



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

**«Bewertung der technischen Fähigkeiten, Finanzanalyse und
Machbarkeitsstudie des Systems zur getrennten Sammlung von
Sekundärrohstoffen»**

**im Rahmen der Projektumsetzung
«Beitrag zur ständigen Siedlungsabfallwirtschaft in der Stadt Ushhorod»
(Finanzhilfvereinbarung NAKOPA – E-UKR.1-20 vom 14.11.2020)
(ZK 021:2015 «ZK 021:2015:90710000-7 Umweltmanagement»)**

UDK 628.4
RK 0123U103316



**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 technischen Fähigkeiten, Finanzanalyse und
Machbarkeitsstudie des Systems zur getrennten Sammlung von
Sekundärrohstoffen“**

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

(Vertrag Nr. 10 vom 31.05.2023)

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

I. V. Satin

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



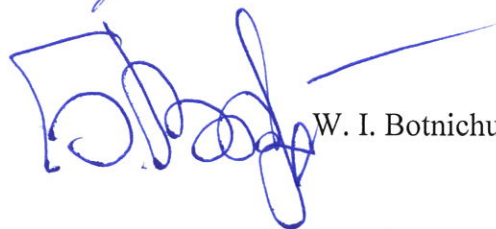
O. S. Pantschenko

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	8
EINLEITUNG.....	9
GLOSSAR	12
TEIL I. ENTWICKLUNG EINER MACHBARKEITSSTUDIE FÜR DIE GETRENNTE SAMMLUNG VON SEKUNDÄRROHSTOFFEN IN DER STADT USCHHOROD	15
ABSCHNITT I. ANALYSE DER ERFAHRUNGEN IN DER HAUSHALTSABFALLBEHANDLUNG IN DER WELT UND IN DER UKRAINE	16
1.1 Analyse internationaler Erfahrungen in der Haushaltsabfallentsorgung	16
1.2 Analyse der Erfahrungen in der Haushaltsabfallentsorgung in der Ukraine	20
1.2.1 Stand der Haushaltsabfallentsorgung in der Ukraine	20
1.2.2 Implementierung moderner Methoden und Technologien im Bereich der Haushaltsabfallentsorgung in der Ukraine.....	21
1.3 Der allgemeine Stand der Abfallwirtschaft im Ausland und in der Ukraine.....	22
ABSCHNITT II. ANALYSE DER AKTUELLEN PRAXIS DER GETRENNTEN ABFALLSAMMLUNG UND METHODEN ZUM RECYCLING (VERARBEITUNG) VON HAUSMÜLL IN DER UKRAINE.....	25
2.1 Getrennte Abfallsammlung	25
2.2 Methoden der Abfallbehandlung	26
2.2.1 Bioabfallkompostierung (Biokompostierung).....	26
2.2.2 Mechanisch-biologische Behandlung	31
2.2.3 Verbrennung von Abfällen (im Schichtofen)	39
2.2.4 Brikettierung	44
2.2.5 Auswahl der Technologie zur Verarbeitung und Vorbereitung zur Endlagerung.....	44
ABSCHNITT III. ANALYSE DER RISIKEN DER UMSETZUNG VERSCHIEDENER PROJEKTE ZUM BAU (STANDORT) DER VERARBEITUNGS- (SORTIER-)ANLAGE VON SEKUNDÄRROHSTOFFEN	46
3.1 Analyse der Sicherheitsgrundlagen für die Umsetzung von Projekten im Bereich Abfallwirtschaft.....	46
3.2 Analyse der Risiken der Umsetzung verschiedener Bauprojekte der Abfallbehandlungsanlage	47
ABSCHNITT IV. ANALYSE DER WICHTIGSTEN TECHNOLOGISCHEN, KONSTRUKTIONELLEN UND ARCHITEKTONISCHEN PLANUNGSLÖSUNGEN	51
4.1 Das bestehende System der Hausmüllsammlung in der Stadt Uschhorod.....	51
4.2 Analyse der Möglichkeiten/Optionen für den Einbau geschlossener Plattformen und unterirdischer Container unter Berücksichtigung der Lage unterirdischer Netze.....	53
4.2.1 Analyse der Arten von Containerstandorten.....	53
4.2.2 Normative Bedingungen für die Einrichtung von Containerstandorten	53
4.2.3 Analyse der Möglichkeiten/Optionen für die Einrichtung von Containerhöfen in der Stadt Uschhorod.....	54
Geschlossene Containerstandorte.....	54
Containerstandorte mit unterirdischen Containern.....	55
4.3 Berechnungen der Überlastung von Standorten mit unterirdischen Containern	56
4.3.1 Methodik zur Berechnung des Ladevolumens von Containerstandorten	56
4.3.2 Berechnung des Ladevolumens von Containerstandorten	56
4.4 Untersuchung der Möglichkeit der Umsetzung des Bauprojekts der Anlage zur Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen für die Stadt Uschhorod.....	57
4.4.1 Multifaktoranalyse verschiedener technologischer Optionen	57
4.4.2 Bildung von Kriterien zur Technikbewertung.....	57
4.4.3 Merkmale der wichtigsten technologischen Alternativen	58
Alternative Nr. 1. Anlage zur Wärmebehandlung von Hausmüll (Verbrennung)	58
Alternative Nr. 2. Komplex der Mechanisch-biologische Behandlung.....	58

