfallverwendung im Bereich der Sekundärressourcennutzung (als recycelte Rohstoffe) zu erhöhen, ist es notwendig, eine separate Abfallgruppe zuzuordnen – der sogenannte „Grünabfall“ (abgefallenes Laub, Schnittabfälle von grünen Zäunen und Rasenflächen, Bäume, Sauberhalten von Grünflächen) und getrennte Fraktionen von Lebensmittelabfällen. Dieser Bioabfall muss im Zuge der Einführung eines getrennten Sammelsystems sorgfältiger von der Hauptabfallmenge getrennt werden. Dies ist von grundlegender Bedeutung, da sie erstens nicht als Sekundärrohstoffe in das Recyclingsystem anderer Abfallarten gelangen sollten (um die Qualität ihrer weiteren Sortierung deutlich zu erhöhen), zweitens diese Abfälle ein erhebliches Ressourcenpotenzial haben und als Gut dienen Quelle für die Gewinnung von Produkten durch entsprechende Verarbeitung - Kompost. Daraus ergibt sich die Dringlichkeit, Wege zu ihrer Verarbeitung zu finden.

2.1.3 Bewertung der Auswirkungen des Zustands der Abfallwirtschaft auf die Sekundärressourcennutzungsindustrie und den Markt für Recyclingmaterialien

Wie die Trends im Bereich der Hausmüllentsorgung zeigen, beschleunigte die Aktivierung der Marktbeziehungen den Umsatz und trug zur Erweiterung der Produktpalette bei. Diese Prozesse haben zu einem Anstieg der Menge an Haushaltsabfällen geführt, zu denen auch Abfälle gehören, für deren Handhabung besondere Methoden erforderlich sind, einschließlich der effektiven Einführung

von Recyclingsystemen. Statistiken zur Abfallbewirtschaftung zeigen eine kritische Situation im Zusammenhang mit dem geringen Behandlungsgrad der empfangenen Abfälle. Ein erheblicher Anstieg der Abfallmengen und deren unsachgemäße Behandlung führen zu einer Verschlechterung des Zustands der ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Sicherheit in den jeweiligen Gebieten.

Die Politik und Gesetzgebung der EU und der Länder zur Abfallwirtschaft stellt in vielen Teilen der Welt immer höhere Anforderungen an die Anbieter dieser Dienstleistungen, nämlich an Kommunen und ihre Verbände. Gefordert sind hohe Verwertungs- und Recyclingquoten für ein breites Spektrum an Materialien und Gütern, hohe Umleitungsquoten des biologisch abbaubaren Abfallanteils, fortschrittliche Behandlungsprozesse, lange Wartungszeiträume für bestehende und geplante Deponien usw. Darüber hinaus muss dieser Service zu möglichst geringen Kosten erbracht werden, da die Bevölkerung einer deutlichen Erhöhung der Müllentsorgungsgebühren nicht standhalten kann. Kommunen sind zunehmend verpflichtet, ihre Abläufe zu vergleichen, um die effizienteste Bereitstellung von Abfallentsorgungsdiensten sicherzustellen.

Die derzeitige Praxis der Abfallbewirtschaftung in der Ukraine konzentriert sich auf die Sammlung, Beseitigung und Entsorgung von Hausmüll auf Deponien, von denen die meisten nicht den Anforderungen der Umweltsicherheit entsprechen, sowie auf spontanen Deponien. Eine verantwortungsvolle Abfallwirtschaft ist ein zentrales Thema für die gesamte Recyclingindustrie in der Ukraine. Recycling ist der Prozess der Umwandlung von Abfall in wiederverwendbares Material, ein Schlüsselelement der Kreislaufwirtschaft und eine der Hauptstufen der Abfallwirtschaft. Entscheidend für die Verwertung ist die Verfügbarkeit hochwertiger Sekundärrohstoffe, so dass auf der Deponie anfallende Abfälle aufgrund ihrer Mischstruktur nicht für die Weiterverarbeitung geeignet sind. Die Abfallverarbeitung wird sich nur entwickeln, wenn Zugang zu hochwertigen Rohstoffen besteht. Der derzeit bestehende Mangel an Recyclingmaterialien auf dem heimischen Markt ist unter anderem auf die schlechte Qualität der erhaltenen Recyclingmaterialien infolge einer minderwertigen Sortierung zurückzuführen.

Der Bereich der Abfallwirtschaft ist hinsichtlich seines Leistungsoptimierungspotenzials von besonderem Interesse, da Abfallwirtschaftssysteme mit einer Vielzahl von Nebenströmen in der Regel einen höheren Transportaufwand erfordern. Selbst wenn es sich nur um Abfallsammeldienste handelt, verschlingt dieser Sektor bereits einen großen Teil des kommunalen Budgets für die Abfallwirtschaft. Die Optimierung der Abfallsammlung mithilfe neuer Tools, die räumliche Modellierungsmethoden und geografische Informationssysteme bieten, kann zu erheblichen Kosteneinsparungen führen.

Der durchschnittliche Tarif für die MSW-Verwaltung im Land beträgt 167 UAH/m³ (einschließlich Entsorgung – 68 UAH/m³), der durchschnittliche Tarif für die MSW-Verwaltung für die Bevölkerung beträgt 143 UAH/m³ (einschließlich Entsorgung – 61 UAH/m³). Da die Abfallentsorgung nach wie vor die kostengünstigste aller Arten der Abfallbewirtschaftung ist, werden für Wirtschaftssubjekte und Kommunen keine Anreize zur Abfallverwertung geschaffen. Infolgedessen ist der Grad der Abfallverarbeitung in der Ukraine kritisch niedrig, gleichzeitig werden aus Abfällen geringe Mengen recycelter Materialien gewonnen, was zu einem periodischen Mangel an qualitativ hochwertigen sortierten Rohstoffen für die Verarbeitung in Verarbeitungsbetrieben führt und a geringe Auslastung (bis zu 40 %), wodurch Unternehmen gezwungen sind, für die Verarbeitung notwendige Rohstoffe zu importieren. Das Fehlen eines Tarifs für die Abfallverarbeitung hat dazu geführt, dass tatsächlich 50 % des Recyclingmarktes in der Ukraine im Schatten liegen.

Aufgrund der Tatsache, dass sich der Bereich der sekundären Ressourcennutzung in der Ukraine im Stadium der aktiven Bildung befindet und in den vergangenen Jahren weitgehend spontan verlief, führte dies zur Entstehung einer Reihe von Ungleichgewichten sowohl auf territorialer (regionaler) als auch auf regionaler Ebene Produktionsverhältnis. Widersprüchliche Ansätze zur Regelung des Umgangs mit Abfall als Sekundärrohstoff können der Entstehung eines vollwertigen Marktes für Sekundärrohstoffe schaden. Der Bereich der Sekundärressourcennutzung erfordert sowohl eine Analyse der Besonderheiten und Merkmale in den Regionen der Ukraine als auch eine Optimierung (Verbesserung) des modernen regionalen Abfallmanagementsystems unter Berücksichtigung spezifischer lokaler Probleme und Ressourcen, einschließlich einer gezielten

Regulierung der bestimmten Bereich durch die regionalen Behörden im Rahmen der umfassenden Unterstützung dieser Art des Unternehmertums in allen seinen Branchen.

Aufgrund des Fehlens eines wirksamen Systems der getrennten Sammlung, aufgrund unzureichender Berücksichtigung der Bedeutung des Sekundärressourcenpotenzials von Abfällen und der Unvollkommenheit wirtschaftlicher Mechanismen zur Förderung der Nutzung von Abfällen als Sekundärrohstoffen, mangelndem Bewusstsein und Mangel an richtiges Marketing, Unterschätzung sozialer (z. B. Schaffung zusätzlicher Arbeitsplätze) und Umweltfaktoren gehen in der Ukraine jedes Jahr Millionen Tonnen ressourcenwertvoller Materialien verloren, die im Abfall enthalten sind und als Material- und Energieressourcen genutzt werden können. Dies deutet auf negative Trends auf dem Markt für recycelte Materialien hin. Der Markt für recycelte Materialien in der Ukraine weist eine Reihe von Besonderheiten auf, er entwickelt sich hauptsächlich auf der Grundlage von Selbstregulierung und privatem Unternehmertum mit staatlicher Unterstützung.

Die Probleme der Zirkulation von Produktionsabfällen, ihrer Verarbeitung, ihres Verbrauchs und die damit verbundenen Fragen der Verwendung von Sekundärrohstoffen stellen eines der Hauptprobleme der Ökologie und Wirtschaft der Ukraine dar. Die Relevanz des Problems liegt in der Erhaltung primärer (natürlicher) Ressourcen, die durch sekundäre ersetzt werden; bei der Reduzierung der negativen Auswirkungen auf die Umwelt durch die Nutzung von Sekundärressourcen sowie bei der Freisetzung von Landressourcen, die derzeit für Deponien und Deponien genutzt werden, und bei der Reduzierung der Kosten einiger Arten von Industriematerialien.

In diesem Bereich sind wirksame Lösungen unter Berücksichtigung nationaler Besonderheiten erforderlich, um die Effizienz des Haushaltsabfallmanagementsystems unter Berücksichtigung von Komponenten wie Gewährleistung einer vollständigen Abdeckung durch das Sammelsystem, größtmögliche Verarbeitung, rechtzeitige Beseitigung von Abfällen, Einführung umweltfreundlicher Methoden und Technologien der Abfallbewirtschaftung, Schaffung einer geeigneten Infrastruktur zu entwickeln und zu verbessern und negative Folgen durch die Ansammlung großer Abfallmengen zu minimieren. Die Schaffung eines moderneren Haushaltsabfallmanagementsystems wird unter anderem zur Schaffung eines ausgewogenen und effizienten Marktes für Sekundärrohstoffe führen.

2.2 Marktbetreiber von Sekundärrohstoffen

Die Betreiber des Marktes für Sekundärrohstoffe sind Unternehmen, deren Aktivitäten im Zusammenhang mit der Sammlung und Verarbeitung von Recyclingmaterialien stehen, die sich nach ihrer spezifischen Tätigkeit wie folgt unterteilen lassen:

- *Beschaffungsunternehmen* – Unternehmen, die Tätigkeiten zur Sammlung und Beschaffung bestimmter Abfallarten als Sekundärrohstoffe durchführen. Aufgrund der Aktivität haben der recycelte Rohstoff und das Endprodukt der Verarbeitung die gleiche Klassifizierung. Die Tätigkeit bezieht sich auf die Beseitigung von Abfällen von natürlichen oder juristischen Personen, deren weitere Ansammlung, einschließlich Sortierung, und deren Übergabe an Verarbeitungsunternehmen;
- *Verarbeitungsunternehmen*:
  - unabhängige Unternehmen – führen Tätigkeiten zur Verarbeitung bestimmter Abfallarten durch, die hauptsächlich von Beschaffungsunternehmen gekauft werden, oder nehmen Abfälle zur Verarbeitung an, wodurch eine andere Art von Recyclingmaterial oder Fertigprodukten entsteht;
  - Unternehmen als Teil von Industriekomplexen (Technologieabteilungen) – nutzen Sekundärrohstoffe;
- *Beschaffungs- und Verarbeitungsunternehmen* – Unternehmen, die die Aktivitäten der Beschaffung und Verarbeitung von Sekundärrohstoffen bündeln, einen Teil der geernteten Rohstoffe selbst verarbeiten und einen Teil an andere Verbraucher verkaufen.

In der Ukraine hat sich ein bestimmtes System von Beschaffungs- und Verarbeitungsunternehmen entwickelt, die sich mit der Verarbeitung ressourcenwerter Abfälle

befassen. Der Sektor des Sekundärrohstoffmarktes besteht aus Unternehmen verschiedener Eigentumsformen, die nach dem Tätigkeitsprofil, den Besonderheiten der Spezialisierung auf Sekundärrohstoffe und dem territorialen Merkmal (Gebietsabdeckung) klassifiziert werden.

Je nach Spezialisierung und zur gemeinsamen Lösung von Problemen auf dem Sekundärrohstoffmarkt schließen sich Unternehmen in Verbänden zusammen. Zu den großen Verbänden gehören vor allem Unternehmen aus Kiew und anderen Regionen der Ukraine.

Insbesondere der Umgang mit recycelten Materialien (Altpapier, sekundäre Textil- und Polymermaterialien, Polyethylen, Kunststoffverpackungen, Glasscherben, Altreifen, gebrauchte Metallbehälter usw.) erfolgt durch: „Ukrvtorma“[45] (ca. 100 spezialisierte und beschaffende Unternehmen in allen Regionen der Ukraine), „UkrPapir“[46] (mehr als 30 Unternehmen, darunter 18 Hersteller von Papier und Pappe, 13 Händler von Pappe und Papierprodukten, 2 Sammler und Lieferanten von Altpapier usw.); „Glas der Ukraine“[47] (fast 60 ukrainische und ausländische Unternehmen, die in der Glasindustrie tätig sind, darunter Fabriken zur Verarbeitung von Glasscherben, wissenschaftliche Organisationen usw.); Ukrainische Verpackungs- und Umweltkoalition (Ukrpek)[48]; Ukrainischer Verband für Sekundärmetalle, „Ukrecoalliance“[49] (ein Verband von 15 Unternehmen im Bereich Abfallwirtschaftsdienstleistungen) und andere..

Der Markt für Kompost aus einem Teil des kommunalen Hausmülls entsteht immer noch, da Siedlungen und Gemeinden häufiger kleine Kompostierstandorte als zentralisierte große Bioabfallverarbeitungsanlagen wählen, um die Logistikkosten zu senken und das Problem der Nähe zu privaten Gebäuden zu lösen. Anschließend verwenden sie den Kompost bei der Landschaftsgestaltung ausschließlich auf dem eigenen Grundstück, ohne ihn zu verkaufen. Die meisten Unternehmen im Bereich der Abfallwirtschaft beginnen gerade damit, die Methode der Kompostierung gesammelter Bioabfälle mit der Möglichkeit, Einnahmen zu erzielen, einzusetzen. Das einzige praktische Beispiel für die aus dem Stadthaushalt finanzierte Kompostierung eines Teils des kommunalen Hausmülls ist die erste kommunale Kompostierungsstation[50] für organische Lebensmittel und Gartenabfälle (Bioabfall) in der Ukraine in der Stadt Lwiw (LKU „Green City“). Im Januar 2020 nahm die Kompostierstation im Testbetrieb ihren Betrieb auf und arbeitet seit Juni 2020 mit voller Kapazität von 30.000 Tonnen pro Jahr. Derzeit stehen in Lwiw an fast allen Containerstandorten Container für die getrennte Sammlung von Bioabfällen (mehr als 1.200 Einheiten) und es wurden mehr als 50 Verträge mit kommerziellen Organisationen zur Annahme von Bioabfällen abgeschlossen. Abfall wird entfernt, sobald er anfällt – normalerweise alle zwei Tage. Bioabfälle werden mit einem separaten Wagen eingesammelt und zur Kompostierstation gebracht, wo sie zu Kompost verarbeitet werden. Jeder kann es für den Bedarf seines Bauernhofs kaufen. Auch im Landschaftsbau wird eine auf Kompost basierende Bodenmischung verwendet. 50 Tonnen Fertigprodukte aus den verarbeiteten Abfällen der Station wurden erstmals über das staatliche Beschaffungssystem PROZZORO verkauft und nach Erhalt der entsprechenden Zertifikate ist geplant, den Kompost über ein Handelsnetzwerk zu verkaufen. Aus dem Stadthaushalt sind Mittel für den Ausbau der Kapazität dieser Station auf 120.000 Tonnen pro Jahr vorgesehen.

Ein praktisches Beispiel für die Kompostierung eines Teils von Gewerbeabfällen (reine organische Rohstoffe von den Märkten), die eine profitable Tätigkeit darstellt, ist die Stadt Luzk (Pasternak-Bio-Unternehmen [51]), die, um ein größeres Kundenpublikum anzulocken, entwickelte Bodenmischungen mit Biohumusanteil und verschiedenen Verpackungen. Wir haben einen flüssigen organischen Dünger entwickelt – Extrakt aus Biohumus zur Wurzelbewässerung und zum Besprühen von Pflanzen. Somit ist die Produktpalette sowohl für die Umpflanzung eines kleinen Innentopfes als auch für den Anbau von Obstpflanzen im Freiland oder unter Gewächshausbedingungen konzipiert.

[45] http://ukrvtorma.com.ua/general
[46] https://ukrpap.com.ua/
[47] https://sklo.kiev.ua/?mid=2
[48] https://www.facebook.com/ukrpec
[49] http://ukrecoalliance.com.ua/
[50] https://zelenemisto.info/projects/kompostuvannya-organichnyh-vidhodiv/
[51] https://www.facebook.com/pasternakbio/?locale=ru_RU

Außerdem erhalten verschiedene Unternehmen des Agrarkomplexes Waren für die Landwirtschaft unter industriellen Bedingungen – Düngemittel auf organischer Basis, – Unternehmen, die Abfälle aus ihrer eigenen Produktion kompostieren/vergären und verkaufen (Kuhmist, Hühnermist, Pilzkompost usw.). Zur Kompostierung werden Pflanzenabfälle (Unkräuter, Blätter, verdorbenes Gemüse und Obst) sowie Fäkalien, einige Arten von Müll, Fleischproduktionsabfälle usw. verwendet. Kompostierung ist ein wichtiger Aspekt einer nachhaltigen Landwirtschaft, der eine entscheidende Rolle bei der Erhaltung der Bodengesundheit und Fruchtbarkeit spielt. Die Kompostierungstechnologie wird gerade erst in der Landwirtschaft eingesetzt. Kompostierung wird in der Regel auf großen landwirtschaftlichen Betrieben praktiziert, aber auch kleine Kompostierungsbetriebe können einen erheblichen Beitrag leisten.

Im Jahr 2018 betrugen die Kosten für eine Tonne Kompost in den meisten Betrieben, die mit der Kompostierung begannen, nicht mehr als 200-250 UAH, heute liegt der Preis für unverpackten Kompost auf dem heimischen Markt bei etwa 1.000 UAH.

IPK Poltavazernoprodukt LLC (Teil der Struktur der agroindustriellen Holding Astarta[52]) hat mit der Umsetzung eines Kompostierungsprojekts mit einem gezogenen Belüfter begonnen (was eine Fortsetzung der Erfahrungen des Agrarunternehmens Dobrobut war), dessen Ziel darin besteht, die Kompostierung zu reduzieren Jährliche Lagerung von Tausenden Tonnen Gülle, um die Auswirkungen auf die Umwelt zu verringern und die Notwendigkeit des Einsatzes von Mineraldüngern und Herbiziden zu verringern.[53].

Um die Effizienz der Aktivitäten zu steigern und nach neuen Instrumenten zur Erzielung von Gewinnen zu suchen, hat das Team des Projekts „Family Dairy Farms“[54] beschlossen, das Kompostierungsprojekt auf der Grundlage der Industriefarm des PSP „Ukraine“ (Gebiet Riwnenska, Bezirk Riwne, Dorf Zdovbytsia) mit einer Kapazität von mehr als 18.000 Tonnen Mist pro Jahr umzusetzen . Durch den Einsatz der Kompostierungstechnologie werden die Düngemittelkosten für das Netzwerk der Familienbetriebe des Projekts (169 Familienbetriebe aus 11 Regionen der Ukraine) gesenkt. Die Verwertung überschüssigen fertigen Komposts bietet die Möglichkeit, eine zusätzliche Einnahmequelle zu erschließen. Der Kompost wird in großen Mengen ab 20 Tonnen zu Selbstlieferungsbedingungen zu einem Preis verkauft, der von der Kompostmenge abhängt.

„Agrotandem-Plus“ LLC (Dorf Gubinykh, Bezirk Nowomoskowsk, Gebiet Dnipropetrowsk) beschäftigt sich mit der Herstellung von Kompost für die Pilzzucht. Das produzierte Produktvolumen beträgt etwa 450-600 Tonnen pro Monat zu einem Preis von 4.100 UAH pro Tonne (Phase 2 in Briketts).

Forschungen auf dem Gebiet der Sekundärressourcennutzung und die Analyse der damals entstandenen Rohstoff-Produktionsbeziehungen zeugen von der Unklarheit der Situation bei bestimmten Abfallarten als recycelten Rohstoffen. Gleichzeitig gibt es bestimmte kritische Probleme, die gelöst werden müssen.

Den Daten für 2023 zufolge liegt das Problem der verarbeitenden Industrie in der Ukraine nicht in der Unzulänglichkeit der Verarbeitungsunternehmen, die derzeit mehr als ausreichend sind, sondern in ihrem Bedarf an erheblichen Mengen an Sekundärrohstoffen, die derzeit nicht ausreichen. Es wurden erhebliche Kapazitäten für die Verarbeitung von Abfällen geschaffen, um ein System zur Wiederverwertung von Rohstoffen und deren großen Mengen zu etablieren. Mehr als 1.500 Unternehmen unterschiedlicher Art sind in der Ukraine im Bereich der Sammlung und Beschaffung von Abfällen als Sekundärrohstoffe und deren Recycling tätig. Es gibt jedoch keine offiziellen Statistiken zu dieser Art unternehmerischer Tätigkeit und die entsprechenden Informationen ändern sich rasch. Diese Erwartungen deckten sich jedoch nicht mit den Möglichkeiten zur Gewinnung von Recyclingmaterialien, was dazu führte, dass im Bereich der Verarbeitung der meisten Abfallarten überschüssige und ungenutzte Kapazitäten entstanden. Aufgrund dieser Situation sind der Staat/die Unternehmen gezwungen, die notwendigen Mengen an Sekundärrohstoffen im

[52] https://astartaholding.com/
[53] https://agroportal.ua/news/novosti-kompanii/v-astarti-zapustili-proyekti-z-kompostuvannya
[54] https://smf.org.ua/

Ausland einzukaufen – der bestehende Mangel an Rohstoffen auf dem heimischen Markt wird durch deren Import gedeckt. So importieren bestehende Verarbeitungsbetriebe bis zu 30 % der Gesamtverarbeitungsmenge an recycelten Rohstoffen, und viele von ihnen sind selbst unter Berücksichtigung importierter Rohstoffe nur zu 50 % ausgelastet. Bis Anfang 2022 importierten Unternehmen, die Sekundärrohstoffe verarbeiten, etwa 30 % der Karton- und Papierrohstoffe aus der gesamten Verarbeitungsmenge, 22 % Glasschrott und 10 % Polyethylen. Die Praxis des Imports von Sekundärrohstoffen ist auch für einige EU-Mitgliedstaaten (Niederlande, Tschechien, Dänemark, Schweden und Polen) charakteristisch, die über leistungsstarke Verarbeitungs- und Müllverbrennungsanlagen verfügen. Im Gegensatz zu den EU-Mitgliedstaaten, in denen eine Sekundärverarbeitung eines erheblichen Teils der erzeugten Abfälle durchgeführt wird, ist in der Ukraine aufgrund der begrenzten Entwicklung des Verarbeitungsbereichs ein geringer Grad der Abfallverarbeitung zu beobachten.

Das Funktionieren von Unternehmen, die sich in der Ukraine mit der Verarbeitung von Sekundärrohstoffen befassen, hängt weitgehend von der Effizienz der Arbeit der Unternehmen im Bereich der Abfallwirtschaft sowie der Organisation und Abdeckung der getrennten Abfallsammlung in den Regionen, eine ausreichende Anzahl von Punkten zur Aufnahme von Sekundärrohstoffen sowie Abfallentsorgungsanlagen (Verbrennungs- und Abfallverarbeitungsanlagen, Abfallsortierlinien, Kompostierstationen) ab. Unter der Voraussetzung einer effektiven Organisation der getrennten Sammlung von Siedlungsabfällen ist es möglich, bis zu 50 % der nützlichen Bestandteile daraus zu extrahieren (z. B. Papier und Pappe, Altglas, sekundäres Polyethylen und Polymere, Textilmaterialien, Bioabfälle). Durch das moderne System der Abfallwirtschaft in der Ukraine geht dieser Rohstoff jedoch verloren. Da es der aktuelle Zustand des bestehenden Abfallsammelsystems nicht zulässt, die Produktionskapazitäten der Verarbeitungsbetriebe voll auszulasten, sind diese gezwungen, auf den Import von Sekundärrohstoffen zurückzugreifen.

Im Hinblick auf die Funktionsweise von Bioabfallbewirtschaftungsanlagen reagieren aerobe Abfallbehandlungstechnologien mäßig empfindlich auf die Stabilität der Rohstoffversorgung (Bioabfall). Die Empfindlichkeit von Technologien ist wirtschaftlicher Natur – die Verschlechterung der finanziellen und wirtschaftlichen Indikatoren für das Funktionieren bestimmter Anlagen zur Verarbeitung von Bioabfällen aufgrund einer Verringerung der Effizienz des Einsatzes technischer Mittel und der Arbeitsbelastung des Personals. Anaerobe Behandlungstechnologien reagieren äußerst empfindlich auf die Stabilität der Rohstoffversorgung (Bioabfall). Die Sensibilität von Technologien ist technologischer Natur. Dies kann zu einer Verletzung der technologischen Parameter der Objektfunktion führen. Infolgedessen kann es zu einer Verschlechterung der finanziellen und wirtschaftlichen Indikatoren für die Funktionsfähigkeit bestimmter Anlagen zur Verarbeitung von Bioabfällen kommen.

Ein großes Problem besteht auch bei der Rentabilität von Wertstoffhöfen – Beschaffungsunternehmen, die Wertstoffe zur Erzielung von Einnahmen sammeln und sich aufgrund der großen Menge an bereits sortierten Wertstoffen (insbesondere Plastik und Altpapier), die aus der EU importiert werden, in einer schwierigen Situation befinden. Dieser recycelte Rohstoff wird aufgrund seines großen Überschusses in den EU-Ländern zwei- bis dreimal günstiger als als ukrainisches Recyclingmaterial verkauft. Für verarbeitende Betriebe ist es rentabler, günstigere Recyclingmaterialien einzukaufen. Daher müssen die bestehenden Sammelstellen entweder die Kosten für ihre Rohstoffe senken, was in den meisten Fällen zu erheblichen Verlusten und der Schließung der Stelle führt, oder nach zusätzlichen Möglichkeiten der Lebenserhaltung suchen, beispielsweise durch Zuschüsse oder Wohltätigkeit Unterstützung.

Derzeit steht der Aufbau eines Sammelsystems und nicht die Verarbeitung im Vordergrund, da für jede Abfallart (außer Altpapier) aufgrund fehlender Wertstoffe nicht ausgelastete Kapazitäten vorhanden sind. Gleichzeitig stellt sich im Vergleich zu den voraussichtlichen Ressourcenmengen zwangsläufig die Frage nach einer Erhöhung der Verarbeitungskapazitäten – sowohl bei bestehenden Unternehmen als auch bei neuen Verarbeitungsanlagen.

Die Zielindikatoren für die Umsetzung der Nationalen Abfallwirtschaftsstrategie wurden auf der Grundlage bestehender statistischer Indikatoren sowie auf der Grundlage von

Expertenbewertungen im Falle fehlender relevanter Daten oder Unvollkommenheit der verwendeten statistischen Methodik festgelegt. Im Rahmen der Umsetzung können die festgelegten Indikatoren zur Klärung überprüft werden. Die vorgeschlagenen Ziele für die Schaffung von **Bioabfall-Kompostierungsanlagen** in der Ukraine liegen bis Ende 2023 bei 150 Einheiten und bis Ende 2030 bei 500 Einheiten.

Aussichtsreich für die Gründung neuer Verarbeitungsbetriebe sind die Regionen, in denen die Voraussetzungen für eine stabile Rohstoffversorgung der Betriebe geschaffen wurden, also ein System zur Sammlung recycelter Materialien eingerichtet wurde. Die Wahl des Standortes erfordert eine genauere Betrachtung der Problematik unter Berücksichtigung der prognostizierten Mengen der Wertstoffsammlung und der logistischen Komponente. Durch Reformen, veränderte Aktivitäten usw. wird sich das System der Sammlung von Sekundärrohstoffen mit traditionellen Sammelmethoden (durch die Bevölkerung, ein Netz von Sammelstellen für Sekundärrohstoffe) parallel zur Zunahme der sozioökonomischen Entwicklung verschlechtern der Gesellschaft und wird durch weiter entwickelte Formen ersetzt, die typisch für zivilisierte Länder sind.

Auf regionaler Ebene entstehen neue Unternehmen, die mit Unterstützung (und Kapitalbeteiligung) in kommunale Systeme integriert werden. Das traditionelle Netzwerk der Recycling-Sammelstellen wird noch einige Jahre bestehen bleiben, aber aufgrund der unzureichenden wirtschaftlichen Rentabilität dieser Form wird ihre Nutzung zurückgehen. Die Finanzierungsquellen im Bereich der Hausmüllentsorgung werden sich stetig ändern. Spezielle kommunale Fonds, gezielte Haushaltszuschüsse und kommerzielles Kapital ergänzen die Mittel und Möglichkeiten des Betreibers des Abfallentsorgungssystems. Eine wichtigere Investitionsquelle werden Einnahmen aus dem Verkauf von Produkten aus Sekundärrohstoffen sein. Dadurch wird der Kreis der Teilnehmer und des Unternehmertums auf dem relevanten Recyclingmarkt erweitert, wodurch dieser immer wettbewerbsfähiger wird.

2.3 Die Hauptabnehmer des Marktes für Sekundärrohstoffe (einschließlich Kompost)

Verbraucher auf dem Markt für Sekundärrohstoffe können sowohl Unternehmen sein, die recycelte Materialien für die Herstellung ihrer eigenen Produkte verwenden, als auch die Bevölkerung – aufgrund der Nachfrage nach Produkten und Produkten aus Sekundärmaterialien.

Verbraucher von Dienstleistungen und Produkten von Abfallverarbeitungsunternehmen sind:

1. Kommunale Körperschaften und Unternehmen, deren Hauptaufgabe die Liquidation der kommunalen Deponie und die ökologisch saubere Verarbeitung der gesammelten Abfälle, die Rekultivierung gestörter Flächen einschließlich der Abdeckung (Rekultivierung) der Deponie und überlappender Hausmüllschichten ist.
2. Unternehmen (Zellstoff, Holzverarbeitung, Glas und andere), die an der Beseitigung ihrer Abfälle interessiert sind, es sich aber nicht leisten können, Abfälle auf ihrem eigenen Territorium zu lagern. Der Staat verhängt erhebliche Bußgelder für unerlaubtes Abladen, daher streben solche Unternehmen danach, die Kosten zu senken, indem sie Abfälle zu einem geringeren Preis als ihren derzeitigen Verarbeitungskosten entsorgen.
3. Unternehmen (Verbraucher von recyceltem Abfall – Papier, Leder, Polymerabfälle, Bauschutt, Glas, Gummiprodukte usw.), die Sekundärrohstoffe für industrielle und individuelle Zwecke zur Durchführung von Aktivitäten kaufen.
4. Einzelverbraucher (Einzelhandel).

Die wichtigsten potenziellen Verbraucher auf dem **Kompostmarkt** sind in erster Linie Vertreter der *Agrarindustrie* (staatliche Agrarbetriebe, Wirtschaftsgesellschaften, Genossenschaften, private landwirtschaftliche Betriebe, landwirtschaftliche Betriebe, Hilfslandwirtschaft nichtlandwirtschaftlicher Unternehmen und Haushalte, persönliche Hilfsbetriebe der Land- und Stadtbevölkerung) und *Forstwirtschaft* (Forstbetriebe „Wälder der Ukraine“, „militärische“ Forstbetriebe und Forstbetriebe des agroindustriellen Komplexes).

Kommunen und Gebietskörperschaften in der Ukraine interessieren sich jedoch zunehmend für Kompostierungstechnologien, die Teil eines vollwertigen Abfallmanagementsystems sind, das

Abfallerzeuger, Transportunternehmen und die Stadtverwaltung umfasst. Unter ihnen sind die Konsumenten von kommerziellem Kompost die *Hüter des Gleichgewichts der grünen Plantagen bei den Objekten der Green Economy* und der Verbesserung staatlicher und kommunaler Eigentumsformen. Aufgrund der Tatsache, dass diese Unternehmen im Rahmen ihrer Aktivitäten zur Grünflächenpflege Kompost aus abgefallenem Laub verwenden können, ist es ratsam, auf ihrem Territorium ausgestattete Flächen für die Kompostierung von abgefallenem Laub einzurichten.

Neben der Verwendung des gewonnenen Komposts als Dünger für den Eigenbedarf der Gemeinde und als Dachmaterial für eine Hausmülldeponie besteht ein potenzieller Markt für den Verkauf des Komposts an Unternehmen benachbarter Gebietsgemeinden und langfristig auch für andere Projekte in den Regionen der Ukraine, darunter Rekultivierungsdeponien und Steinbrüche.

Ein solches Beispiel ist die Übergabe des LKP „Green City“ (Lwiw) für das Experiment zur Nutzung auf den Feldern des privaten Agrarunternehmens „Zachidny Bug“ (Gebiet Lwiw, Bezirk Tscherwonograd, Dorf Pawliv)[55] von 80 Tonnen Kompost aus Bioabfällen, die auf dem Gelände der Kompostierstation aus Lebensmittel- und Gartenabfällen gebildet wurden[56].

Die Vorteile der Kompostierung sind:
- Reduzierung der Betriebskosten für die Lagerung und Ausbringung von Humus;
- Einsparung von Mineraldüngern;
- Reduzierung der Kosten für den Einkauf von Pflanzenschutzmitteln;
- Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit;
- Lösung von Umweltproblemen von Unternehmen des Agrarsektors und der grünen Wirtschaft.

Eine verzerrte Landnutzung kann zu unausgewogenen Bedingungen führen, die das Erntepotenzial einschränken. Die Entwicklung der Landwirtschaft wiederum ist ohne das Gleichgewicht und die Vielfalt der Mikrobiota im Boden nicht möglich. Die traditionelle Landwirtschaft in der Ukraine, die auf Stickstoff, Phosphor und Kalium basiert, ist nicht effizient, da Nährstoffe durch Verdunstung verloren gehen. So verliert der Boden bei traditioneller Landwirtschaft durch mehrere Prozesse seine Fruchtbarkeit (Wasserabfluss, zunehmende Erosion, der Boden wird weniger porös, Luftzugang zum Boden ist eingeschränkt, ohne Sauerstoff, Mikroorganismen, die den Wurzeln bei der Nährstoffgewinnung helfen, sterben ab). Humus lässt keinen Verlust von Nährstoffen zu, daher hat ein landwirtschaftlich genutzter Boden mit viel Humus folgende Vorteile (die Wasserinfiltration verbessert sich; Humus im Boden speichert Feuchtigkeit, die das Vierfache seines Gewichts übersteigt; Humusbildung ermöglicht das Eindringen überschüssiger Feuchtigkeit; Luft steht Mikroorganismen zur Verfügung, Pflanzenreste werden verarbeitet, der Boden ist porös). Ein Schlüsselelement der humusbasierten Bodenfruchtbarkeit ist die Fähigkeit von Humuskompost, die biologische Aktivität des Bodens und das Nährstoffrecycling wiederherzustellen oder zu verbessern. Alle diese Faktoren sollten in die Landwirtschaft der Ukraine einbezogen werden.

Die Praxis zeigt, dass die Bioabfallkompostierung die ökologisch und ökonomisch sinnvollste Verarbeitung der in einer Siedlung anfallenden organischen Substanz darstellt, ihre Umsetzung in jeder Gemeinde jedoch umfangreiche Vorbereitungs- und Aufklärungsarbeit erfordert.

Zu den besonderen Maßnahmen der Nationalen Abfallwirtschaftsstrategie gehört die Entwicklung der Kompostierung des organischen Anteils des Hausmülls (Bioabfall), nämlich die folgenden:

(a) Im Bereich des Hausmülls sollten normative Rechtsakte verabschiedet werden, die darauf abzielen, die Kompostierung des organischen Anteils des Hausmülls in Privathaushalten in ländlichen Gebieten sowie in Vororten von Städten einzuführen;

(b) Im Bereich landwirtschaftlicher Abfälle sollte die Einführung der Kompostierung von Abfällen, die in kleinen landwirtschaftlichen Betrieben anfallen, gefördert werden.