Alternative Nr. 3. Müllsortierlinie.....	59
Alternative Nr. 4. Brikettierung	59
Alternative Nr. 5. Kompostierung.....	59
Alternative Nr. 6. Extraktion von Gasen	60
4.4.4 Ermittlung der akzeptablen Variante der technologischen Alternative	60
4.5 Material- und Ressourcenpotenzial von Hausmüll in Uschhorod	61
4.6 Prognose der Einnahmen aus dem Verkauf von Sekundärrohstoffen in der Stadt Uschhorod ...	62
4.7 Bewertung der Erschwinglichkeit des Tarifs für Hausmüllentsorgungsdienste.....	62
4.8 Technologische Schemata verschiedener Möglichkeiten für den Betrieb des Objekts der Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen	64
4.8.1 Technologisches Betriebssystem der Abfallbehandlungsanlage gemäß der Option Nr.1	64
Kurze Beschreibung des technologischen Prozesses des Betriebs des MBB-Komplexes gemäß der Option Nr. 1	64
Bewertung der Material- und Ressourcenparameter des MBB-Komplexes entsprechend der Option Nr. 1	64
4.8.2 Technologisches Betriebssystem der Abfallbehandlungsanlage gemäß der Option 2.....	67
Kurze Beschreibung des technologischen Prozesses des Betriebs des MBB-Komplexes gemäß der Option Nr. 2	67
Bewertung der Material- und Ressourcenparameter des MBB-Komplexes entsprechend der Option Nr. 2	68
4.8.3 Technologisches Betriebssystem der Abfallbehandlungsanlage gemäß der Option 3.....	70
Kurze Beschreibung des technologischen Prozesses des Betriebs des MBB-Komplexes gemäß der Option Nr. 3	70
Bewertung der Material- und Ressourcenparameter des MBB-Komplexes entsprechend der Option Nr. 3	71
4.9 Standortschema der geplanten Objekte und Strukturen der Verarbeitungs- (Sortier-) Anlage für Sekundärrohstoffe	73
4.9.1 Grundstück für den Bau einer Hausmüllverarbeitungsanlage.....	73
4.9.2 Geplante Objekte und Strukturen des Objekts der Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen.....	74
Funktionelle Zonierung des MBB-Komplexes	74
Architektur- und Planungslösung des MBB-Komplexes.....	74
Verbesserung und Landschaftsgestaltung des Territoriums.....	75
Organisation von Oberflächenabfluss, Entwässerung und Wasserversorgung	76
Systeme zum Sammeln und Reinigen von Sickerwasser aus Hausmüll	76
4.9.3 Eine kurze Beschreibung der Hauptvorgänge und Merkmale der geplanten Objekte und Strukturen der Anlage zur Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen	77
ABSCHNITT V. ZUSAMMENSTELLUNG VON GESCHÄTZTEN BERECHNUNGEN DER KOSTEN FÜR DIE UMSETZUNG VERSCHIEDENER PROJEKTE FÜR DEN BAU (STANDORT) DER VERARBEITUNGS- (SORTIERUNGS-) ANLAGE FÜR SEKUNDÄRROHSTOFFE	78
5.1 Bewertung der geschätzten Baukosten und der wichtigsten finanziellen und wirtschaftlichen Indikatoren des MBB-Komplexes (gemäß Option Nr. 1)	78
5.2 Bewertung der geschätzten Baukosten und der wichtigsten finanziellen und wirtschaftlichen Indikatoren des MBB-Komplexes (gemäß Option Nr. 2)	82
5.3 Bewertung der geschätzten Baukosten und der wichtigsten finanziellen und wirtschaftlichen Indikatoren des MBB-Komplexes (gemäß Option Nr. 3)	86
ABSCHNITT VI. BEWERTUNG DER AUSWIRKUNGEN VERSCHIEDENER BAUPROJEKTE (STANDORT) DER VERARBEITUNGS- (SORTIER-)ANLAGE VON SEKUNDÄRROHSTOFFEN AUF DIE UMWELT IN DER STADT USCHHOROD	91
6.1 Beschreibung der geplanten Aktivität.....	91
6.1.1 Beschreibung des Ortes der geplanten Aktivität.....	91