Folgendes sollte getan werden:

[55] https://zahbug.com/
[56] https://zaxid.net/lkp_zelene_misto_dlya_eksperimentu_peredalo_80_t_kompostu_privatniy_agrokompaniyi_n1506666

bei der Kompostierung pflanzlicher Abfälle:

- Entwicklung von Regulierungsdokumenten in Bezug auf die Qualität von Kompost und die Qualität von Rohstoffen für die Kompostierung;
- Entwicklung und Festlegung von Anforderungen für die Ausbringung von Kompost auf den Boden, einschließlich der Kontrolle der Bodenqualität;

bei der Kompostierung landwirtschaftlicher Abfälle tierischen Ursprungs:

- Förderung der Kompostierung von Abfällen, die in kleinen landwirtschaftlichen Betrieben und ländlichen Siedlungen anfallen, durch Verbreitung von Wissen und relevanten Informationen;
- Entwicklung von Anforderungen an die Qualität von Kompost und Rohstoffen für die Kompostierung;
- Entwicklung und Festlegung von Anforderungen für die Ausbringung von Kompost auf den Boden, einschließlich der Kontrolle der Bodenqualität;

bei der Verarbeitung tierischer Exkremente:

- Organisation der Sammlung überschüssiger tierischer Exkremente an den Orten ihrer Entstehung mit Umverteilung an Orte mit Düngemittelmangel oder in Kompostierungs- und anaeroben Fermentationsanlagen;
- Bestimmung des Mechanismus zur Stimulierung der Verwendung tierischer Exkremente als Rohstoff für die Kompostierung und anaerobe Fermentation, wenn eine direkte Ausbringung auf den Boden nicht möglich und/oder zulässig ist.

Agrarbetriebe sind daran interessiert, in kurzer Zeit hochwertigen Kompost zu erhalten – entweder durch den Kauf auf dem Kompostmarkt oder durch die Einführung einer eigenen Produktion, denn es geht um die Gesundheit des Bodens und den Gehalt an nützlichen Substanzen in pflanzenverfügbarer Form.

Neben der jährlichen Reduzierung der Lagerung von Tausenden Tonnen Bioabfall werden auch die Auswirkungen auf die Umwelt reduziert und der Bedarf an mineralischen Düngemitteln und Herbiziden verringert.

Die Beteiligung der Gemeinschaft ist ein zentraler Aspekt einer nachhaltigen Landwirtschaft und besonders wichtig, wenn es um Praktiken wie die Kompostierung geht, die als echte landwirtschaftliche Zukunftsinvestition nicht nur einzelnen Betrieben zugute kommen kann, sondern auch der Umwelt insgesamt. Es ist wichtig, eng mit anderen örtlichen Bauernhöfen zusammenzuarbeiten und Ihren Kompost als Ressource zur Verbesserung der Bodengesundheit und des Ertrags anzubieten, was nicht nur den Bauern, die den Kompost verwenden, zugute kommt, sondern auch dazu beiträgt, ein nachhaltigeres und vernetzteres lokales Lebensmittelsystem zu schaffen. Angesichts des bestehenden Interesses von Exporteuren, die bereit sind, ukrainischen Kompost zu kaufen, lohnt es sich, Kompostierung sowohl für den heimischen Bedarf des Bauernhofs als auch für den Verkauf durchzuführen.

Die Ausweitung des Umfangs der Kompostierung wird sich positiv auf die Preispolitik des Kompostmarktes auswirken – dieser Dünger wird mit zunehmendem Produktionsvolumen deutlich billiger und für Verbraucher (insbesondere kleine landwirtschaftliche Betriebe) zugänglicher.

2.4 Die wichtigsten Maßnahmen zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft im Bereich der Abfallwirtschaft

Unter den heutigen Bedingungen ist die größte Herausforderung im globalen Maßstab die Erschöpfung der natürlichen Ressourcen und die großflächige Umweltverschmutzung. Die Lösung dieses Problems ist die Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung. Die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft trägt zur Transformation des Wirtschaftssystems in ein nachhaltigeres und ökologisch saubereres System bei, ermöglicht gleichzeitig die Schonung von Primärressourcen, die Schaffung neuer Arbeitsplätze und die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit sowohl eines einzelnen Unternehmens als auch des Unternehmens das ganze Land. Die Förderung ukrainischer Unternehmen

zu Kreislaufwirtschaftsmodellen ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur europäischen Integration. Gleichzeitig ist die Einführung zirkulärer Geschäftsmodelle in der Ukraine mit gewissen Risiken und Schwierigkeiten für Unternehmen verbunden, in deren Zusammenhang es notwendig ist, den aktuellen Stand und die Trends der Entwicklung der Kreislaufwirtschaft in ukrainischen Unternehmen zu untersuchen.

In der Praxis besteht die Idee einer Kreislaufwirtschaft darin, Abfälle auf ein Minimum zu reduzieren, was bedeutet, dass Abfälle so lange wie möglich im Produktionskreislauf verbleiben. Die Wiederverwendung von Abfällen und die Verlängerung des Lebenszyklus können einen Mehrwert für das Unternehmen schaffen und Wettbewerbsvorteile verschaffen. Zu den Hauptaktivitäten im Rahmen der Kreislaufwirtschaft gehören die Wiederverwendung (Reusing), Reparatur, Erneuerung und Verwertung (Recovery), Verarbeitung (Recycling) vorhandener Materialien und Produkte sowie vorbeugende Maßnahmen zur Reduzierung der Abfallmenge. Die Grundidee besteht darin, dass aus dem, was bisher als „Abfall“ galt, eine wertvolle Ressource werden kann.

Umsetzung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft.
- Abfallreduzierung durch Förderung individueller und unternehmerischer Verantwortung;
- Abfallverarbeitung für ihre maximale und beste Verwendung bei gleichzeitiger Ausgewogenheit von Tarifen und Dienstleistungen;
- Einsatz der umweltfreundlichsten Abfallverarbeitungstechnologien.
- Transformation des Bereichs Abfallwirtschaft von der Abfallentsorgung hin zur Nutzung als Sekundärressource.
- Vermeidung der Notwendigkeit von Deponien.

In der Ukraine besteht trotz einer Reihe von Vor- und Nachteilen für die Wirtschaft die Notwendigkeit, die Verarbeitung, Verwertung und Wiederverwendung von Abfällen durch Unternehmen mithilfe von Geschäftsmodellen der Kreislaufwirtschaft zu intensivieren. Kurzfristig ist die Nutzung von Geschäftsmodellen der Kreislaufwirtschaft mit hohen Kosten und einem geringen Bewusstsein sowohl bei Verbrauchern und Partnern, Wettbewerbern, Lieferanten als auch mit Unvollkommenheiten in der gesetzlichen Regelung verbunden. Langfristig führt der Einsatz zirkulärer Modelle jedoch zu positiven Effekten sowohl in ökologischer als auch ökonomischer Hinsicht und kann dem Unternehmen auch einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil verschaffen.

Die meisten Faktoren des externen Umfelds, die sich auf Unternehmen auswirken, die sich für die Nutzung von Geschäftsmodellen der Kreislaufwirtschaft in der Ukraine entscheiden, wirken sich im Allgemeinen positiv auf eine solche Umsetzung aus.

Aus den oben genannten Gründen ist es erforderlich, die Besonderheiten und Merkmale der Nutzung sekundärer Ressourcen in den Regionen der Ukraine zu analysieren und das moderne regionale Abfallmanagementsystem unter Berücksichtigung spezifischer lokaler Probleme und Ressourcen zu optimieren (verbessern). Allgemeiner gesehen besteht die Aufgabe in der gezielten Regulierung des genannten Bereichs durch die regionalen Behörden im Rahmen der umfassenden Unterstützung dieser Art des Unternehmertums in allen seinen Zusammenhängen. Der Bereich der Abfallwirtschaft ist ein infrastrukturelles Bindeglied der Wirtschaft der Region (Deponien, Abfallverarbeitungsbetriebe, Abfallsortierkomplexe usw.), aber die Produkte der Verarbeitung/Abfallverarbeitung werden Teil der Ressourcenbasis und gelangen so in den Produktionsbereich – als deren Bestandteil. Die Lösung der Aufgaben zur Optimierung der Organisation des sekundären Ressourcennutzungssystems als Infrastruktur- und Produktionsglied der Volkswirtschaft sollte methodisch auf einem umfassenden Ansatz basieren und umfassen: Forschung zur territorialen Lage bestehender Unternehmen; Identifizierung von Merkmalen der Bildung der Ressourcenbasis von Sekundärrohstoffen; Ermittlung bestehender Disparitäten und Inkonsistenzen im Ressourcen-Produktionsmodell.

Die Entwicklung einer nationalen Umweltstrategie und der Übergang zu einer Bioökonomie erfordern einen groß angelegten und umfassenden Ansatz unter Verwendung eines möglichst vollständigen Spektrums an Parametern, anstatt sich auf lokale Initiativen zu verlassen. Die

Veränderung der Parameter erfordert eine unterschiedliche Ebene an materiellen und technischen Lösungen, die auf vier Ebenen differenziert werden kann:

- *strategische Entscheidungen* – beziehen sich auf die Anzahl, den Standort und das Potenzial der Unternehmen – Abfallbeförderer, Abfallverarbeitungsbetriebe, Ort der Abfalllagerung und -entsorgung;

- *kommerzielle Lösungen* – zielen darauf ab, Abfallverarbeitungsprodukte als wiederverwertbare Materialien zu finden, Abfallrecyclingprozesse an Subunternehmer zu vergeben und Fertigprodukte zu vertreiben. Dabei handelt es sich um die Schaffung einer Struktur von Handelsbeziehungen zwischen dem verarbeitenden Unternehmen und seinen Lieferanten, Händlern und Kunden;

- *Betriebsentscheidungen* – zur Frage der Produktionsbedingungen aus ressourcenwertvollen Rohstoffen und zur Verteilung, zur Übersetzung von Handelsbeziehungen in separate Warenströme und zur Bestimmung der Rotationsgeschwindigkeit der Lagerbestände in Lagerhäusern.

- *funktionale Lösungen* – funktionale Lösungen – beziehen sich auf die Bewirtschaftung materieller und technischer Ressourcen für das Abfallrecycling.

Heutzutage ist es wichtig, Marketinginstrumente bei der Aufklärung der Bevölkerung über Institutionen zu nutzen, die zusätzliche Sortierung, Verkauf oder Verarbeitung von Abfällen organisieren, also Sammelstellen und Recycling-(Verarbeitungs-)Unternehmen. Gleichzeitig besteht die Notwendigkeit, einen solchen Verwaltungsmechanismus für das Abfallwirtschaftsprogramm zu schaffen, der Marktmuster und den regulatorischen Einfluss der staatlichen Verwaltung vereint. Dieser Mechanismus soll eine flexible und wirksame Regulierung der Prozesse zur Verwendung begrenzter finanzieller Ressourcen gewährleisten und zur Lösung eines Komplexes äußerst dringender Aufgaben zur Erhaltung und Entwicklung des wirtschaftlichen und intellektuellen Potenzials der Stadt, Region und des Landes beitragen.

ABSCHNITT III. UMSETZUNG DES SAMMLUNGS- UND VERARBEITUNGSSYSTEMS FÜR BIOABFÄLLE

Ein wichtiger Punkt bei jedem Abfall ist seine Behandlung. Die Entfernung von Bioabfällen aus der Gesamtmenge des Hausmülls (einschließlich Abfälle aus Grünflächen und Lebensmittelabfällen) verlängert die Nutzungsdauer der Deponie um ein Vielfaches und minimiert die Belastung der Umwelt. Bioabfälle haben als recycelter Rohstoff ein Ressourcenpotenzial, wenn eine bestimmte Verarbeitungstechnologie eingesetzt wird. Daher ist die Einführung eines geplanten und regelmäßigen Systems zur getrennten Sammlung kommunaler und gewerblicher Bioabfälle sowie die Anordnung von Annahmestellen und Containerstandorten gemäß den Anforderungen der geltenden Gesetzgebung sehr dringend. Dringend ist auch die Schaffung einer Bioabfall-Verwertungsanlage mit der Möglichkeit, die gewonnenen Verarbeitungsprodukte zu verkaufen.

Die mögliche Aussicht auf eine Erhöhung des Abfallvolumens aus Grünflächen, das bei der Pflege sowohl auf dem gesamten Siedlungsgebiet als auch auf den einzelnen Gehöften der Bewohner anfällt, zielt darauf ab, die Umsetzung eines wirksamen Systems zur Verarbeitung von Abfällen aus Grünflächen sicherzustellen. Ziel ist es auch, moderne Methoden zur Verarbeitung und Organisation des Gesamtsystems der Bioabfallwirtschaft einzuführen.

Das System der Bioabfallwirtschaft muss die Umsetzung der Maßnahmen des Nationalen Abfallwirtschaftsplans und der Vorgaben der Nationalen Abfallwirtschaftsstrategie unter Berücksichtigung der Besonderheiten der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung der Gemeinden auf der Grundlage europäischer Standards sicherstellen. Daher betrifft die Frage der Verarbeitung von Bioabfällen und des Verbrauchs der Produkte ihrer Verarbeitung wichtige soziale, wirtschaftliche und ökologische Beziehungen, die einer umfassenden Regulierung bedürfen.

3.1 Festlegung der Schritte zur Umsetzung und zum Betrieb des vorgeschlagenen Systems zur Sammlung und Behandlung kommunaler und gewerblicher Bioabfälle

3.1.1 Abholung und Transport

Das Vorhandensein einer großen Menge biologisch abbaubarer Abfälle (Abfälle aus Grünflächen, Lebensmittelabfälle) führt zu deren übermäßiger Ansammlung und der Notwendigkeit einer Beseitigung durch die Bewohner. Dies führt zu einer Verunreinigung anderer Hausabfälle und abgetrennter Sekundärrohstoffe, denen sie beigemischt werden. Wenn Hausmüll auf Mülldeponien gelangt, verschlechtert sich der ökologische und hygienische Zustand der Hausmülldeponie. Denn der biologische Abbau organischer Bestandteile des Hausmülls ist die Hauptursache für die Bildung von Sickerwasser und Biogas, also schädlichen Eintrag in die umgebende Natur. Daher ist es wichtig, Bioabfälle, die je nach morphologischer Zusammensetzung des Siedlungsabfalls bis zu 40 % (nach Masse) ausmachen können, vom Gesamtvolumen des Feststoffabfalls durch *getrennte Sammlung* und *getrennten Transport* zur Abfallentsorgungsanlage zu trennen. Dementsprechend erfordert dies die Einführung anderer Methoden zur Verarbeitung dieser Abfälle als der Entsorgung auf Deponien. Es ist wichtig, dass die verwendeten Methoden bequem und effektiv sind.

3.1.2 Verarbeitung von Bioabfällen

Derzeit besteht ein dringender Bedarf an der Implementierung moderner Bioabfallverarbeitungstechnologien in Siedlungen, einschließlich städtischer und gewerblicher Abfälle aus Grünflächen und eines Teils der Bioabfälle aus gemischten Abfällen.

die Kompostierung ist die vorrangige Methode zur Behandlung getrennt gesammelter Bioabfälle, die die Eigenschaft haben, einer anaeroben oder aeroben Zersetzung zu unterliegen, für die Umsetzung in Siedlungen, basierend auf den Hauptmerkmalen der gängigsten Methoden zur Behandlung von Bioabfällen, unter Berücksichtigung der verfügbaren Menge an Aufkommen und der Zusammensetzung der Bestandteile von Bioabfällen (kommunale und gewerbliche Grünabfälle

und biologisch abbaubare Abfälle). Dies erklärt sich durch das Vorhandensein eines großen Anteils von Bioabfällen in der Zusammensetzung des Hausmülls, die niedrigsten Kapitalinvestitionen und Betriebskosten im Vergleich zu alternativen Methoden der Abfallbehandlung und die Einhaltung von Umweltsicherheitsanforderungen. Die Einführung der Kompostierung wird es ermöglichen, die Menge des auf Deponien zu entsorgenden Abfalls deutlich zu reduzieren und das Zielprodukt – Kompost – zu erhalten. Um hochwertigen Kompost herzustellen, der als Bodenverbesserer verwendet werden kann und für den Einsatz in der Landwirtschaft und für andere Zwecke geeignet ist, erfordert das Verfahren getrennt gesammeltes Material, um eine Kontamination des Endprodukts zu vermeiden.

3.1.3 Umsetzung des vorgeschlagenen Systems zur Bioabfallkompostierung

In allen Phasen der Umsetzung des Bioabfallmanagementsystems sollten lokale Selbstverwaltungsorgane die Bewohner dazu **anregen und ermutigen**, Bioabfälle getrennt zu sammeln und zu kompostieren. Gleichzeitig sollte eine intensive Informationsarbeit mit der Bevölkerung durchgeführt werden, unter anderem durch die Bildung einer öffentlichen Meinung[57] zum umweltgerechten Umgang mit Hausmüll. Dies wird zu einer Steigerung des Bewusstseins der Bevölkerung für den umweltschonenden Umgang mit Hausmüll und einer Effizienzsteigerung bei der Umsetzung neuer moderner Technologien in den Siedlungen der Ukraine führen. Für die nachhaltige Existenz des Hausmüllmanagementsystems ist es notwendig, die Meinung der Bevölkerung zu studieren und Bedingungen für die Bildung einer positiven Einstellung der Bürger zu schaffen. Das Endergebnis ist eine Verhaltensänderung der Menschen und ihre Unterstützung für Veränderungen in der Branche.

Es ist wichtig, **die Verhaltensaspekte der Bewohner zu bewerten**, um geeignete Maßnahmen zu entwickeln, einschließlich Aufklärungskampagnen zum umweltbewussten Abfallmanagement auf Haushaltsebene. Eine hohe potenzielle Beteiligung der Bevölkerung an künftigen Innovationen in der Abfallwirtschaft wird die Umsetzung von Bioabfallmanagementsystemen beschleunigen. Dies wird zu einer Verringerung ihres Gehalts im Hausmüll führen. Dies bedeutet Unterstützung bei der Umsetzung der getrennten Sammlung von Bioabfällen, Schaffung einer Anlage zu deren Verarbeitung, Bereitschaft zur Nutzung des gewonnenen Produkts (Kompost entsprechender Qualität) für den Eigenbedarf des Haushalts. Es ist notwendig, einfache und klare Verhaltensregeln für die Bürger zur Abfallentsorgung in Haushalten zu schaffen. Sie sollten einfache Bestimmungen enthalten, die darauf abzielen, das Gesamtabfallaufkommen zu minimieren und die Abfallarten ordnungsgemäß zu sammeln. Sie sollten auch die erforderlichen zusätzlichen Informationsquellen und Kontaktdaten spezieller Unternehmen im Bereich der Abfallwirtschaft enthalten.

In der Anfangsphase der Implementierung eines Bioabfallmanagementsystems kann dessen Behandlung mit einer relativ einfachen Methode begonnen werden, beispielsweise mit einer zentralen Kompostierung von kommunalen und gewerblichen getrennt gesammelten Grünabfällen (Abfälle aus Landschaftsbau, Gärten usw.) und Ähnlichem Abfall, der nur minimale Vorbehandlung erfordert und hochwertigen Kompost produziert. Darüber hinaus haben einige Bewohner einzelner Gebäude (Häuser des Privatsektors) mit Grundstück die Möglichkeit, in ihrem Haus eine individuelle Kompostierung von Abfällen aus Grünflächen (abgefallenes Laub, Grasschnitt und Äste nach dem Baumschnitt im Herbst und Frühjahr) zu organisieren Eigene Höfe gemäß den festgelegten Kompostierungsregeln für Bioabfälle[58].

Angesichts der geringen Dichte getrennt gesammelter Grünabfälle ist es wirtschaftlich nicht sinnvoll, diese zu einer entfernten Behandlungsanlage zu transportieren, beispielsweise zu einer regionalen Deponie für Hausmüll. Möglichkeiten zur zentralen Kompostierung getrennt gesammelter

[57] „Methodische Empfehlungen zur Bildung der öffentlichen Meinung zum umweltfreundlichen Umgang mit Hausmüll“ (genehmigt durch die Verordnung des Ministeriums für Regionalentwicklung, Bau- und Wohnungswesen der Ukraine vom 02.01.2010 Nr. 38

[58] Regeln für die Kompostierung von Bioabfällen durch ihre Ersteller auf Gehöften, Land- und Gartengrundstücken // https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1271-23#Text

Grünabfälle sehen dabei **die Einrichtung einer Aufbereitungsanlage (Kompoststation)** innerhalb der Siedlung vor, wo sie angeliefert und zerkleinert werden. Die resultierenden Rohstoffe werden dann zu Kompostreihen geformt und durch natürliche Prozesse, die durch periodisches Wenden unterstützt werden, zum endgültigen Kompost zersetzt. Das Endprodukt wird ein hohes Potenzial für die Verwendung in der Pflanzenproduktion und im Gartenbau haben.

Im Betriebsprozess werden je nach örtlichen Gegebenheiten Effizienzindikatoren für die Kompostierstation festgelegt, **typische Effizienzindikatoren** sind wie folgt:

- *Kostenindikatoren* (Gesamtbetriebskosten, pro Tonne verarbeiteter Bioabfälle, pro produzierter Tonne Kompost, Gesamtbrennstoffverbrauch der Kompostieranlage und Gesamtpersonalkosten);
- *Prozessindikatoren* (Tonnage des eingehenden Bioabfalls nach Art, Tonnage des Komposts am Ausgang, Gewichtsunterschied zwischen der Tonnage am Eingang und am Ausgang, Intensität des Anlagenbetriebs (Betriebsstunden / Stunden der Arbeitsschicht), Rate der Kompostproduktion (monatliche Menge an produziertem Kompost), Anzahl der Stunden pro Panne und technischer Wartung sowie Kompostversandrate (monatliche Tonnage));
- *Überwachungsindikatoren***.**

Für Bewohner einzelner Gebäude wird vorgeschlagen, eine getrennte Sammlung von Bioabfällen durch die Installation einzelner Komposter in den Höfen der Haushalte einzuführen. Die Anzahl und Parameter der Ausrüstung werden von den Eigentümern der Haushalte entsprechend ihren Bedürfnissen festgelegt. Bis zum Jahr 2030 wird der erwartete Anstieg der Bioabfallentsorgung aufgrund der Förderung der Anwohner des Privatsektors etwa 5 % des Gesamtaufkommens an Hausmüll betragen. Ein weiterer Teil des im privaten Bereich anfallenden Bioabfalls wird in einem speziellen Container mit gemischtem Abfall in die Hausmüllsammlung gelangen.

Durch Beschluss der Leitungsgremien von Datscha- oder Gartenbaugenossenschaften (Vereinen) mit dem Ziel, eine zentrale Kompostierung von Bioabfällen zu organisieren, die auf den gemeinsamen Territorien dieser Genossenschaften (Vereine) anfallen, um Kompost zu gewinnen und ihn zur Verbesserung ihrer Territorien zu verwenden **können Kompostierstellen eingerichtet werden**. Sie müssen die Anforderungen der Gesetzgebung zum Schutz der natürlichen Umwelt und zur Gewährleistung des gesundheitlichen und epidemischen Wohlergehens der Bevölkerung erfüllen. Um den Kompostierungsprozess und die Reifung des Komposts zu stabilisieren und zu optimieren und seine ökologischen Eigenschaften zu verbessern, ist die Zugabe von Zusatzstoffen (Asche, Sand, Kalksteinmehl, Bentonit (Ton), Trockenmischung (Äste von Bäumen (Sträucher), trockenes Gras, Blätter usw.), Enzyme, Emulgatoren) erforderlich Solche Zusatzstoffe werden zu Beginn oder während des Kompostierungsprozesses in einer maximalen Menge von 10-15 % der Masse des Bioabfalls beigemischt.

Für den Betrieb einer Kleinkompostierungsstelle sind keine Investitions- oder Betriebskosten erforderlich, sofern die Kompostierstelle auf dem Territorium eines bestehenden landwirtschaftlichen Betriebes oder einer Genossenschaft (Verein) liegt. Für kleine Mengen (bis zu 20-25 t Bioabfall pro Jahr) reicht eine betonierte Fläche von ca. 100 m² (8×12 m), auf der ein Mitarbeiter für die Zerkleinerung der Inputmaterialien und das regelmäßige Wenden der Mieten zuständig ist (Kombination dieser Aktivität mit einer anderen). Solche kleinen Kompostierstellen können in allen großen ländlichen Siedlungen installiert werden, für kleinere Siedlungen mit geringerem Bioabfallaufkommen ist die Umsetzung der Kompostierung in einzelnen Kompostern die optimale Lösung.

Besonders effektiv ist die Kompostierung dort, wo der Gehalt an organischen Stoffen im Abfall erheblich ist und ein Bedarf an Düngemitteln besteht.

Folgende Abfälle sollen in den ersten Phasen der Systemumsetzung **kompostiert werden**: Abfälle aus Grünflächen (Blätter, Jungschnitt, Gartenabfälle aus Haushalten) und getrennt gesammelte Lebensmittelabfälle (hauptsächlich Küchenabfälle und Essensreste). Küchenabfälle und Essensreste sind in der Regel feinkörnig, haben einen hohen Feuchtigkeitsgehalt und ein niedriges C/N-Verhältnis und eignen sich daher ideal zum Mischen mit Grünabfällen.

Die Hauptvoraussetzung für die Gewinnung von kommerziellem Kompost ist die Notwendigkeit, kompostierbare Abfälle getrennt zu sammeln und eine Vermischung mit anderen Arten von Hausmüll auszuschließen. Falsch gesammelter Bioabfall, der Kunststoff, Glas oder Metall enthält, ist nicht für die Kompostierung geeignet. Es besteht die Möglichkeit, Bioabfälle vor der Kompostierung zusätzlich zu verarbeiten, um Verunreinigungen zu trennen, zu zerkleinern, Metalle abzutrennen, das optimale C/N-Verhältnis und die erforderliche Struktur zu erhalten usw., um die Qualität von Bioabfällen zu verbessern. Dadurch werden die hohen Standards der Kompostreinheit erfüllt. Durch die Kombination verschiedener Fraktionen von Bioabfällen kann die Menge an Ammoniak reduziert werden, die in den ersten Phasen der Kompostierung freigesetzt wird – Blätter (reich an Kohlenstoff, arm an Stickstoff) können mit Lebensmittelabfällen (reich an Stickstoff) kombiniert werden. Die Kompostierung gemischter Siedlungsabfälle kann als Vorstufe vor der Abfallentsorgung eingesetzt werden.

Die Kompostierung durch Bewohner eines einzelnen Gebäudes mit Grundstück ist eine Bioabfallbehandlungsmethode, die dabei hilft, vorhandene Grünabfälle in wertvollen Kompost umzuwandeln. Dieser Kompost kann für den Hausgebrauch direkt auf den Boden ausgebracht werden. Gleichzeitig führt eine solche Kompostierung zu einer Verringerung der Gesamtabfallmenge, die gesammelt werden muss. Dies kann dazu beitragen, die Kosten für die Abfallsammlung und deren anschließende zentrale Verarbeitung zu senken.

Die Kompostierung in Einzelkompostern kann in Pilothaushalten in kleinen Siedlungen beginnen. Gleichzeitig besteht in großen Siedlungen und Landkreisen die Möglichkeit, die Sammlung getrennt gesammelter Bioabfälle (Abfälle aus Grünflächen und Teile der Lebensmittelabfälle) zu organisieren. Sie muss gemäß dem geplanten Zeitplan während der Frühlings- und Herbstsaison durchgeführt werden, vorzugsweise ein- oder zweimal pro Woche, wobei die Öffentlichkeit vorab über die Tage dieser Sammlung informiert wird. Die Sammlung und Lieferung dieser Materialien an Anlagen zur Behandlung von Bioabfällen sollte in die Verantwortung des Betreibers der allgemeinen Abfallsammlung fallen.

Die Kompostierung von Bioabfällen sollte zunächst mit getrennt gesammelten Grünabfällen erfolgen, die ausschließlich auf dem eigenen Gebiet anfallen. Zukünftig ist es notwendig, die Liste der zur Kompostierung angenommenen Abfälle sukzessive um getrennt gesammelte andere Siedlungs- und Gewerbeabfälle zu erweitern, die sich am besten für die Kompostierung eignen, und eine Möglichkeit zur Annahme von Bioabfällen aus anderen Siedlungen benachbarter Gemeinden zu schaffen. Auf diese Weise wird der erzeugte Bioabfall in ein sichereres und stabileres Produkt umgewandelt.

Für die weitere Berichterstattung auf regionaler Ebene über die Erfüllung der in der Nationalen Abfallwirtschaftsstrategie festgelegten Ziele ist die Einrichtung eines Systems zur Abrechnung (Berechnung) der zu kompostierenden Bioabfälle erforderlich.

3.2 Entwicklung des Kompostverbraucherkonzepts und Beratung zur Marketingstrategie des Unternehmens

3.2.1 Das Konzept der Kompostverbraucher

Die wichtigsten Trends auf dem Weltmarkt, die die Grundlage für das Funktionieren der Industrie der Abfallwirtschaft im Allgemeinen und der Kompostierung im Besonderen bestimmen, werden von den entwickelten Ländern der Welt, insbesondere der EU, den USA und anderen, vorgegeben. Dadurch wird die Vorhersehbarkeit des Umfangs der Leistungserbringung (insbesondere der Kompostproduktion) erreicht, die notwendige Kontrolle und Überwachung durchgeführt und die Sicherheit und Qualität der Produkte gewährleistet. Gleichzeitig werden die Organisationsstruktur der Produktion, die Landverhältnisse geregelt, neueste Technologien und moderne Geräte eingesetzt und qualifiziertes Personal in den Betrieben eingesetzt.

Obwohl Kompost aus Bioabfällen derzeit auf dem ukrainischen Markt nicht weit verbreitet ist, stellen Experten fest, dass es sich heute um einen vollständig ausgewogenen Dünger mit den

notwendigen Indikatoren für Nährstoffe und biologisch aktive Substanzen handelt, die Pflanzen und Böden benötigen.

Das Konzept der Kompostverbraucher basiert auf dem Bewusstsein für die Bedeutung eines ökologischen Umgangs mit Abfällen und dem Wunsch nach nachhaltigem Konsum. Kompostverbraucher legen Wert auf eine effiziente Bewirtschaftung von Abfällen und natürlichen Ressourcen. Es wird davon ausgegangen, dass die Hauptaspekte dieses Konzepts die folgenden Komponenten sein sollten:

1) Umweltbewusstsein;
2) Stufenweises Abfallmanagementsystem;
3) verantwortungsvoller Konsum;
4) Aufklärung und Verbreitung von Umweltinformationen;
5) Unterstützung für nachhaltige Entwicklung.

Bei der Konzeption der Kompostverbraucher ist es wichtig, sich auf die Grundsätze der Reformierung der Umsetzung der Umweltpolitik und der Gewährleistung der Umweltrechte der Bürger zu stützen, die zu einer der Verpflichtungen der Ukraine im Rahmen des Assoziierungsabkommens mit der EU geworden sind. Ein klares Beispiel ist das Übereinkommen der Europäischen Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen „Über den Zugang zu Informationen, die Beteiligung der Öffentlichkeit am Entscheidungsprozess und den Zugang zu Gerichten in Umweltangelegenheiten“, das am 25. Juni 1998 in Aarhus (Dänemark) verabschiedet wurde[59]. Die Ukraine war eines der ersten Länder, das dieses Übereinkommen unterzeichnet hat. Die Aarhus-Konvention definierte **drei grundlegende Umweltrechte**, die als wichtige Faktoren bei der Bildung der Demokratie gelten:

1) öffentlicher Zugang zu Umweltinformationen;
2) Beteiligung der Öffentlichkeit am Entscheidungsprozess zu Umweltfragen;
3) Zugang der Öffentlichkeit zur Justiz in Umweltangelegenheiten.

Daher sollte die Bildung eines ökologischen Bewusstseins der Bürger auch durch die Kommunikation mit Kompostverbrauchern erfolgen, die die negativen Auswirkungen von Bioabfällen und anderen organischen Materialien auf die Umwelt verstehen. Der Verbraucher muss den Wunsch zeigen, seinen Fußabdruck zu minimieren, indem er auf natürliche Innovationen wie die Kompostierung zurückgreift.

Eine wirksame Kommunikation zwischen Kompostverbrauchern und Bürgern in Bezug auf Umweltinformationen erfordert Ausgewogenheit, Zugänglichkeit und Interaktion. Es ist notwendig, eine einfache und verständliche Sprache zu verwenden und konkrete Beispiele für die Auswirkungen ihres Handelns auf die Umwelt zu liefern. Es ist wichtig, positive Veränderungen hervorzuheben, die jeder bewirken kann und die zur Bildung eines verantwortungsvollen Umgangs mit der Umwelt beitragen. Durch die Nutzung verschiedener Kommunikationskanäle wie soziale Netzwerke, Websites, Vorträge und Informationskampagnen wird eine hohe Reichweite gewährleistet und eine günstige Atmosphäre für den Gedanken- und Aktionsaustausch geschaffen.

Kompostverbraucher sollten gemeinsam mit der lokalen Regierung Kompostierungspraktiken aktiv umsetzen, um die Menge an Bioabfällen zu reduzieren und die Rückgewinnung natürlicher Ressourcen sicherzustellen. Die Praxis der Bioabfallkompostierung sollte zwei Hauptphasen umfassen: die Kompostierung in Haushalten (Einzelpersonen) und die Kompostierung an einem speziell ausgestatteten Standort – der Kompostierstation (zentral).

Der Kompostverbraucher muss das Organisationsschema der Kompostierung in der Siedlung verstehen und sich über das Auftreten verschiedener Gruppen kommerzieller und technischer Komposte im Klaren sein. Informationen über die Qualität und Eigenschaften von Kompost sollten verfügbar und nachvollziehbar sein.

[59] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_015#Text

Nach den Gruppen von Gewerbekompost **lassen sich Verbraucher in bestimmte Gruppen einteilen**:

a) Verbraucher, die kommerziellen Kompost *auf Vertragsbasis in großen Mengen* kaufen und Kompost üblicherweise für ihre wirtschaftliche Tätigkeit verwenden (Unternehmen);

b) Verbraucher, die Kompost *im Einzelhandel* kaufen, verwenden den Kompost in der Regel zu Hause (Bürger).

Die Bildung eines verantwortungsvollen Konsums ist ein Ansatz zur Auswahl von Waren und Dienstleistungen, der darauf abzielt, die positiven Auswirkungen auf soziale, ökologische und wirtschaftliche Aspekte zu maximieren. Verbraucher sollten auf einen verantwortungsvollen Kompostverbrauch achten, zu dem auch das Bewusstsein für die Menge des eigenen Verbrauchs und die Auswirkungen auf die Produktion überschüssiger Ressourcen gehört. Verbraucher, die sich für Minimalismus und Recycling entscheiden, zeigen ihr Engagement für einen nachhaltigen Lebensstil. Dieser Ansatz trägt dazu bei, eine gerechtere und ausgewogenere Entwicklung zu fördern und gleichzeitig zur Schaffung eines freundlichen Umfelds für heutige und zukünftige Generationen beizutragen.

Die Kompostierung von Bioabfällen ist ein wichtiger Bestandteil einer nachhaltigen Lebensweise und des Umweltschutzes. Aus organischen Materialien wie Obst- und Gemüseresten, Kaffeesatz, Blättern und anderen biologisch abbaubaren Abfällen lässt sich hochwertiger Kompost herstellen. Dieser natürliche Dünger reichert den Boden mit den notwendigen Nährstoffen an und verbessert so seine Struktur und Fähigkeit, Feuchtigkeit zu speichern. Darüber hinaus trägt Kompost dazu bei, die Abfallmenge zu reduzieren, die auf Mülldeponien landet, und trägt so dazu bei, die Methanemissionen aus der Zersetzung organischer Materialien auf Mülldeponien zu reduzieren.

Es ist wichtig zu verstehen, dass die Kompostierung für jeden Bürger eine einfache und kostengünstige Möglichkeit ist, seinen eigenen Beitrag zum Erhalt der Umwelt zu leisten. Die Förderung der Kompostierung von Bioabfällen trägt zur Bildung einer umweltbewussten Gemeinschaft bei, die sich für die Schaffung einer gesünderen und ausgewogeneren Umwelt für alle einsetzt.