6.1.2	Ziele der geplanten Aktivität.....	91
6.1.3	Beschreibung der Merkmale der Aktivität während der Umsetzung der geplanten Aktivität	92
6.2	Eine Beschreibung des aktuellen Zustands der Umwelt (Basisszenario) und eine Beschreibung seiner wahrscheinlichen Veränderung ohne Umsetzung der geplanten Aktivität im Rahmen, wie natürliche Veränderungen gegenüber dem Basisszenario auf der Grundlage verfügbarer Umweltinformationen und wissenschaftlicher Erkenntnisse geschätzt werden können	93
6.2.1	Klima und Mikroklima	93
6.2.2	Geologische Umgebung	94
6.2.3	Atmosphärische Luft	95
6.2.4	Aquatische Ressourcen.....	97
6.2.5	Bodenzustand und Landdegradation.....	98
6.2.6	Abfallerzeugung und -management.....	99
6.2.7	Beschreibung des Zustands der Vegetation und des Tierlebens	101
6.3	Beschreibung der Umweltfaktoren, die durch die geplante Aktivität voraussichtlich beeinflusst werden	102
6.3.1	Beschreibung des Gesundheitszustandes der Bevölkerung	102
6.3.2	Beschreibung des Zustands von Fauna, Flora und Artenvielfalt	103
6.3.3	Beschreibung des Zustands der Grundstücke (einschließlich der Grundstücksgewinnung), des Zustands der Böden und der geologischen Umgebung	103
6.3.4	Beschreibung des Zustands der geologischen Umgebung	103
6.3.5	Beschreibung des Zustands der Wasserumgebung.....	103
6.3.6	Beschreibung des Zustands der atmosphärischen Luft	104
6.3.7	Beschreibung von Klimafaktoren (einschließlich Klimawandel und Treibhausgasemissionen)	105
6.3.8	Beschreibung materieller Objekte, einschließlich architektonischem, archäologischem und kulturellem Erbe, Landschaft	105
6.3.9	Beschreibung der soziowirtschaftlichen Bedingungen	105
6.4	Beschreibung und Bewertung der möglichen Auswirkungen der geplanten Tätigkeit auf die Umwelt, insbesondere Ausmaß und Umfang dieser Auswirkungen, Art, Intensität und Komplexität, Wahrscheinlichkeit, erwarteter Beginn, Dauer, Häufigkeit und Unvermeidlichkeit der Auswirkungen	106
6.4.1	Durchführung von Vorbereitungs- und Bauarbeiten und Umsetzung geplanter Aktivitäten	106
6.4.2	Emissionen und Einleitungen von Schadstoffen, Lärm, Erschütterungen, Licht-, Wärme- und Strahlenbelastungen, Strahlung und anderen Einflussfaktoren sowie die Durchführung von Tätigkeiten im Bereich der Abfallwirtschaft	106
6.4.3	Risiken für die menschliche Gesundheit, Kulturerbestätten und die Umwelt, auch aufgrund möglicher Notsituationen	107
6.4.4	Kumulative Auswirkungen anderer bestehender Einrichtungen, geplanter Aktivitäten und Einrichtungen, für die eine Entscheidung zur Durchführung der geplanten Aktivität getroffen wurde, unter Berücksichtigung aller bestehenden Umweltprobleme im Zusammenhang mit Gebieten von besonderer Umweltbedeutung, die betroffen sein können oder welche natürlichen Ressourcen genutzt werden können.....	107
6.4.5	Die Auswirkungen der geplanten Aktivität auf das Klima, einschließlich der Art und des Ausmaßes der Treibhausgasemissionen sowie der Empfindlichkeit der Aktivität gegenüber dem Klimawandel.....	108
6.5	Zusammenfassung der Beschreibung und Bewertung der möglichen Auswirkungen der geplanten Aktivitäten des MBB-Komplexes auf die Umwelt.....	108
	SCHLUSSFOLGERUNGEN ZUM TEIL I.....	111

TEIL II. MACHBARKEITSSTUDIE DER AM BESTEN GEEIGNETEN TECHNISCHEN LÖSUNG FÜR DEN UMGANG MIT ORGANISCHEN ABFÄLLEN, SORTIERTEN KOMMUNALEN UND GEWERBLICHEN GRÜNABFÄLLEN IN DER STADT USCHHOROD	113
ABSCHNITT I. ANALYSE TECHNISCHER LÖSUNGEN ZUR BIOABFALL-VERWALTUNG	114
1.1 Implementierung eines Bioabfallmanagementsystems (kommunale und gewerbliche Abfälle aus Grünflächen und andere biologisch abbaubare Abfälle)	114
1.2 Wahl der Bioabfallbehandlungsmethode.....	115
1.3 Grundlagen des Bioabfall-Kompostierungsprozesses.....	116
1.3.1 Aufbereitung von Bioabfällen zur Kompostierung	116
1.3.2 Management des Bioabfallzersetzungsprozesses	117
Belüftung von Kompostmieten mit Sauerstoff.....	117
Feuchtigkeitsgehalt von Kompostmieten.....	117
Kompostmieten umdrehen	117
1.3.3 Veredelung des fertigen Komposts	118
Siebung	118
Schadstoffabscheidung	119
1.3.4 Maßnahmen zur Emissionsminimierung bei der Kompostierung	119
Geruchsreduzierung.....	119
Anpassen des Geräuschpegels.....	120
Minimierung der Emissionen von Mikroorganismen	120
Sammlung und Verarbeitung der zugeteilten Flüssigkeit	120
Verhinderung der Gasbildung	120
1.4 Bewertung verschiedener Kompostierungstechnologien.....	122
Kompostierung in Tunneln	122
Kompostierung in überdachten Mieten.....	124
Kompostierung in belüfteten Mieten	125
1.5 Empfehlungen zur Umsetzung der Bioabfallverarbeitung durch Kompostierung in der Stadt Uschhorod	128
1.6 Analyse der Möglichkeit einer Zusammenarbeit im Bereich der Abfallwirtschaft zwischen Gemeinden	129
ABSCHNITT II. UNTERSUCHUNG DER VERFÜGBAREN PLÄTZE FÜR GEEIGNETE TECHNISCHE LÖSUNGEN FÜR DIE BIOABFALLVERWALTUNG IN DER STADT USCHHOROD	133
2.1 Rahmenbedingungen für den Standort von Bioabfallverarbeitungsanlagen im Kompostierungsverfahren.....	133
2.2 Ermittlung der verfügbaren Standorte der Bioabfallverarbeitungsanlage nach der Kompostierungsmethode in der Stadt Uschhorod	133
2.2.1 Standort für die Errichtung einer Bioabfallverarbeitungsanlage.....	133
2.2.2 Geplante Objekte und Strukturen der Bioabfallverarbeitungsanlage	134
Funktionelle Zonierung	134
Eine kurze Beschreibung der Eigenschaften der geplanten Objekte und Bauwerke	135
2.3 Architektonische Planungs- und Baulösungen der Bioabfallverarbeitungsanlage.....	135
Gestaltung des Geländes und Entwässerung von Oberflächenabwässern.....	137
Blockmodulrüstung zur Abwasserbehandlung	137
Landschaftsbau	139
Technologischer Transport und Ausrüstung.....	139
2.4 Bestimmung der Parameter der Hauptprozesse der Bioabfallverarbeitungsanlage durch die Kompostierungsmethode	141
2.4.1 Bildung des Belüftungsregimes in der Miete	141
2.4.2 Lagerung von fertigem Kompost	142