Die Aufklärung und Verbreitung von Umweltinformationen bei Verbrauchern kann mithilfe verschiedener Initiativen erfolgen:

a) *Informationskampagnen* – Durchführung von Aufklärungskampagnen, die über Umweltprobleme, die Auswirkungen der Verbraucher auf die Umwelt und die positiven Auswirkungen einer Änderung ihres Lebensstils informieren;

b) *Zusammenarbeit mit Bildungseinrichtungen* – Zusammenarbeit mit Schulen, Universitäten und anderen Bildungseinrichtungen, um Umweltthemen in Lehrpläne aufzunehmen und Umweltbildungsprogramme zu erstellen;

c) *Organisation von Veranstaltungen und Arbeitsgruppen* – Durchführung verschiedener Öko-Veranstaltungen wie Vorträge, Workshops, Seminare und Arbeitsgruppen für verschiedene Bürgergruppen, um Umweltfragen zu diskutieren, Erfahrungen auszutauschen und Möglichkeiten zur Verbesserung der Situation zu ermitteln;

d) *Nutzung sozialer Netzwerke und Medien* – Erstellen einer aktiven Online-Präsenz, die nützliche Informationen, Artikel, Fakten und andere Inhalte teilt, die das Verständnis für Umweltthemen fördern;

e) *Entwicklung von Anwendungen und interaktiven Ressourcen* – Erstellen von Apps, interaktiven Websites und anderen Ressourcen, die Verbrauchern Tools zur Messung ihres ökologischen Fußabdrucks und Empfehlungen zur Reduzierung dieses Fußabdrucks bieten;

f) *Unterstützung eines nachhaltigen Konsums* – Förderung der Verwendung umweltfreundlicher und erneuerbarer Ressourcen, Verbreitung der Verwendung von Produkten mit Öko-Verpackungen und Unterstützung von Unternehmen und Verbrauchern, die sich an die Grundsätze der nachhaltigen Entwicklung halten;

g) *Einführung von Auszeichnungen und Anreizen* – Umsetzung von Programmen, Auszeichnungen und Anreizen für Verbraucher, die Maßnahmen ergreifen, um ihre Auswirkungen auf die Umwelt zu reduzieren (Rabatte auf Waren oder die Möglichkeit, an Initiativen teilzunehmen usw.).

Die Umsetzung dieser Maßnahmen wird dazu beitragen, das Umweltbewusstsein der Verbraucher zu schärfen und ein nachhaltiges und umweltbewusstes Verbraucherverhalten zu schaffen.

Das Konzept des Kompostkonsumenten ist nicht nur durch den Akt der Kompostierung selbst geprägt, sondern auch durch ein allgemeines Bewusstsein und Engagement für eine ökologisch angemessene Lebensweise.

3.2.2 Beratung zur Marketingstrategie des Unternehmens

Die meisten strategischen Entscheidungen eines Unternehmens liegen im Bereich Marketing. Die Schaffung eines neuen Produkts, die Erschließung einer neuen Marktnische, die Auswahl von Lieferanten, Partnern, Verbrauchern und andere Entscheidungen werden im Rahmen der Marketingstrategie getroffen – der Grundlage des Handelns des Unternehmens unter bestimmten Marktbedingungen. Es definiert Möglichkeiten, Marketing einzusetzen, um Zielmärkte zu erweitern und effektive Ergebnisse zu erzielen.

Gestaltung der Marketingstrategie des Unternehmens

Die Entwicklung wirksamer Marketingstrategien ist der wichtigste Bestandteil der Entwicklungsstrategie des gesamten Unternehmens, eine der wesentlichsten und schwierigsten Phasen des Marketingprozesses. Der Hauptzweck der Marketingstrategie besteht darin, die Marketingziele des Unternehmens mit seinen Fähigkeiten und Verbraucheranforderungen aufeinander abzustimmen, die schwachen Positionen der Wettbewerber und seine Wettbewerbsvorteile zu nutzen, der Erfolg des gesamten Unternehmens hängt von der Angemessenheit seiner Wettbewerbsfähigkeit ab die Marketingstrategie. Seine Wahl hängt von vielen externen und internen Faktoren ab, von denen die wichtigsten sind: Faktoren, die den Zustand der Branche und die Wettbewerbsbedingungen in ihr charakterisieren, und Faktoren, die die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens, seine Marktposition und sein Potenzial charakterisieren. Die Strategie kann als umfassender Plan zur Verwirklichung des Unternehmenszwecks betrachtet werden. Die Strategie gehört ihrer Form nach zu den Managementdokumenten, inhaltlich handelt es sich um eine Reihe von Maßnahmen zur Erreichung der Unternehmensziele.

Unter den neuen wirtschaftlichen Bedingungen ist das Problem der Entwicklung wirksamer Marketingstrategien für die Marktdurchdringung dringend. Unter den Bedingungen der Bildung von Marktbeziehungen in der Ukraine, deren integraler Bestandteil Wettbewerbsbeziehungen sind, wird das Problem der strategischen Planung des Wettbewerbsverhaltens des Unternehmens, das einen langfristigen Erfolg ermöglichen würde, immer größer und dringender. Die meisten ukrainischen Unternehmen gehen die Wahl der Wettbewerbsstrategie je nach den Umständen eher spontan als strategisch an. Infolgedessen wird häufig der strategische Kurs geändert, was dazu führt, dass es nicht mehr möglich ist, hohe finanzielle Ergebnisse zu erzielen und die Weiterentwicklung der Aktivitäten sicherzustellen. Das Fehlen vieler ukrainischer Unternehmen bei der Planung und Ausarbeitung einer Aktivitätsstrategie, insbesondere einer Wettbewerbsstrategie, führt dazu, dass sie auf dem Markt nicht mehr wettbewerbsfähig sind und in der Zukunft sukzessive zerfallen.

Im Prozess der Gestaltung der Marketingstrategie des Unternehmens ist es möglich, hervorzuheben:

– *Eingabeelemente* – Faktoren, deren Analyse der Entwicklung einer Marketingstrategie vorausgeht, also die Faktoren des Marketingumfelds und die Ziele des Unternehmens;

– *Ausgabeelemente* – strategische Entscheidungen bezüglich des Marketing-Komponentenmixes, der vier Komponenten umfasst: Produkt, Preis, Verkauf und Werbung.

Die Marketingstrategie des Unternehmens ist der Unternehmensstrategie seiner Tätigkeit untergeordnet. Das Hauptziel eines jeden Handelsunternehmens ist die Erzielung von Gewinn. Unternehmen können ihre Gewinne auf zwei Arten steigern: indem sie ihren Produkten einen Mehrwert verleihen, sodass die Verbraucher mehr dafür bezahlen, oder indem sie die Kosten der

Wertschöpfung (d. h. Produktionskosten) senken. Es gibt zwei Hauptstrategien zur Verbesserung der Rentabilität des Unternehmens – die Strategie der Differenzierung und die Strategie der Kostensenkung.

Die Entwicklung von Marketingstrategien ist eine der wesentlichsten und schwierigsten Phasen des Marketingprozesses. Die Durchführung von Marketinganalysen zur Weiterentwicklung von Zielen, Entwicklung von Strategien, führt zu den besten Ergebnissen. Dies ist unter den Bedingungen ständiger Veränderungen der Faktoren des externen und internen Marketingumfelds, der Ansammlung und Berücksichtigung von Daten über alle Ergebnisse der Unternehmensaktivitäten eine ziemlich schwierige Sache, es ist wichtig, diese auf dynamischer Basis durchzuführen. Die Einhaltung der Grundanforderungen an die Marketinganalyse (Genauigkeit, Konsistenz, systematische Umsetzung) ermöglicht es Ihnen, zu jedem Zeitpunkt über die notwendigen Informationen zur Überwachung oder Anpassung der Marketingstrategie zu verfügen.

Bei der Strategiefindung ist zunächst Folgendes zu berücksichtigen: in welcher Phase des Lebenszyklus sich die Branche befindet; Branchenstruktur; das Wesen und die Kraft der fünf Wettbewerbskräfte (Lieferanten der wichtigsten Ressourcen, Käufer, Wettbewerb zwischen Verkäufern innerhalb der Branche, Ersatzstoffe, potenzielle Verkäufer dieses Produkts), der Umfang der Aktivitäten der Wettbewerber.

Die Wahl der Marketingstrategie erfolgt in mehreren Schritten. Zunächst werden die Wettbewerbsvorteile des Unternehmens aufgezeigt. Um die Möglichkeiten eines erfolgreichen Markteintritts des Unternehmens einzuschätzen, werden die Daten der Analyse des externen und internen Umfelds verglichen und darauf aufbauend die Merkmale des jeweiligen Unternehmens auch mit denen der Wettbewerber verglichen (ebenso wie die Erwartungen von Verbrauchern und Partnern). Das Unternehmen ermittelt seine Stärken und Schwächen und kann so die Bereiche hervorheben, in denen es Erfolg haben kann; bewertet die Chancen und Risiken potenzieller Märkte und hilft so, die Faktoren zu bestimmen, die für den Erfolg auf dem Markt notwendig sind. Der Vergleich potenziell erfolgreicher Bereiche und wichtiger Erfolgsfaktoren verschafft dem Unternehmen einen Überblick über die eigenen Wettbewerbsvorteile und ermöglicht die Entwicklung von Strategien. Der erste Schritt bei der Entwicklung einer Marktstrategie besteht darin, eine Marktabdeckungsstrategie zu definieren: die Beschreibung der Zielgruppen potenzieller Verbraucher. Basierend auf den Ergebnissen der Analyse potenzieller Verbrauchergruppen wird eine Marktabdeckungsstrategie festgelegt. Um in ausgewählten Marktsegmenten arbeiten zu können, ist es notwendig, eine grundlegende Entwicklungsstrategie zu formulieren. Der erste Schritt besteht darin, ein Marketingkonzept für das Produkt zu entwickeln, das der Verbraucher erhalten wird.

Als nächstes wird eine grundlegende Marketingstrategie entwickelt – ein langfristiger Plan des Unternehmens, dieser sollte nicht im Detail geschrieben werden, da er durch einige unvorhergesehene Ereignisse im externen Umfeld widerlegt werden kann. Daher ist die grundlegende langfristige Strategie nicht etwas, das ein für alle Mal festgelegt wird und sich nie ändert. Sie sollte in Abhängigkeit von den Marktveränderungen und den Ergebnissen der Unternehmenstätigkeit regelmäßig angepasst und präzisiert werden. Bei der Entwicklung einer Grundstrategie entscheidet das Management über den Grad der Globalisierung der Unternehmensaktivitäten und berücksichtigt dabei Faktoren wie das Volumen des lokalen Marktes, die Intensität des Wettbewerbs, den Grad der Globalisierung der Aktivitäten der Wettbewerber und die Verfügbarkeit von Ressourcen und Wettbewerbsvorteilen im Unternehmen.

Die Entwicklung einer wirksamen Marketingstrategie für die Marktaktivitäten des Unternehmens hängt unmittelbar von der klaren und korrekten Formulierung der Ziele und Zielsetzungen dieses Unternehmens in den einzelnen Zielmarktsegmenten ab.

Das Unternehmen ändert seine Strategie, wenn:

a) über einen ausreichend langen Zeitraum ist das Erreichen zufriedenstellender Indikatoren nicht gewährleistet;

b) Konkurrenzunternehmen haben ihre Strategie dramatisch geändert;

c) andere externe Faktoren für die Geschäftstätigkeit des Unternehmens haben sich geändert;

d) es haben sich Perspektiven für die Umsetzung von Maßnahmen eröffnet, die den Gewinn des Unternehmens deutlich steigern können;

e) neue Kundenpräferenzen haben sich geändert oder sind entstanden, oder es wurden Trends zu möglichen Veränderungen in dieser Branche entstanden;

f) die in der Strategie gestellten Aufgaben sind bereits gelöst und erfüllt.

Die wichtigsten vorrangigen strategischen Ziele des Unternehmens sind folgende:

- ***Verbraucherorientierung*** – Da das Ziel darin besteht, Gewinn zu erwirtschaften, sollte die Tätigkeit des Unternehmens auf die Maximierung des Nutzens und der Zufriedenheit der Verbraucher ausgerichtet sein, die die Haupteinnahmequelle durch den Verkauf von Produkten darstellen;
- ***Wirtschaftlichkeit*** – Das Unternehmen muss eine möglichst effiziente und rationelle Nutzung der Ressourcen gewährleisten, für die Maßnahmen entwickelt und ergriffen werden, um die geringste Menge an Ressourcen zu verbrauchen, wobei die Anforderungen an Qualitäts- und Servicestandards eingehalten werden. Alle Kosten und Investitionen werden vor der Ausgabe von Mitteln klar analysiert und berechnet;
- ***nachhaltige ökologische Situation*** – Das Unternehmen muss eine nachhaltige ökologische Situation anstreben. Dies drückt sich in dem Bestreben aus, die negativen Auswirkungen der Unternehmensaktivitäten auf die Umwelt durch die vollständige Einhaltung aller relevanten Gesetze und anderen normativen Rechtsakte der Ukraine zu minimieren. Dies kommt auch in der Förderung des Umweltbewusstseins seiner Kunden und Stakeholder zum Ausdruck;
- ***Management des Verbesserungsprozesses*** – Das Unternehmen muss ständig auf die Verbesserung der Effizienz seiner Abläufe zurückgreifen, indem es mit Partnern und anderen Unternehmen/Organisationen zusammenarbeitet, um sowohl die Planung als auch die tatsächliche Umsetzung von Aktivitäten, die Zuweisung von Ressourcen und die Nutzung von Vermögenswerten zu verbessern;
- ***Transparenz und Verantwortlichkeit*** – Das Unternehmen muss Offenheit und Verantwortung im Prozess der Entscheidungsfindung, Planung und Erbringung von Dienstleistungen sowie eine wirksame Einbindung interessierter Parteien gewährleisten. Ziel ist die Schaffung eines Systems der regelmäßigen Berichterstattung über die erzielten Ergebnisse mit der Bereitstellung allgemein verfügbarer Informationen und der klaren Kommunikation aller getroffenen Entscheidungen an interessierte Parteien. Damit Verbraucher klar verstehen, welche Verbesserungen im Unternehmen umgesetzt werden müssen und wie hoch die Kosten für deren Umsetzung sind, sollte außerdem ein Vergleich der Leistung des Unternehmens mit anderen ähnlichen Unternehmen durchgeführt werden;
- ***Loyalität, respektvolle Haltung*** – Das Unternehmen muss einen gleichberechtigten Zugang zu seinen Dienstleistungen ermöglichen. Damit sich Stakeholder an der Unternehmensplanung beteiligen können, müssen die unterschiedlichen Bedürfnisse der Stakeholder respektiert und berücksichtigt werden. Es ist wichtig, Chancengleichheit für Ihre Mitarbeiter zu schaffen, einschließlich der Vermeidung jeglicher Art von Geschlechterdiskriminierung.

Allgemeine Marketingstrategie des Unternehmens im Bereich Abfallwirtschaft

Die wichtigsten strategischen Ziele des Unternehmens im Bereich Abfallwirtschaft unter Berücksichtigung europäischer Anforderungen sind folgende:

- ***Einhaltung der EU-Standards im Bereich der Abfallwirtschaft*** – Ziel der EU-Abfallpolitik ist es, die Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft zu fördern, indem so weit wie möglich hochwertige Ressourcen aus Abfällen gewonnen werden. Der European Green Deal zielt darauf ab, das Wachstum durch den Übergang zu einer modernen, ressourcenschonenden und wettbewerbsfähigen Wirtschaft anzukurbeln. Im Rahmen dieses Übergangs werden mehrere EU-Abfallgesetze überprüft. Die Abfallrahmenrichtlinie ist der EU-Rechtsrahmen für die Behandlung und Bewirtschaftung von Abfällen in der EU. Es führt eine Präferenzordnung in der Abfallwirtschaft ein, die sogenannte „Abfallhierarchie“;

- ***Einhaltung der Grundsätze der Kreislaufwirtschaft*** – Das Modell der Kreislaufwirtschaft basiert auf dem Wunsch, Abfälle zu vermeiden. Tatsächlich basiert die Kreislaufwirtschaft auf der Idee, dass es keinen Abfall gibt. Um dieses Ziel zu erreichen, werden Produkte auf eine lange Lebensdauer ausgelegt (unter Verwendung hochwertiger Materialien) und auf den Kreislauf von Demontage und Wiederverwendung optimiert, was eine einfachere Verarbeitung, Umgestaltung oder Erneuerung ermöglicht. Letztendlich unterscheiden diese komprimierten Produktkreisläufe das Kreislaufwirtschaftsmodell vom Recycling, bei dem große Mengen an eingebetteter Energie und Arbeit verloren gehen. Das ultimative Ziel ist die Erhaltung und Vermehrung des Naturkapitals durch die Kontrolle endlicher Bestände und den Ausgleich der Ströme erneuerbarer Ressourcen;

- ***Einführung eines finanziell stabilen Systems zur Deckung der Unternehmenskosten für eine nachhaltige Entwicklung*** – Die Hauptaufgabe des Unternehmens ist die Erbringung von Hausmüllmanagementdiensten und der Betrieb von Hausmüllmanagementanlagen. Nach dem Gesetz der Ukraine muss diese Tätigkeit vom Staat durch die Festsetzung von Tarifen reguliert werden. Einer der Grundsätze der staatlichen Regulierung der Aktivitäten natürlicher Monopoleinheiten ist ihre Selbstversorgung. Tarife sind einer der Hauptfaktoren, die die Selbstversorgung gewährleisten. Daher wirkt sich die Tarifpolitik des Unternehmens auf seine finanzielle Situation aus, und diesem Thema sollte große Aufmerksamkeit gewidmet werden;