2.4.3	Das Verfahren zur Bestimmung der Anteile der Komponenten zur Herstellung einer Kompostmischung auf Basis von Bioabfällen.....	143
2.4.4	Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts der Kompostmischung.....	144
ABSCHNITT III. VERGLEICHENDE ANALYSE MÖGLICHER OPTIONEN DER		
BIOABFALLBEHANDLUNG IN USCHHOROD.....		
3.1	Vergleichende Finanzanalyse möglicher Optionen für den Umgang mit Bioabfällen in der Stadt Uschhorod	146
3.1.1	Finanzielle Analyse der technischen Lösung zur Aufbereitung von Bioabfällen gemäß Option 1	146
3.1.2	Finanzielle Analyse der technischen Lösung zur Aufbereitung von Bioabfällen gemäß Option 2	147
3.1.3	Finanzielle Analyse der technischen Lösung zur Aufbereitung von Bioabfällen gemäß Option 3	149
3.1.4	Vergleichende Finanzanalyse verschiedener technischer Lösungen zur Bioabfallverarbeitung	150
SCHLUSSFOLGERUNGEN ZUM TEIL II		
LISTE DER QUELLEN.....		
ANHÄNGE.....		
ANHANG A. MÖGLICHKEITEN DER HAUSMÜLLVERWALTUNG (EINSCHLIESSLICH GETRENNT GESAMMELTER SEKUNDÄRROHSTOFFE) IN USCHHOROD		
ANHANG B. UNTERIRDISCHE CONTAINERSYSTEME FÜR DIE HAUSMÜLLSAMMLUNG		
ANHANG C. MÖGLICHKEITEN FÜR DIE INSTALLATION VON CONTAINERPLÄTZEN MIT UNTERIRDISCHEN CONTAINERN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER LAGE DER UNTERIRDISCHEN NETZWERKE IN DER STADT USCHHOROD.....		
ANHANG D. KOMMERZIELLER VORSCHLAG ZUR EINRICHTUNG UNTERIRDISCHER HAUSMÜLL-SAMMELSTELLEN (CONTAINERSTANDORT MIT UNTERIRDISCHEN CONTAINERN)		
ANHANG E. KOSTEN FÜR SEKUNDÄRROHSTOFFE		
ANHANG F. PLAN DES MECHANISCH-BIOLOGISCHEN BEHANDLUNGSKOMPLEXES.....		
ANHANG G. PLAN DER KOMPOSTIERSTATION		

REFERAT

Bericht über WFA: 179 Seiten, 2 Teile, 81 Tabellen, 24 Abbildungen, 7 Anhänge, 75 Quellen.

HAUSHALTSABFALL, SEKUNDÄRSTOFFE, RESSOURCENWERTIGE
KOMponenten, BIOABFALL, ABFALLWIRTSCHAFTSSYSTEM, GETRENNTE
SAMMLUNG, WIEDERHERSTELLUNG, SORTIERUNG, MECHANISCH-BIOLOGISCHE
BEHANDLUNG, KOMPOSTIERUNG, KOMPOSTIERSTATION, MIETE, BELÜFTUNG,
ABFALLDEPONIE, UNTERIRDISCHE CONTAINER, MACHBARKEITSSTUDIE

Die Dienstleistung „Bewertung der technischen Fähigkeiten, Finanzanalyse und Machbarkeitsstudie des Systems zur getrennten Sammlung von Sekundärrohstoffen“ im Rahmen des Projekts „Beitrag zur nachhaltigen Bewirtschaftung von Siedlungsabfällen in der Stadt Uschhorod“ (im Folgenden: Bewertung) wird auf der Grundlage des Vertrags Nr. 10 vom 31.05.2023 (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.

Die Bewertung 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.

Ziel des Projekts ist die Bewertung der technischen Leistungsfähigkeit, die Finanzanalyse und die Machbarkeitsstudie des Systems zur getrennten Sammlung in der Stadt Uschhorod auf innovativer Basis, die Umsetzung der strategischen Planung. Dazu gehört die Umsetzung einer Reihe von Maßnahmen zur Reform und Verbesserung des Abfallmanagementsystems in der Stadt, die Auswahl des optimalen Abfallmanagementsystems (Ermittlung der Infrastruktur für Sammlung, getrennte Sammlung, Recycling, Verarbeitung und Entsorgung von Abfällen; Bereitstellung von Informationen über geplante Abfallbewirtschaftungstechnologien und -methoden) und praktische Maßnahmen, die für die Umsetzung der technischen Möglichkeiten, Finanzanalyse und Begründung des Systems der getrennten Sammlung erforderlich sind.

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. 10 von 31.05.2023. SU Wissenschaftliches Forschungs-, Konstruktions- und Technologieinstitut der städtischen Wirtschaft, Kyjiw, Mytropyta Vasyliya Lypkiwskoho Straße, 35.

EINLEITUNG

Grundsätze, nach denen die Machbarkeitsstudie durchgeführt wird

„Bewertung der technischen Möglichkeiten, Finanzanalyse und Machbarkeitsstudie des Systems zur getrennten Sammlung von Sekundärrohstoffen“ (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 Alttakkumulatoren.

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 die Bewertung der technischen Leistungsfähigkeit, die Finanzanalyse und die Machbarkeitsstudie des Systems zur getrennten Sammlung in der Stadt Uschhorod auf innovativer Basis, die Umsetzung der strategischen Planung. Dazu gehört die Umsetzung einer Reihe von Maßnahmen zur Reform und Verbesserung des Abfallmanagementsystems in der Stadt, die Auswahl des optimalen Abfallmanagementsystems (Ermittlung der Infrastruktur für Sammlung, getrennte Sammlung, Recycling, Verarbeitung und Entsorgung von Abfällen; Bereitstellung von Informationen über geplante Abfallbewirtschaftungstechnologien und -methoden) und praktische Maßnahmen, die für die Umsetzung der technischen Möglichkeiten, Finanzanalyse und Begründung des Systems der getrennten Sammlung erforderlich sind.

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 technischen Fähigkeiten, Finanzanalyse und Machbarkeitsstudie des Systems zur getrennten Sammlung von Sekundärrohstoffen“, wird **Teil I** „Entwicklung einer Machbarkeitsstudie für die getrennte Sammlung von Sekundärrohstoffen in der Stadt Uschhorod“ erarbeitet, in der nach offiziellen Angaben Daten aus der Durchführung tatsächlicher Untersuchungen sowie erste Daten bereitgestellt werden:

- eine Analyse der internationalen Erfahrungen in der Hausmüllentsorgung (HME) und in der Ukraine wurde durchgeführt;
- eine Analyse der bestehenden Praktiken der getrennten Abfallsammlung und der Methoden des Recyclings (der Verarbeitung) von Abfällen in der Ukraine (Brikettierung, Kompostierung, Verbrennung usw.) sowie deren Vor- und Nachteile werden aufgezeigt;
- die Risiken der Umsetzung verschiedener Bauprojekte (Platzierung) einer Anlage zur Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen (verschiedene Optionen für die Verarbeitung von Siedlungsabfällen, einschließlich Mechanisch-biologische Behandlung (MBB)) in der Stadt Uschhorod wurden analysiert;
- Einführung eines Abfallsammelsystems in der Stadt Uschhorod;
- unter Berücksichtigung der Lage der unterirdischen Netze in der Stadt Uschhorod wurden die Möglichkeiten/Optionen der Installation von Containerlagern (KM) vom geschlossenen Typ und mit unterirdischen Containern analysiert;
- Berechnungen der ungefähren Beladung von Frachtfahrzeugen mit unterirdischen Containern in der Stadt Uschhorod wurden durchgeführt;
- die Möglichkeiten (Akzeptanz) der Umsetzung des Bauprojekts der Anlage zur Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen (verschiedene Optionen zur Verarbeitung fester Abfälle, einschließlich fester Abfälle) für die Stadt Uschhorod wurden untersucht;
- technologische Schemata verschiedener Optionen für den Betrieb der Anlage zur Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen (verschiedene Optionen zur Verarbeitung fester Abfälle, einschließlich fester Abfälle) für die Stadt Uschhorod wurden vorgestellt;
- ein Schema des Standorts der geplanten Anlagen und Strukturen der Anlage zur Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen (verschiedene Optionen zur Verarbeitung fester Abfälle, einschließlich Siedlungsabfälle) wurden vorgestellt, nämlich: Sammlung, Bestattung, Verarbeitung, Nutzung (Verwertung), Entsorgung, und Transportwege in der Stadt Uschhorod;
- konsolidierte Schätzungen der Kosten für die Umsetzung verschiedener Projekte zum Bau (Platzierung) einer Anlage zur Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen (verschiedene Optionen für das Recycling von Abfallstoffen, einschließlich MBO) für die Stadt Uschhorod wurden bereitgestellt;
- eine allgemeine Bewertung der Umweltauswirkungen verschiedener Projekte zum Bau (Standort) der Anlage zur Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen in der Stadt Uschhorod wurde durchgeführt.