- ***Verbesserung der Qualifikation und Motivation des Personals*** – es ist notwendig, den Schulungsbedarf der Mitarbeiter des Unternehmens regelmäßig (jährlich) zu ermitteln und den Schulungsplan jährlich zu erstellen und zu überarbeiten. Der Ausbildungsplan umfasst die Ausbildung am Arbeitsplatz, die Teilnahme an speziell organisierten Schulungen, die Ausbildung in Fortbildungskursen und, wenn möglich, den Erfahrungsaustausch mit anderen ähnlichen Unternehmen in der Ukraine und im Ausland. Eine der wichtigsten und vorrangigen Aufgaben des Unternehmens ist die Organisation eines solchen Personalmotivationssystems, in dessen Rahmen der Mitarbeiter den aufrichtigen Wunsch hat, effektiv zu arbeiten. Das System umfasst:

  1. *Materielle Motivation* (Prämien basierend auf Arbeitsergebnissen (individuell, kollektiv), materielle Anreize für Mitarbeiter, Verfügbarkeit eines Sozialpakets)
  2. *Immaterielle Motivation* (Karriereentwicklung, berufliche Weiterentwicklung, Zusatzausbildung auf Kosten des Unternehmens, mündlicher oder schriftlicher Dank der Führungskraft für die geleistete Arbeit, öffentliche Anerkennung des persönlichen Beitrags des Mitarbeiters, Verleihung des Titels „Bester Mitarbeiter“, Möglichkeit zur Teilnahme in der Unternehmensführung, flexible Arbeitszeitgestaltung, Firmenurlaub mit der Familie usw.)
  3. *Persönliche Verantwortung und Kontrolle* (eine Reihe wichtiger Leistungsindikatoren des Personals und deren „Bindung“ an Abteilungsleiter und bestimmte Leistungsträger);

- ***Sicherstellung der Einhaltung von Umweltanforderungen und Reduzierung der negativen Auswirkungen auf die Umwelt*** – Langfristiges Ziel für die Hausmüllwirtschaft ist die Erreichung der in der EU übernommenen Abfallverarbeitungsstandards, die teilweise bereits im Rahmen des Assoziierungsabkommens zwischen der EU und der Ukraine verpflichtend sind. Dies erfordert Folgendes:
  - Gewährleistung eines umweltgerechten Umgangs mit Abfällen (insbesondere Einhaltung der Anforderungen an Abfallentsorgungsanlagen);
  - die praktische Umsetzung der Hierarchie der Abfallbewirtschaftung, die der Vermeidung der Abfallerzeugung und dem Recycling von Abfällen Vorrang vor Verbrennung und Entsorgung einräumt;
  - Vollständige Umsetzung des Verursacherprinzips;
  - schrittweises Erreichen der Ziele der getrennten Sammlung von Abfällen und der Verarbeitung der Abfallfraktionen, die am besten verarbeitet werden können; Zu den wichtigsten Zielen gehören 60 % – getrennte Sammlung und 50 % – Recycling der Gesamtmenge an Siedlungsabfällen;
  - 55 % Recyclingquote von Verpackungen und Verpackungsabfällen gemäß EU-Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle und 70 % Recyclingquote von Bauabfällen gemäß EU-Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle;

- ***Modernisierung der Ausrüstung mit Hilfe neuer Investitionen*** – dank Investitionsprojekten für den Erwerb neuer technologischer Ausrüstung und Anlagen, die zur Umsetzung bewährter EU-Praktiken im Bereich der Abfallwirtschaft beitragen werden. Ständige Suche und Gewinnung von Investoren, erfolgreiche Umsetzung von Projekten zur Schaffung eines positiven Rufs bei Investoren. Offene Diskussion und Genehmigung des Portfolios neuer Investitionsprojekte durch die lokale Selbstverwaltung;
- ***Verbesserung der Interaktion mit interessierten Parteien*** – Aufbau von Vertrauen, gegenseitigem Respekt, gegenseitigem Verständnis – immaterielle Vermögenswerte, deren Entwicklung und Wachstum von den gemeinsamen Anstrengungen sowohl der Mitarbeiter des Unternehmens als auch der Vertreter anderer interessierter Parteien während der Interaktion abhängt, Entwicklung eines Plans für die Interaktion mit interessierten Parteien;
- ***Zugang zu neuen Märkten*** – Bereitschaft zur Erbringung von Dienstleistungen in allen potenziell möglichen Modellen, Festlegung des optimalen Modells für das Unternehmen, das den Verbrauchern angeboten und zu dem sie ermutigt werden sollten.

Die oben beschriebenen Maßnahmen ermöglichen dem Unternehmen Folgendes:
- Gelder aus dem Stadthaushalt können gespart werden, da das Volumen des Abfalltransports auf Deponien reduziert und diese auf die Lösung strategisch wichtiger Probleme der Siedlung ausgerichtet werden können;
- Gewinne werden aus dem Verkauf von Kompost und der Bereitstellung von Dienstleistungen zur Verarbeitung von Bioabfällen erzielt;
- es besteht die Möglichkeit, den Betrieb der Kompostierstation zu verbessern und zu erweitern;
- es besteht die Möglichkeit, die Abfallsammeldienste zu verbessern und die Infrastruktur und Dienste bereitzustellen, die für die getrennte Sammlung von Wertstoffen und Bioabfällen erforderlich sind;
- finanzielle Motivation von Einzelpersonen und juristischen Personen, sich aktiv an der Sortierung von Bioabfällen zu beteiligen.

Marketingstrategie des Unternehmens bezüglich des Kompostverkaufs

Das Hauptziel des ökologischen Marketings besteht darin, Kompost sicher und ökologisch zu machen, wobei folgende Aufgaben zu lösen sind:
- Steigerung des Umweltbewusstseins der Verbraucher;
- Entwicklung und Förderung der Idee des ökologischen Komposts;
- Popularisierung von umweltfreundlichem Kompost auf dem Markt;
- Bildung von Umweltbedürfnissen auf dem Markt;
- Ökologisierung der Produktion und deren Demonstration.

Grundlage dieser ökologischen Marketingstrategie ist das Konzept „ökologischer Mangel“, „ökologisches Bedürfnis“, „ökologisches Produkt“, „ökologische Dienstleistung“. Der Unterschied zu diesem Konzept besteht darin, dass hier konkrete Güter (Kompost) und Dienstleistungen (ökologisch) vorkommen und das produzierende Unternehmen seine Produktions- und Vermarktungsaktivitäten von Anfang an auf deren Zufriedenheit ausrichten muss. Diese Art des Umweltmarketings sollte „umweltfreundlich“ sein, daher ist ein wichtiger Punkt der Strategie die erweiterte Vorstellung des menschlichen Bedürfnisses nach Umweltsicherheit. Es ist auch wichtig, die Mechanismen der Bildung ökologischer Bedürfnisse und ihre Abhängigkeit vom soziowirtschaftlichen Entwicklungsstand der Region (Schwerpunkt Tourismus) zu untersuchen.

Die Hauptrichtungen der Marketingstrategie für die Kompostierung sind wie folgt:
- **PR und Schaffung eines positiven Images eines Unternehmens, das Kompost verkauft** – Damit das Unternehmen gegenüber den Verbrauchern ökologisch verantwortungsvoll auftritt, ist es notwendig, durch Werbung und Kommunikation mit dem Publikum Offenheit und gesellschaftliche Bedeutung zu demonstrieren. Das Öko-Symbol des Unternehmens soll

bei Kindern beliebt sein, zum Beispiel die Katze „Chepuryk“ oder der Hund „Usch“. Die Hauptaktionen der Kommunikation mit dem Publikum sollten entsprechend über das Öko-Symbol des Unternehmens erfolgen;

- **Erhöhung der öffentlichen Loyalität** – Dafür entwickelt das Unternehmen verschiedene Lösungsansätze für Umweltprobleme, die potenzielle Verbraucher und die Öffentlichkeit für den Verzehr von Kompost begeistern und das Vertrauen in ihn stärken sollen;
- **Einbindung von Influencern und Bloggern** – Potenzielle Bürger vertrauen der Meinung einflussreicher Personen mehr als der Werbung. Daher trägt die Interaktion mit bekannten Sängern, Schauspielern, Bloggern und anderen Prominenten nicht nur dazu bei, die Nachfrage nach Öko-Produkten zu steigern, sondern auch dazu, eine Gemeinschaft umweltbewusster Verbraucher zu schaffen. Wir empfehlen außerdem, bei der Ansprache von Influencern und Bloggern das Umweltzeichen des Unternehmens zu verwenden;
- **Einführung „grüner“ oder sicherer Kompostproduktionsmethoden** – Bei diesem Ansatz geht es darum, den sicheren Betrieb des Unternehmens nachzuweisen. Das heißt, das Unternehmen muss die Bestimmungen der Normen ISO 9000 und ISO 14000 einhalten. Die Kommunikation mit Verbrauchern und der Öffentlichkeit muss über soziale Netzwerke, Websites oder mobile Anwendungen erfolgen. Das Unternehmen muss die Sicherheit der Produktion durch eine Erklärung zur Überwachung der Kompostqualität (Ergebnisse chemischer, bakteriologischer, sanitärer und hygienischer Analysen), Inspektionsergebnisse usw. nachweisen. Das Unternehmen muss seine gesellschaftliche Bedeutung durch Kommunikation zum Ausdruck bringen – Einführung ökologisch wichtiger Technologien, Fakten zur Sicherheit von Kompost, Beispiele für die sichere Verwendung von Kompost.

Zusätzlich zu den betrachteten Bereichen sollte das Unternehmen gemeinsam mit dem Öko-Symbol dynamisch Veranstaltungen organisieren, Werbeaktionen durchführen, Communities schaffen, Innovationen unterstützen und Lösungen für gesellschaftlich wichtige Probleme finanzieren.

SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN ZUM TEIL II

Nach den Ergebnissen von Stufe 2 der Studie „Bewertung der am besten geeigneten technischen Lösung für den Umgang mit organischen Abfällen, sortierten städtischen und gewerblichen Grünabfällen in der Stadt Uschhorod“, Teil II „Analyse des Marktes für Sekundärrohstoffe“ (insbesondere Kompost) wurde folgendes erhalten:

- der allgemeine Zustand des Abfallmanagementsystems und des Marktes für Sekundärrohstoffe in der Ukraine wurde charakterisiert. Die wichtigsten gesetzgeberischen Voraussetzungen auf diesem Gebiet und die Gesetzgebung der Ukraine im Bereich der Abfallwirtschaft sind ausreichend umfangreich und bestehen aus Gesetzen, einer Reihe untergeordneter Rechtsakte und grundlegenden Programmdokumenten. Das Rahmengesetz über Abfälle sieht eine Reform der Abfallwirtschaft vor, die zum Übergang der Ukraine zu Kreislaufwirtschaftsmodellen und zu ihrer nachhaltigen Entwicklung beitragen wird;
- nach den Grundprinzipien der Preisgestaltung wird festgestellt, dass der Preis zu den wichtigsten wirtschaftlichen Kategorien gehört. Es übt erheblichen Einfluss auf alle Aspekte der Wirtschaftstätigkeit jedes einzelnen Unternehmens und des gesamten Landes aus. Marktbedingungen für Unternehmen erfordern Regulierungs- und Preissysteme. Die vorherrschenden Modelle der Preisbildung in der Marktwirtschaft sind Kosten- und Wertpreisbildung, die parallel existieren und auf einer tiefen und vollständigen Kostenrechnung mit dem Ziel ihrer Reduzierung basieren. Die Anwendung von Pricing-Methoden ist ein sehr individueller Prozess, der von vielen Faktoren abhängt (Ziele des Unternehmens, Professionalität und Bewusstsein der Führungskräfte, Marktsituation usw.);
- die Effizienz der Sekundärverarbeitung hängt von der Qualität der Rohstoffe und damit von der Primärsortierung der Abfälle ab. Deshalb muss das Bioabfallmanagementsystem verbessert werden, um seine Wirtschaftlichkeit im Rahmen der Effizienzsteigerung des gesamten Abfallmanagementsystems zu steigern. Die Einführung neuer Abfallwirtschaftssysteme und die Schaffung eines Recyclingmarktes ist in der Regel ein komplexer Prozess, da sie die Einführung neuer Technologien sowie neue technische und administrative Fähigkeiten erfordert. Dies wiederum erfordert neue Ansätze bei Preisgestaltung, Finanzierung und Erstattung;
- der Marktwert, die Dosierungsgrenzen, die Anwendungshäufigkeit und die Anwendungsbereiche verschiedener Kompostgruppen werden in Abhängigkeit von der Qualitätsbewertung gemäß den Kriterien der SOU WGK 03.09-014 festgelegt. Expertenschätzungen zufolge wird der Marktwert von Kompost im Jahr 2023 auf 620 UAH/t geschätzt (nach Anwendungsbereichen – in der Landwirtschaft für Gruppe 1 und in der Forstwirtschaft, im grünen Bauwesen und bei der Landgewinnung für Gruppe A), für andere Gruppen auf ihn ist nicht bestimmt;
- um das Niveau der Verarbeitung recycelter Materialien zu vertiefen, das Volumen der Sekundärrohstoffgewinnung zu erhöhen und die Sekundärrohstoffindustrie in der Ukraine effektiv und für Investoren attraktiv zu machen, ist es notwendig, unter Berücksichtigung der Faktoren, die den Markt für recycelte Materialien (insbesondere Kompost) beeinflussen, mit der Verbesserung der einschlägigen Gesetzgebung, der Durchführung von Informationskampagnen, der schrittweisen Herangehensweise an die Festlegung von Preisen auf Marktebene, auch für die Beseitigung von Abfällen, zu beginnen und die Verantwortung des Herstellers zu erweitern;
- das Hauptproblem bei der Anwendung der Kompostierungstechnologie besteht neben der Möglichkeit der Verwendung begrenzter Abfallarten (nur Abfälle pflanzlichen Ursprungs (Bioabfall)) und der Notwendigkeit, ein separates Bioabfallmanagementsystem (getrennte Sammlung) zu schaffen, darin das Fehlen eines Marktes für den resultierenden Kompost oder das kompostähnliche Produkt. Dies führt zu entgangenen Gewinnen;
- die Nutzung sekundärer Ressourcen ist ein wichtiges ökologisches und wissenschaftlich-technisches Problem, das einer eigenen Entwicklung bedarf. Das kontinuierliche Wachstum

des Recyclings in der Ukraine ist insbesondere in den letzten 5 bis 6 Jahren zu beobachten und wird Prognosen zufolge unter Berücksichtigung der verfügbaren Ressourcenreserven des Recyclings auch in den folgenden Jahren erwartet. Gleichzeitig wurden in diesem Bereich nur 15-20 % des Umsatzes erwirtschaftet. Zum Vergleich: In europäischen Ländern ist der Prozess der Gewinnerzielung recht weit entwickelt, etwa 85 % des Abfalls werden ein zweites Mal recycelt;

- die vorrangige Aufgabe ist der Übergang zu den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft. Die Einführung dieser Idee in der Ukraine ist ein wichtiger Schritt bei der Aktivierung europäischer Integrationsprozesse. Die Idee einer Kreislaufwirtschaft ist für die Ukraine neu und liegt bei der Entwicklung dieser Richtung weit hinter den EU-Ländern zurück;
- basierend auf der Bewertung des bestehenden Marktes für Sekundärrohstoffe in der Ukraine (insbesondere Kompost) durch Analyse der Sammlung von Hausmüll und Sekundärrohstoffen wurden die Mengen des erzeugten und entsorgten Abfalls sowie die allgemeine Verwendung von Sekundärrohstoffen ermittelt. Im Jahr 2023 ist eine Krisensituation im Bereich der Hausmüllentsorgung zu beobachten. Im Jahr 2022 wurden etwa 9,9 % des Hausmülls verarbeitet und entsorgt, davon wurden 1,66 % verbrannt und 8,24 % gingen an Recyclingstellen und Abfallverarbeitungslinien. Die Kosten für Versorgungsleistungen decken die Ausgaben in diesem Bereich nicht. Dadurch ist der Versorgungssektor nicht in der Lage, der Bevölkerung qualitativ hochwertige Dienstleistungen für die Hausmüllentsorgung anzubieten. Die Indikatoren für die getrennte Sammlung und Sortierung von Haushaltsabfällen sind nach wie vor gering. Die getrennte Sammlung erfolgt fragmentiert und unsystematisch und umfasst die zentralen Siedlungsteile, in denen sich Einkaufszentren und Annahmestellen für Sekundärrohstoffe konzentrieren;
- Bioabfälle erfordern bei der Einführung eines getrennten Sammelsystems eine gründlichere Trennung vom Hauptabfallvolumen. Dies ist grundsätzlich wichtig, basierend auf dem Folgenden. Erstens sollten sie nicht als Sekundärrohstoffe in das Recyclingsystem anderer Abfallarten gelangen (um die Qualität ihrer weiteren Sortierung deutlich zu erhöhen). Zweitens verfügen diese Abfälle über ein erhebliches Ressourcenpotenzial und dienen durch entsprechende Verarbeitung als gute Quelle für die Gewinnung von Produkten – Kompost. Daraus ergibt sich die Dringlichkeit, Wege zu ihrer Verarbeitung zu finden;
- in der Ukraine hat sich ein bestimmtes System von Beschaffungs- und Verarbeitungsunternehmen entwickelt und entwickelt sich weiter. Sie beschäftigen sich mit der Verarbeitung von ressourcenschonenden Abfällen. Der Sektor des Sekundärrohstoffmarktes besteht aus Unternehmen unterschiedlicher Eigentumsformen. Sie werden nach Tätigkeitsprofil, Spezialisierungsmerkmalen in Bezug auf Sekundärrohstoffe und territorialen Merkmalen (Gebietsabdeckung) klassifiziert. (sind Betreiber des Marktes für Sekundärrohstoffe und Verarbeiter von Sekundärrohstoffen in der Ukraine);
- der Markt für Kompost aus einem Teil des kommunalen Hausmülls entsteht immer noch, da Siedlungen und Gemeinden häufiger kleine Kompostierstandorte als zentralisierte große Bioabfallverarbeitungsanlagen wählen, um die Logistikkosten zu senken und das Problem der Nähe zu privaten Gebäuden zu lösen. Anschließend verwenden sie den Kompost bei der Landschaftsgestaltung ausschließlich auf dem eigenen Grundstück, ohne ihn zu verkaufen. Die meisten Unternehmen im Bereich der Abfallwirtschaft beginnen gerade damit, die Methode der Kompostierung gesammelter Bioabfälle mit der Möglichkeit, Einnahmen zu erzielen, einzusetzen;
- derzeit steht der Aufbau eines Sammelsystems und nicht die Verarbeitung im Vordergrund, da für jede Abfallart (außer Altpapier) aufgrund fehlender Wertstoffe nicht ausgelastete Kapazitäten vorhanden sind. Gleichzeitig stellt sich im Vergleich zu den voraussichtlichen Ressourcenmengen zwangsläufig die Frage nach einer Erhöhung der Verarbeitungskapazitäten – sowohl bei bestehenden Unternehmen als auch bei neuen Verarbeitungsanlagen. Aussichtsreich für die Gründung neuer Verarbeitungsbetriebe sind

die Regionen, in denen die Voraussetzungen für eine stabile Rohstoffversorgung der Betriebe geschaffen wurden, also ein System zur Sammlung recycelter Materialien eingerichtet wurde. Die Wahl des Standortes erfordert eine genauere Betrachtung der Problematik unter Berücksichtigung der prognostizierten Mengen der Wertstoffsammlung und der logistischen Komponente;