In Phase 2 des Kalenderplans des Vertrags zur Erbringung der Dienstleistung „Bewertung der technischen Fähigkeiten, Finanzanalyse und Machbarkeitsstudie des Systems zur getrennten Sammlung von Sekundärrohstoffen“, wird **Teil II** „Machbarkeitsstudie der am besten geeigneten technischen Lösung für den Umgang mit organischen Abfällen, sortierten kommunalen und gewerblichen Grünabfällen in der Stadt Uschhorod“ erarbeitet, in der nach offiziellen Angaben Daten aus der Durchführung tatsächlicher Untersuchungen sowie erste Daten bereitgestellt werden:

- Es wurde eine Analyse möglicher technischer Lösungen für den Umgang mit Bioabfällen (u.a. Bioabfall, sortierter kommunaler und gewerblicher Grünabfall) durchgeführt;
- Es werden die wichtigsten Auswahlkriterien, Bedingungen und Merkmale der stufenweisen Umsetzung des Bioabfallmanagementsystems, einschließlich der Wahl der Bioabfallbehandlungsmethode, angegeben;

- Es werden die Grundlagen der Bioabfallkompostierung als einfachste Methode der Bioabfallverarbeitung vermittelt;
- Es wurde eine Bewertung der wichtigsten technischen Merkmale verschiedener Varianten des Systems der zentralen Verarbeitung von Bioabfällen mithilfe der Kompostierungsmethode durchgeführt, die für die Umsetzung in der Stadt Uschhorod am besten geeignet sind, ihre wichtigsten Vor- und Nachteile werden aufgezeigt, es werden allgemeine Empfehlungen zur Umsetzung in der Stadt Uschhorod gegeben;
- Es wurden verfügbare Plätze für den Standort der Anlage zur Behandlung von Bioabfällen durch Kompostierung in der Stadt Uschhorod untersucht, Standortbedingungen und eine Beschreibung der Eigenschaften der geplanten Objekte und Bauwerke auf dem Gelände werden bereitgestellt;
- Es wurde eine vergleichende Finanzanalyse von drei technologischen Optionen zur Verarbeitung von Bioabfällen durchgeführt, die in der Gebietsgemeinde der Stadt Uschhorod umgesetzt werden können, nämlich:
 - a) Stabilisierung der organischen Fraktion durch Reihenkompstierung, abgedeckt durch eine Membran mit Metallrahmen;
 - b) Aerobe Stabilisierung in Tunneln;
 - c) aerobe Stabilisierung der organischen Fraktion in den Mieten mit natürlicher Belüftung.
 Es wurde die Möglichkeit in Betracht gezogen, benachbarte Gemeinden in das Projekt einzubeziehen.

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.

Sperrmüll – Hausmüll, der nicht in Behälter mit einem Volumen von bis zu 1,1 Kubikmetern entsorgt werden darf.

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.

Bau- und Abbruchabfälle – Abfälle, die bei größeren Renovierungen, beim Bau oder beim Abriss von Gebäuden und Bauwerken entstehen.

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.

Ungefährlicher Abfall, – Abfälle, die keine schädlichen Eigenschaften haben.

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.

Medizinischer Abfall – Abfälle, die bei der medizinischen Versorgung oder tierärztlichen Praxis, Untersuchungen und Forschung im Bereich des Gesundheitswesens, der Veterinärmedizin, einschließlich wissenschaftlicher oder Forschungsarbeiten, anfallen.

Gefährlicher Abfall – Abfälle, die bestimmte schädliche Eigenschaften haben.

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.

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

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 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.

Abfälle aus Renovierung – Reste von Stoffen, Materialien, Gegenständen, Produkten, die bei Umbau, Sanierung oder laufender Renovierung in einem Wohngebäude, einer separaten Wohnung oder einem öffentlichen Gebäude entstanden sind.

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.

Thermische Behandlung von Abfällen – technologischer Prozess zur Wärmebehandlung von Abfällen, der den Regeln des technischen Betriebs der entsprechenden Anlage entspricht.

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.

Installation einer Müllverbrennung – alle stationären oder mobilen technischen Anlagen und Geräte, die zur thermischen Behandlung von Abfällen, mit oder ohne Wärmeentwicklung bei der Verbrennung, zum Zweck der Vernichtung durch Verbrennung mit Hilfe von Oxidation sowie anderen thermischen Behandlungsverfahren, wie z. B. der Pyrolyse, Vergasung, Plasmaprozess, wenn die durch die Wärmebehandlung entstehenden Stoffe anschließend verbrannt werden.

Installation einer kombinierten Müllverbrennung – ortsfeste oder mobile technische Einheit, die zur Erzeugung von Energie oder zur Herstellung stofflicher Produkte bestimmt ist und Abfälle als konventionellen oder zusätzlichen Brennstoff verwendet oder in denen die Abfälle thermisch behandelt werden, um sie durch Verbrennung mit Oxidation oder durch andere thermische Behandlung zu entfernen Prozesse wie Pyrolyse, Vergasung, Plasmaprozess, wenn die durch die Wärmebehandlung entstehenden Stoffe anschließend verbrannt werden.