- heutzutage ist es wichtig, Marketinginstrumente bei der Aufklärung der Bevölkerung über Institutionen zu nutzen, die zusätzliche Sortierung, Verkauf oder Verarbeitung von Abfällen organisieren, also Sammelstellen und Recycling-(Verarbeitungs-)Unternehmen. Gleichzeitig besteht die Notwendigkeit, einen solchen Verwaltungsmechanismus für das Abfallwirtschaftsprogramm zu schaffen, der Marktmuster und den regulatorischen Einfluss der staatlichen Verwaltung vereint. Dieser Mechanismus soll eine flexible und wirksame Regulierung der Prozesse zur Verwendung begrenzter finanzieller Ressourcen gewährleisten und zur Lösung eines Komplexes äußerst dringender Aufgaben zur Erhaltung und Entwicklung des wirtschaftlichen und intellektuellen Potenzials der Stadt, Region und des Landes beitragen;
- das System der Bioabfallwirtschaft muss die Umsetzung der Maßnahmen des Nationalen Abfallwirtschaftsplans und der Vorgaben der Nationalen Abfallwirtschaftsstrategie unter Berücksichtigung der Besonderheiten der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung der Gemeinden auf der Grundlage europäischer Standards sicherstellen. Daher betrifft die Frage der Verarbeitung von Bioabfällen und des Verbrauchs der Produkte ihrer Verarbeitung wichtige soziale, wirtschaftliche und ökologische Beziehungen, die einer umfassenden Regulierung bedürfen. In allen Phasen der Umsetzung des Bioabfallmanagementsystems sollten lokale Selbstverwaltungsorgane die Bewohner dazu anregen und ermutigen, Bioabfälle getrennt zu sammeln und zu kompostieren. Gleichzeitig sollte eine intensive Informationsarbeit mit der Bevölkerung durchgeführt werden;
- obwohl Kompost aus Bioabfällen derzeit auf dem ukrainischen Markt nicht weit verbreitet ist, stellen Experten fest, dass es sich heute um einen vollständig ausgewogenen Dünger mit den notwendigen Indikatoren für Nährstoffe und biologisch aktive Substanzen handelt, die Pflanzen und Böden benötigen. Das Konzept der Kompostverbraucher sollte auf dem Bewusstsein für die Bedeutung eines ökologischen Umgangs mit Abfällen und dem Wunsch nach nachhaltigem Konsum basieren. Kompostverbraucher sollten Wert auf eine effiziente Bewirtschaftung von Abfällen und natürlichen Ressourcen legen. Das Konzept des Kompostkonsumenten ist nicht nur durch den Akt der Kompostierung selbst geprägt, sondern auch durch ein allgemeines Bewusstsein und Engagement für eine ökologisch angemessene Lebensweise;
- Das Hauptziel des Umweltmarketings besteht darin, Kompost sicher und umweltfreundlich zu machen. Daher müssen die folgenden Aufgaben gelöst werden – Steigerung des Umweltbewusstseins der Verbraucher; Entwicklung und Förderung der Idee des ökologischen Komposts; Popularisierung von umweltfreundlichem Kompost auf dem Markt; Bildung von Umweltbedürfnissen auf dem Markt; Ökologisierung der Produktion und deren Demonstration; das Unternehmen in der Kompost-Umsetzungsstrategie sollte gemeinsam mit dem Öko-Symbol dynamisch Veranstaltungen organisieren, Werbeaktionen durchführen, Communities gründen, Innovationen unterstützen und die Lösung gesellschaftlich wichtiger Probleme finanzieren.

Die Entwicklung des Recyclingmarktes in der Ukraine wird durch zahlreiche Faktoren behindert:

- *normative und rechtliche Faktoren,* die durch die Unvollständigkeit des Bildungsprozesses und die Unvollkommenheit der normativen und rechtlichen Unterstützung im Bereich der Abfallwirtschaft verursacht werden;

- *finanzielle und wirtschaftliche Faktoren,* die durch ein unvollkommenes System der Tarifregulierung im Bereich der Abfallwirtschaft verursacht werden, sowie das Fehlen wirtschaftlicher Anreize für die Entwicklung des Bereichs der Abfallverarbeitung;

- *Verwaltungsfaktoren,* die sich negativ auf die Transparenz der Funktionsweise des Bereichs Abfallwirtschaft auswirken, insbesondere aufgrund der mangelnden Transparenz öffentlich-privater Partnerschaftsmechanismen, des Fehlens einer klaren Zuständigkeitsverteilung zwischen den Marktteilnehmern und der Probleme der Umweltüberwachung und technische Regulierung dieses Bereichs sowie des Fehlens verlässlicher Daten über die Besonderheiten des erzeugten Abfalls;

- *soziokulturelle Faktoren,* die sich in einem unzureichenden öffentlichen Bewusstsein für das Problem einer ordnungsgemäßen Abfallbewirtschaftung und die Bedeutung einer wirksamen Abfallbewirtschaftung äußern.

Die Hauptaufgaben zur Überwindung der vier Haupthindernisse für die Entwicklung des Recyclingmarktes in der Ukraine sind:

1) Abschluss des Prozesses der Gestaltung der regulatorischen und rechtlichen Unterstützung im Bereich der Abfallwirtschaft durch Ergänzung des Rahmengesetzes durch sektorale Verordnungen. Sie ermöglichen eine wirksame Regelung des Abfallwirtschaftsprozesses;

2) Einführung einer obligatorischen getrennten Sammlung von Abfällen;

3) Umsetzung der erweiterten Herstellerverantwortung in enger Zusammenarbeit mit den lokalen Selbstverwaltungsorganen;

4) Erhöhung der Kontrolle und Verantwortung im Bereich der Abfallwirtschaft durch deutliche Erhöhung der Bußgelder und Nulltoleranz gegenüber Verstößen;

5) Sensibilisierung der Bevölkerung für die Abfallwirtschaftskultur auf Haushaltsebene und Bildungsaktivitäten;

6) Entwicklung und Umsetzung regionaler und lokaler Abfallbewirtschaftungspläne, die zu praktischen Roadmaps zur Förderung der Entwicklung des Bereichs Abfallbewirtschaftung werden sollen;

7) praktische Umsetzung und Anwendung der Abfallmanagementhierarchie;

8) Erneuerung und Ausbau von Infrastruktureinrichtungen im Bereich der Abfallwirtschaft;

9) Gewährleistung der Datentransparenz im Bereich der Abfallwirtschaft.

Um in der Ukraine einen effektiv funktionierenden Recyclingmarkt nach den Regeln der Marktwirtschaft zu schaffen, der seine inhärenten Funktionen erfüllen würde, müssen die in der Weltpraxis erprobten Voraussetzungen wiederhergestellt werden, zu denen die folgenden gehören:

- *das Vorhandensein von Subjekten der Marktbeziehungen,* die aufgrund ihrer wirtschaftlichen und rechtlichen Unabhängigkeit gleichberechtigte Partnerschaftsbeziehungen hinsichtlich des Kaufs und Verkaufs eingehen können. Dies kann durch die Umwandlung bestehender Eigentumsverhältnisse in verschiedene Formen erreicht werden – individuell, privat, Aktiengesellschaft, staatlich, genossenschaftlich, gemischt;

- *gleichwertiger Warenaustausch,* da es auf dem Markt keine Wirtschaftshilfen, Vorteile usw. geben sollte;

- *Wettbewerb,* der allen Wirtschaftssubjekten die Möglichkeit zu freier unternehmerischer Tätigkeit bietet: Wahlfreiheit von Käufern, Lieferanten und Gegenparteien. Der Wettbewerb zwingt Unternehmer dazu, die fortschrittlichste Ausrüstung und Technologie einzusetzen. Dies trägt dazu bei, die Produktionskosten zu senken und die Effizienz der Wirtschaft zu steigern;

- *freie Preisgestaltung,* die als Element des Wettbewerbs und Hauptmechanismus der Kontroll- und Regulierungsfunktion des Marktes zur Interessenbündelung der Subjekte des Wirtschaftslebens beiträgt. Es regt Unternehmen dazu an, Produktionselemente rational zu nutzen;

- *echte Informationen über den Markt, die seinen Subjekten zur Verfügung stehen,* insbesondere objektive Informationen über die gesellschaftlich notwendige Menge, das Sortiment und die Qualität der auf den Markt gebrachten Waren und Dienstleistungen.

LISTE DER QUELLEN

1. Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008.
2. Richtlinie 86/278/EWG des Rates vom 12. Juni 1986 über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft.
3. Richtlinie 91/689/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 über gefährliche Abfälle / Richtlinie 94/31/EG des Rates vom 27. Juni 1994 zur Änderung der Richtlinie 91/689/EWG über gefährliche Abfälle.
4. Richtlinie 91/157/EWG des Rates vom 18. März 1991 über gefährliche Stoffe enthaltende Batterien und Akkumulatoren.
5. Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. September 2006 über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altakkumulatoren.
6. Richtlinie 75/439/EWG des Rates vom 16. Juni 1975 über die Altölbeseitigung.
7. Verordnung (EWG) Nr. 259/93 des Rates vom 1. Februar 1993 zur Überwachung und Kontrolle der Verbringung von Abfällen in der, in die und aus der Europäischen Gemeinschaft.
8. Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 1994 über Verpackungen und Verpackungsabfälle / Richtlinie 2004/12/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004 zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle.
9. Richtlinie 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte.
10. Richtlinie 1999/31/EG des Rates vom 26. April 1999 über Abfalldeponien.
11. Richtlinie 2000/76/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Dezember 2000 über die Verbrennung von Abfällen.
12. Richtlinie 94/67/EG des Rates vom 16. Dezember 1994 über die Verbrennung gefährlicher Abfälle.
13. Verordnung (EG) Nr. 2150/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2002.
14. Richtlinie 75/439/EWG des Rates vom 16. Juni 1975 über die Altölbeseitigung.
15. Richtlinie 2001/80/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 zur Begrenzung von Schadstoffemissionen von Großfeuerungsanlagen in die Luft.
16. Richtlinie 91/692/EWG des Rates vom 23. Dezember 1991 zur Vereinheitlichung und zweckmäßigen Gestaltung der Berichte über die Durchführung bestimmter Umweltschutzrichtlinien.
17. Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung. vom 13. November 1979.
18. Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen.
19. Das Übereinkommen über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen vom 26. Februar 1991.
20. Das Basler Übereinkommen über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung.
21. Übereinkommens über den Zugang zu Informationen, die Öffentlichkeitsbeteiligung an Entscheidungsverfahren und den Zugang zu Gerichten in Umweltangelegenheiten auf Organe und Einrichtungen der Gemeinschaft (Aarhus-Konvention) vom 25. Juni 1998.
22. "Über den Umweltschutz". Gesetz der Ukrainischen SSR vom 25. Juni 1991. № 1264-XII.
23. "Über die Gewährleistung des sanitären und epidemischen Wohlergehens der Bevölkerung". Gesetz der Ukraine vom 06. September 2022 Nr 2573-IX.
24. "Über atmosphärischen Luftschutz". Gesetz der Ukraine vom 16. Oktober 1992 №2707-XII.
25. „Über die Abfallwirtschaft", Gesetz der Ukraine vom 20. Juni 2022 № 2320-IX (Inkrafttreten erfolgt am 6. Juli 2023).
26. "Auf dem nationalen Programm für die Bewirtschaftung von Giftmüll." Gesetz der Ukraine vom 14. September 2000. № 1947-14.

27. "Über die Verbesserung der Siedlungen". Gesetz der Ukraine vom 6. September 2005. № 2807-IV.
28. DK-005-96 Staatlicher Abfallklassifizierer. Staatlicher Standard der Ukraine. – K.: 1996.
29. "Über die Genehmigung des Abfallklassifizierungsverfahrens und des nationalen Abfallverzeichnisses". Beschluss des Ministerkabinetts der Ukraine vom 20. October 2023 Nr 1102.
30. "Regeln für die Erbringung von Hausmüllentsorgungsdiensten und Standardverträge für die Erbringung von Hausmüllentsorgungsdiensten". Beschluss des Ministerkabinetts der Ukraine vom 08.08.2023 Nr 835.
31. Über Maßnahmen zur Sammlung, Aufbereitung und Entsorgung gebrauchter Behälter und Verpackungen. Beschluss des Ministerkabinetts der Ukraine vom 2. März 1998 № 261.
32. Über die Hauptrichtungen der staatlichen Politik der Ukraine auf dem Gebiet des Umweltschutzes, der Nutzung natürlicher Ressourcen und der Gewährleistung der Umweltsicherheit. Beschluss der Werchowna Rada der Ukraine vom 5. März 1998 № 188/98.
33. Zur Genehmigung der Bestimmung über das staatliche Umweltüberwachungssystem. Beschluss des Ministerkabinetts der Ukraine vom 30. März 1998 № 391.
34. Über die Genehmigung des Verfahrens zur Führung eines Deponiekatasters. Beschluss des Ministerkabinetts der Ukraine vom 3. August 1998 № 1216.
35. Zur Genehmigung des Verfahrens zur Identifizierung und Bilanzierung von Streuabfall. Beschluss des Ministerkabinetts der Ukraine Nr. 1217 vom 3. August 1998.
36. „Einige Probleme bei der Abgabe einer Abfalldeklaration“. Beschluss des Ministerkabinetts der Ukraine № 556 vom 7. Mai 2022.
37. Über die Genehmigung des Verfahrens zur Führung des Verzeichnisses der Objekte der Abfallerzeugung, -behandlung und -beseitigung. Beschluss des Ministerkabinetts der Ukraine vom 31. August 1998. №1360.
38. Zur Genehmigung der Verordnung über die Kontrolle des grenzüberschreitenden Transports gefährlicher Abfälle und ihrer Verwertung/Beseitigung und der Gelben und Grünen Abfallliste. Beschluss des Ministerkabinetts der Ukraine vom 13. Juli 2000. № 1120.
39. Über die Genehmigung des Verfahrens zur Führung staatlicher Aufzeichnungen und Zertifizierung von Abfällen. Beschluss des Ministerkabinetts der Ukraine vom 1. November 1999. № 2034.
40. Über die Genehmigung des Programs der Entsorgung von festen Haushaltsabfällen. Beschluss des Ministerkabinetts vom 4. März 2004№ 265.
41. Über das Konzept der nachhaltigen Siedlungsentwicklung. Beschluss der Werchowna Rada der Ukraine vom 24. Dezember 1999. №1359-XIV.
42. „Zur Genehmigung des Verfahrens zur Bildung eines gewichteten Durchschnittstarifs für die Dienstleistung der Hausmüllentsorgung sowie der Tarife für die Sammlung, Beförderung, Verwertung und Entsorgung von Hausmüll“. Beschluss des Ministerkabinetts der Ukraine vom 26. September 2023 Nr 1031.
43. Beschluss des Ministerkabinetts der Ukraine vom 7. Oktober 2009 N 1048 über die Genehmigung der Kriterien, nach denen der Grad des Risikos bei der Durchführung wirtschaftlicher Aktivitäten im Bereich der Verbesserung von Siedlungen, im Bereich der Bestattung und im Bereich des Hausmüllentfernung und die Häufigkeit der Umsetzung geplanter Maßnahmen der staatlichen Überwachung (Kontrolle) festgelegt wird.
44. „Meldeformular 1-TPV „Bericht über die Bewirtschaftung fester Haushaltsabfälle“, genehmigt durch Erlass des Ministeriums für Bauwesen, Architektur und Wohnungsbau und kommunale Angelegenheiten der Ukraine vom 19.09.06 №308.
45. "Über die Genehmigung der Liste gefährlicher Eigenschaften und Anweisungen zur Kontrolle der grenzüberschreitenden Beförderung gefährlicher Abfälle und ihrer Verwertung/Beseitigung". Erlass des Ministeriums für natürliche Ressourcen der Ukraine vom 16. Oktober 2000. № 165.
46. Dekret des Ministerkabinetts vom 8. November 2017 Nr. 820-r „Über die nationale Strategie für die Bewirtschaftung fester Haushaltsabfälle in der Ukraine“.