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.
**ENTWICKLUNG EINER MACHBARKEITSSTUDIE FÜR DIE GETRENNTE
SAMMLUNG VON SEKUNDÄRROHSTOFFEN IN DER STADT USCHHOROD**

ABSCHNITT I. ANALYSE DER ERFAHRUNGEN IN DER HAUSHALTSABFALLBEHANDLUNG IN DER WELT UND IN DER UKRAINE

1.1 Analyse internationaler Erfahrungen in der Haushaltsabfallentsorgung

In den Ländern der Europäischen Union (EU) ist die Entsorgung von Hausmüll (HM) aus Sicht der Ökologie, nachhaltigen Entwicklung und des Umweltschutzes ein wichtiges Thema. Die EU legt großen Wert auf die Reduzierung des Abfallaufkommens, seine Zweitverwendung und optimale Wege der Entsorgung (Verwertung). Hier einige Aspekte zum Umgang mit PV in den EU-Ländern:

- 1) **Getrennte Abfallsammlung.** Viele EU-Länder führen ein System der getrennten Abfallsammlung ein. Dies bedeutet, dass Bürger verpflichtet sind, Abfälle nach verschiedenen Arten (Papier, Kunststoff, Glas, Metall, organische Abfälle (Bioabfall) usw.) zu sortieren, um deren weitere Verwendung und Verarbeitung zu erleichtern.
- 2) **Rückgabe von Sekundärressourcen.** Sammlung und Recycling von Sekundärressourcen wie Papier, Glas, Kunststoff und Metall sind wichtig. Dadurch kann der Bedarf an neuen Rohstoffen und Energie für die Produktion reduziert werden.
- 3) **Verbot einiger Abfallarten.** Um die Umweltverschmutzung zu verringern, verhängt die EU ein Verbot bestimmter Arten von Kunststoffen, etwa von Einwegbesteck aus Kunststoff und Lebensmittelbehältern aus Kunststoff.
- 4) **Regulierung der Abfallmengen.** Einige Länder legen Grenzwerte für die Menge an Hausmüll fest, die deponiert werden darf. Dies ermutigt Bürger und Unternehmen, das Abfallaufkommen zu reduzieren.
- 5) **Wirtschaftliche und soziale Anreize.** Einige Länder nutzen Pfandsysteme für Flaschen und Behälter, um das Recycling zu fördern und die Abfallbelastung zu reduzieren.
- 6) **Umweltbildungskampagnen.** Die EU unterstützt aktiv Kampagnen und Programme zur Umwelterziehung, die darauf abzielen, das Bewusstsein der Bürger für eine effektive Abfallbewirtschaftung zu schärfen.
- 7) **Förderung von Innovation und Forschung.** Die EU fördert Forschungs- und Innovationsprojekte, die auf die Entwicklung neuer Methoden der Abfallverarbeitung und effizienter Entsorgungstechnologien abzielen.

Im Allgemeinen basiert der Umgang mit Abfällen in den EU-Ländern auf einem hierarchischen System – Vermeidung (Reduzierung), Recycling, Wiederverwendung und effektive Nutzung (Verwertung) von Abfällen, um natürliche Ressourcen zu schonen und die Auswirkungen auf die Umwelt zu verringern, endgültige Entsorgung von Abfällen.

Die langfristigen Ziele der EU werden in Form von Richtlinien und Verordnungen dargelegt:

Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle;

Richtlinie 1999/31/EG über Abfalldeponien;

Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 über die Verbringung von Abfällen;

Verordnung (EG) Nr. 2150/2002 zur Abfallstatistik;

Richtlinie 2004/35/EG über Umwelthaftung zur Vermeidung und Sanierung von Umweltschäden;

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen;

Richtlinie 2006/66/EG über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altakkumulatoren;

Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte;

Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle.

Die Hauptrahmenrichtlinie **2008/98/EG** definiert das Abfallverzeichnis, die Klassifizierung von Abfallbewirtschaftungsvorgängen, legt Anforderungen für die Bewirtschaftung gefährlicher Abfälle (GA) fest, setzt ein Verbot der Vermischung von HW um, führt deren Kennzeichnung ein

und formuliert die erforderlichen Dokumente dafür der Transport von HW durch das Gebiet der EU-Länder.

Darüber hinaus schreibt Artikel 11 vor, dass die getrennte Sammlung von Glas, Papier und Pappe, Metall, Polymeren und bis 2025 auch Textilien sowie die Vorbereitung zur Wiederverwendung und zum Recycling sichergestellt werden müssen. Artikel 22 legt die Notwendigkeit einer getrennten Sammlung von Bioabfällen und der Sicherstellung ihrer Weiterverarbeitung fest.

Die Richtlinie legt Ziele fest, wonach bis 2025 55-60 % der Abfälle für die Wiederverwendung und Behandlung vorbereitet werden müssen, bis 2030 sollen es 60–65 % sein.

Die Richtlinie 1999/31/EG definiert drei Klassen von Abfalldeponien: Deponien für gefährliche Abfälle, Deponien für Inertabfälle und Deponien für ungefährliche Abfälle. Die Richtlinie legt außerdem eine Reihe von Bedingungen für die Platzierung, Ausrüstung, Überwachung, Kontrolle und Dichtheit sowie Maßnahmen zur Vorbeugung und zum Schutz vor Gefahren für die Umwelt fest.