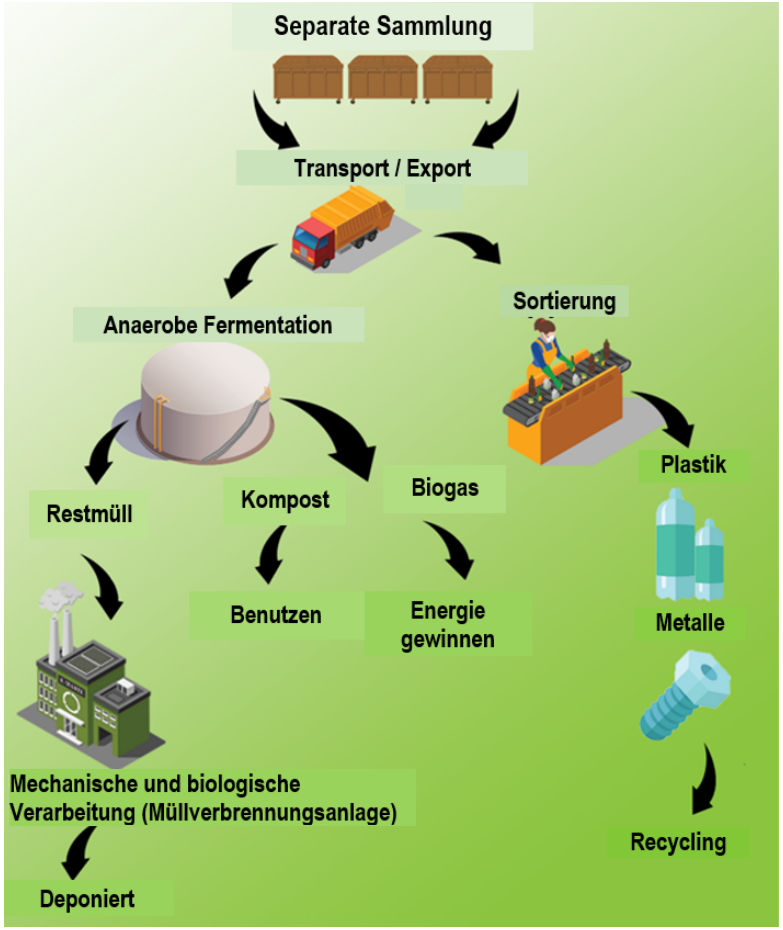
47. "Methodische Empfehlungen zur Bestimmung der morphologischen Zusammensetzung von festen Haushaltsabfällen", genehmigt durch Erlass des Ministeriums für Wohnungsbau und Landwirtschaft der Ukraine vom 16.02.10 №39.
48. SOU WKW „Technologie zur Verarbeitung organischer Stoffe aus Haushaltsabfällen“, genehmigt durch Erlass des Ministeriums für Wohnungsbau und Landwirtschaft der Ukraine vom 30.03.10 №78.
49. "Methodische Empfehlungen zur Organisation der Sammlung, des Transports, der Verarbeitung und der Entsorgung von Haushaltsabfällen", genehmigt durch die Erlass des Ministeriums für Wohnungsbau und Landwirtschaft der Ukraine vom 06.07.10 № 176.
50. "Regeln zur Festlegung von Normen für die Erbringung von Dienstleistungen für die Beseitigung von Haushaltsabfällen", genehmigt durch Erlass des Ministeriums für Wohnungsbau und Landwirtschaft der Ukraine vom 30.07.10 №259.
51. „Regeln für den Betrieb von Hausmülldeponien“, genehmigt durch die Erlass des Bauministeriums der Ukraine vom 01.12.2010 №435.
52. SOU KWK "Haushaltsabfall" Biogas aus Hausmülldeponien, verwendet in KWK-Anlagen“, genehmigt durch Erlass des Ministeriums für Wohnungsbau und Landwirtschaft der Ukraine vom 31.12.10 №484.
53. SOU KWK "Haushaltsabfall" Die Technologie zur Verarbeitung von Kunststoff-, Papier- und Pappeabfällen, die Teil des festen Hausmülls sind, genehmigt durch Erlass des Ministeriums für Wohnungsbau und Landwirtschaft der Ukraine vom 31.12.10 №485.
54. SOU KWK "Haushaltsabfall" Die Technologie der Verarbeitung von Glasabfällen, die Teil des festen Haushaltsabfälle sind“, genehmigt durch die Erlass des Ministeriums für Wohnungswesen und Landwirtschaft der Ukraine vom 31.12.10 Nr. 486.
55. "Empfehlungen für die Entwicklung von technologischen Karten für die Pflege von Grünflächen", genehmigt durch die Erlass des Ministeriums für Wohnungswesen und Landwirtschaft der Ukraine vom 24. November 2008 № 364.
56. "Methodische Empfehlungen für die Bilanzierung von Grünflächen in besiedelten Gebieten der Ukraine", genehmigt durch die Erlass des Bauministeriums der Ukraine vom 22. November 2006 № 386.
57. „Methode zur Bestimmung der Höhe der Finanzierung für die Erhaltung von 1 Hektar Grünflächen“, genehmigt durch die Erlass des Ministeriums für Bauwesen der Ukraine vom 09.01.07 №2.
58. "Vorschriften über das Überwachungssystem von Grünflächen in Städten und Dörfern städtischen Typs der Ukraine, genehmigt durch Anordnung des Ministeriums für Wohnungsbau und ländliche Angelegenheiten der Ukraine vom 04.08.08 №240.
59. "Berichtsformular Nr. 1 (jährlich) "Bericht über grüne Wirtschaft" und Anleitung zum Ausfüllen des Berichtsformulars Nr. 1 (jährlich) "Bericht über grüne Wirtschaft", genehmigt durch Erlass des Ministeriums für Wohnungswesen, Gemeinde und Landwirtschaft der Ukraine vom 24.12.08 №401.
60. „Methodik zur Bestimmung des Wiederbeschaffungswerts von Grünflächen“, genehmigt durch Anordnung des Ministeriums für Wohnungswesen und Landwirtschaft der Ukraine vom 05.12.09 № 127.
61. Staatsbauordnung V.2.2-12:2019 Planung und Entwicklung von Territorien.
62. Staatsbauordnung V.2.4-2-2005 Deponien für festen Haushaltsabfälle. Grundlegende Konstruktionsbestimmungen (Änderung Nr.1, Änderung Nr.2).
63. Staatsbauordnung B.2.2-5:2011 Verbesserung der Gebiete (Änderung Nr.1, Nr.2, Nr.3).
64. SSTB-N B B.2.2-7:2013 Richtlinien für die Anordnung von Containerstandorten.
65. SSTB EN 1501-1:2019 Müllwagen und ihre Hebevorrichtungen. Allgemeine technische und sicherheitstechnische Anforderungen. Teil 1. Müllwagen mit Heckbeladung (EN 1501-1:2011 + A1:2015, IDT).
66. SSTB -N B V.1.1-27:2010 Gebäudeklimatologie.

67. SSTB 8727:2017 Klärschlamm. Herstellung eines organisch-mineralischen Gemisches aus Klärschlamm.
68. SSTB 8476:2015 Behälter für Haushaltsabfälle. Allgemeine technische Anforderungen.
69. SSTB EN 15359:2018 Fester erneuerbarer Brennstoff (SRF). Technische Merkmale und Klassen (EN 15359:2011, IDT).
70. Staatliche Hygienenormen und -regeln für die Aufrechterhaltung der besiedelten Gebiete. Genehmigt durch Erlass des Gesundheitsministeriums der Ukraine vom 17. März 2011 № 145.
71. Staatliche Hygienevorschriften für die Planung und Entwicklung von Siedlungen. Genehmigt durch Erlass des Gesundheitsministeriums der Ukraine vom 19.06.96 № 173.
72. Baunormen der Industrie V.2.2-35077234-001:2011 Gebäude und Bauwerke. Unternehmen zur Sortierung und Verarbeitung von Haushaltsabfällen. Anforderungen an die technologische Gestaltung.
73. Über die Genehmigung der Methodischen Empfehlungen für die Bildung der öffentlichen Meinung über die umweltgerechte Behandlung von Haushaltsabfällen, genehmigt durch die Erlass des Ministeriums für Wohnungsbau und kommunale Angelegenheiten der Ukraine vom 16. Februar 2010 № 38.
74. Über die Genehmigung der Regeln für die Instandhaltung von Wohngebäuden und angrenzenden Gebieten, genehmigt vom Staatlichen Komitee der Ukraine für Wohnungswesen und kommunale Angelegenheiten vom 17.05.2005 № 76.
75. Regeln für die Pflege von Grünflächen in besiedelten Gebieten der Ukraine. Genehmigt durch Erlass des Ministeriums für Bauwesen, Architektur und Wohnungsbau sowie kommunale Dienste der Ukraine vom 10. April 2006 № 105.

ANHÄNGE

ANHANG A. OPTIONEN DER BIOABFALLVERWALTUNG IN USCHHOROD

Option „Anaerobe Behandlung getrennt gesammelter Bioabfälle“	
Technologisches Schema	**Beschreibung**



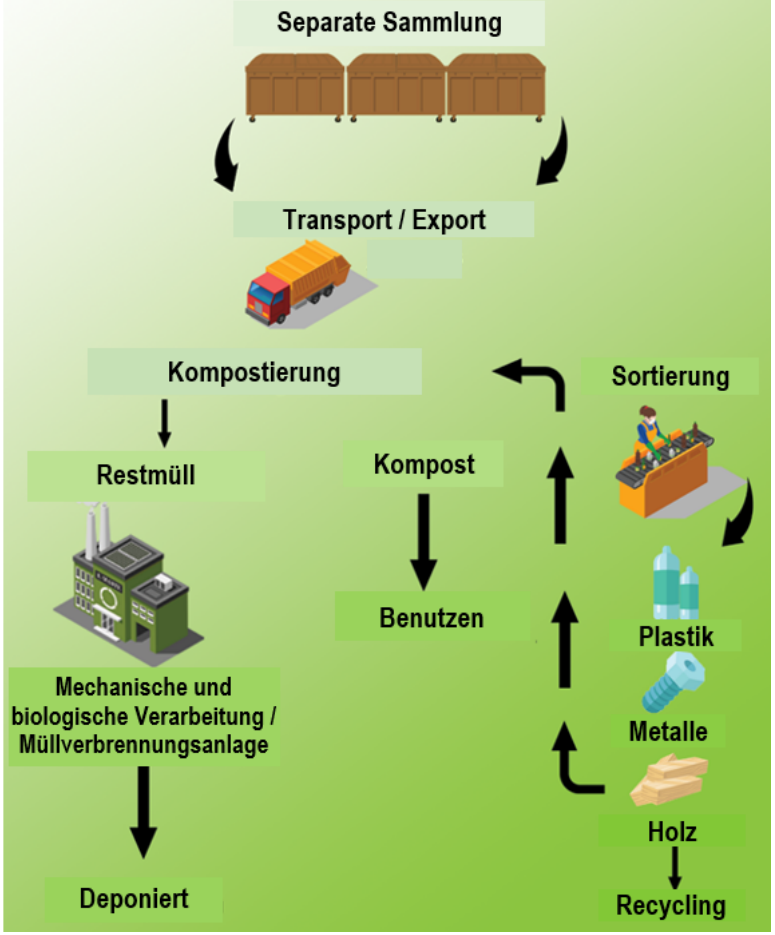
Sammlung: Zum Sammeln von Bioabfällen eignen sich mobile Container nach SSTB 8476:2015 und – insbesondere bei kleinen Volumina – Säcke.

Transport: Der Abtransport der gesammelten Bioabfälle erfolgt in der Regel durch Müllfahrzeuge mit Heck- oder Seitenbeladung. Das Modell des Müllwagens wird unter Berücksichtigung der tatsächlichen örtlichen Gegebenheiten ausgewählt. Der Abtransport von Bioabfällen zu anaeroben Behandlungsanlagen erfolgt mit denselben Fahrzeugen. Je kürzer die Transportstrecke des Abfalls ist, desto höher ist die Effizienz des Gesamtsystems.

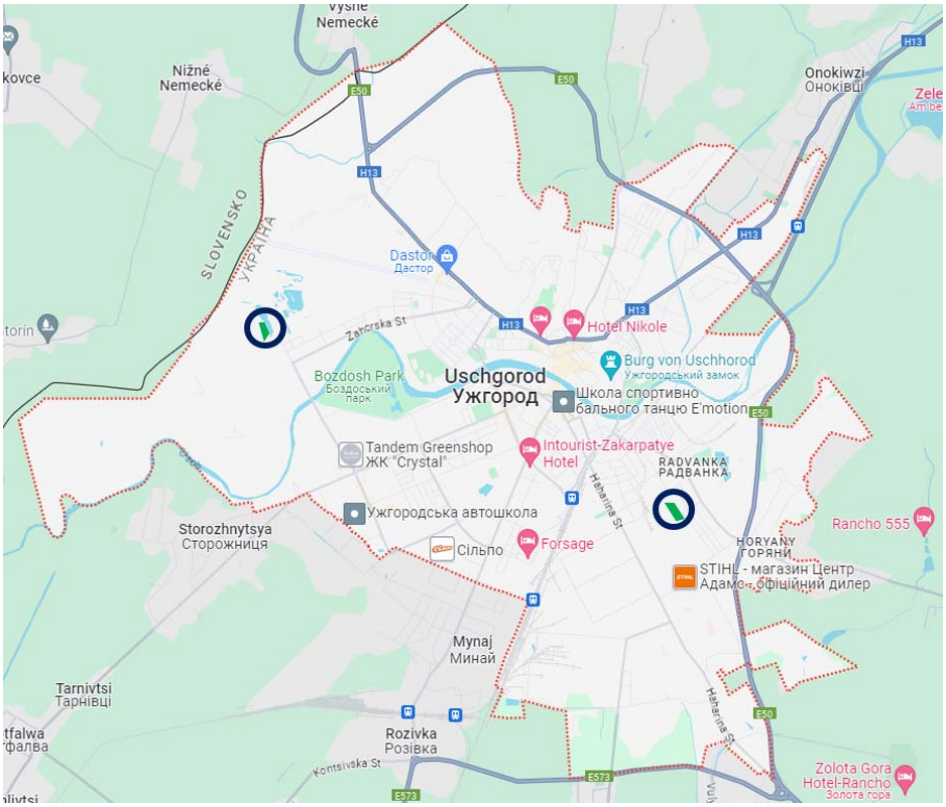
Für die Sammlung und den Transport großer Mengen an Bioabfällen (Baum- und Strauchschnitt, Garten- und Lebensmittelabfälle) können auch Rollcontainer sowie Anhänger mit beweglichem Boden eingesetzt werden.

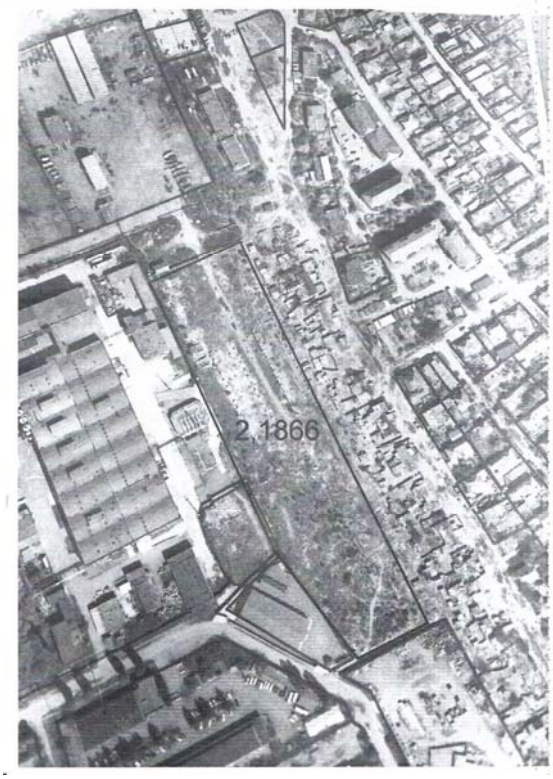
Verarbeitung: Bioabfälle werden an anaerobe Behandlungsanlagen geliefert, wo sie einer Trocken- oder Nassvergärung unterzogen werden. Beim anaeroben Prozess zersetzt sich organisches Material ohne Zugang zu Sauerstoff und es entsteht Biogas, das zur Energieerzeugung genutzt werden kann. Vor der anaeroben Behandlung werden inerte und andere nicht biologisch abbaubare Fraktionen sowie Sekundärrohstoffe mechanisch von der Abfallmasse getrennt. Zusätzlich zur Biogaserzeugungsanlage sollte am Ausgang des Prozesses eine Kompostierungsanlage oder eine zusätzliche biologische Abfallbehandlungsanlage vorhanden sein (nur die biologische Stufe aus der mechanisch-biologischen Behandlung). Es besteht Bedarf an der Verarbeitung halbfester Abfälle, die nur zur Deponierung geeignet sind.

Zur Beseitigung und/oder Verwertung von Restmüll werden zusätzliche Technologien eingesetzt. So können beispielsweise Restabfälle aus der Kompostierung für den Bau einer hochwertigen Abdeckung auf Deponien genutzt werden

Option „Kompostierung getrennt gesammelter Bioabfälle“.	
Technologisches Schema	**Beschreibung**
	**Sammlung**: Zum Sammeln von Bioabfällen eignen sich mobile Container nach SSTB 8476:2015 und – insbesondere bei kleinen Volumina – Säcke. **Transport:** Die Sammlung von Bioabfällen erfolgt in der Regel durch Müllfahrzeuge mit Heck- oder Seitenbeladung. Das Modell des Müllwagens wird unter Berücksichtigung der tatsächlichen örtlichen Gegebenheiten ausgewählt. Der Abtransport des Bioabfalls zur Kompostierstelle erfolgt mit denselben Fahrzeugen. Je kürzer die Transportstrecke des Abfalls ist, desto höher ist die Effizienz des Gesamtsystems. Für die Sammlung und den Transport großer Mengen an Bioabfällen (Baum- und Strauchschnitt, Garten- und Lebensmittelabfälle) können auch Rollcontainer sowie Anhänger mit beweglichem Boden eingesetzt werden. **Verarbeitung:** Bioabfälle werden zur Kompostierstelle gebracht. Daraus wird kommerzieller Kompost hergestellt, der zur Bodenverbesserung in der Landwirtschaft oder anderen Bereichen eingesetzt werden kann. Bei der Sortierung des Materials vor und nach der Kompostierung werden Inertanteile und restliche Sekundärrohstoffe aus dem Abfall entfernt. Abhängig von der Größe der Kompostierstelle und anderen örtlichen Gegebenheiten können offene oder geschlossene Kompostierungstechnologien eingesetzt werden. Neben Kompost als wichtigstem Handelsprodukt entsteht bei diesem Verfahren Restmüll, der mechanisch-biologisch oder thermisch (alternativ) behandelt wird. Restabfälle aus der Kompostierung können für den Bau einer hochwertigen Abdeckung auf Deponien genutzt werden

ANHANG B. EMPFOHLENE STANDORTE DER GEPLANTEN BIOABFALL-BEHANDLUNGSANLAGE (KOMPOSTIERUNGSSTATION) IN DER STADT USCHHOROD





Alternative Nr. 1

Alternative Nr. 2

Abbildung B.1 – Empfohlene Standorte der geplanten Bioabfallverarbeitungsanlage (Kompostierungsstation) auf dem Gebiet der Stadt Uschhorod