Maßnahmen zum Umgang mit HHA in den EU-Ländern können in Form der sogenannten Lansink-Leiter dargestellt werden:

- 1) Vermeidung der Abfallerzeugung (Prävention) – Maßnahmen zur Vermeidung der Abfallerzeugung, um die Gestaltungsprozesse der Ressourcengewinnung, der Güterproduktion (Ökodesign) und der Abfallerzeugung zu optimieren.
- 2) Wiederverwendung (Vorbereitung zur Wiederverwendung) – Aufbau eines Netzwerks von Unternehmen und Organisationen zur Prüfung, Reinigung oder Feststellung der Eignung von Produkten oder deren Komponenten für die Wiederverwendung ohne vorherige Verarbeitung.
- 3) Recycling – Entsorgung (Verarbeitung) von Abfällen mit Rückführung verschiedener im Abfall enthaltener Materialien in den Produktionskreislauf.
- 4) Kompostierung (sonstige Verwertung) – aerobe Behandlung biologisch abbaubarer Abfälle;
- 5) Verbrennung mit Energierückgewinnung;
- 6) Entsorgung – ihre Entsorgung an speziell ausgestatteten Orten und Entsorgung in Einrichtungen, die den Umweltvorschriften entsprechen, nur für den Fall, dass die vorherigen Stufen der Hierarchie nicht abgeschlossen werden können.

Die Formationsprävention umfasst eine breite Palette von Instrumenten auf verschiedenen Ebenen: auf Landesebene – wirtschaftliche Anreize, Tarifbildung, Vorteile, Ökodesign von Verpackungsmaterialien; auf lokaler Ebene – Vorteile für die getrennte Sammlung, Bußgelder für die Nichterfüllung der Bedingungen für die getrennte Sammlung, Umsetzung von Öko-Bildung, Durchführung von Bildungsveranstaltungen, Wettbewerben, Implementierung von Methoden der getrennten Sammlung in Bildungsprozessen.

Zur Wiederverwendung gehört der Einsatz eines Systems zur getrennten Sammlung ressourcenwerter Bestandteile des Hausmülls (Sekundärrohstoffe), das in den EU-Ländern mit Hilfe von Containern, Abfallannahmestellen und Abfallsammelstellen für deren Reparatur mit dem Zweck durchgeführt wird der Wiederverwendung und Zentren für die Sammlung gebrauchter Güter zur Wiederverwendung. In der EU wurden solche Zentren und Punkte für viele einzelne Abfallbestandteile eingerichtet: Decken, organischer Abfall (Bioabfall), gefährlicher Abfall, Sperrmüll (SM), Altpapier, elektronische und elektrische Altgeräte (EAG) usw.

Verarbeitung, Kompostierung, energetische Verbrennung, Entsorgung. In der weltweiten Praxis sowie in der Praxis der EU-Länder werden mehr als 20 technologische Methoden zur Abfallverarbeitung eingesetzt, von denen jede 5...10 (individuell - bis zu 50) Arten von Technologien und Technologien aufweist Schemata, Arten von Strukturen. Nach dem technologischen Prinzip werden die Methoden in biologische, thermische, chemische, mechanische und gemischte Methoden unterteilt.

Die folgenden Methoden haben sich am weitesten verbreitet:

- Endlagerung auf Mülldeponien;
- Wärmebehandlung mit Energierückgewinnung (thermisch oder elektrisch);
- Aufbereitung (meist mechanische und biologische Aufbereitung, Sortierung);
- Kompostierung (Herstellung von kommerziellem Kompost).

Die Tabelle 1.1 zeigt die Indikatoren der HHA-Produktion nach Ländern in Kilogramm pro Kopf.

Tabelle 1.1 – Aufkommen von Hausmüll pro Kopf von 1995 bis 2021 in den EU-Ländern

Municipal waste generated, in selected years, 1995-2021

(kg per capita)

	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	Change 2021/1995 (%)
EU	467	513	506	503	480	521	527	12.9
Belgium	455	471	482	456	412	729	755	66.0
Bulgaria	694	612	588	554	419	408	445	-36.0
Czechia	302	335	289	318	316	543	570	88.8
Denmark	521	664	736	758	822	814	769	47.6
Germany	623	642	565	602	632	641	620	-0.5
Estonia	371	453	433	305	359	383	395	6.4
Ireland ⁽¹⁾	512	599	731	624	557	644	644	25.7
Greece ⁽²⁾	303	412	442	532	488	524	524	72.8
Spain	505	653	588	510	456	464	472	-6.6
France	475	514	529	534	516	538	565	18.8
Croatia	220	262	336	379	393	418	447	103.6
Italy	454	509	546	547	486	487	495	9.1
Cyprus	595	628	688	695	620	609	633	6.5
Latvia	264	271	320	324	404	478	461	74.5
Lithuania	426	365	387	404	448	483	480	12.7
Luxembourg	587	654	672	679	607	790	793	35.0
Hungary	460	446	461	403	377	403	416	-9.5
Malta	387	533	625	623	641	643	611	57.6
Netherlands	539	598	599	571	523	533	515	-4.6
Austria	437	580	575	562	560	834	835	90.9
Poland	285	320	319	316	286	346	362	27.3
Portugal	352	457	452	516	460	513	513	45.6
Romania	342	355	383	313	247	290	302	-11.8
Slovenia	596	513	494	490	449	487	511	-14.3
Slovakia	295	254	273	319	329	478	497	68.5
Finland	413	502	478	470	500	611	630	52.6
Sweden	386	425	479	441	451	431	418	8.3
Iceland	426	462	516	484	588	614	659	55
Norway	624	613	426	469	422	604	799	27.9
Switzerland	602	659	664	711	728	706	704	16.9
United Kingdom ⁽³⁾	498	577	581	509	483	463	:	:
Bosnia and Herzegovina	:	:	:	340	352	352	:	:
Montenegro ⁽⁴⁾	:	:	:	494	530	486	515	:
North Macedonia	:	:	:	381	441	441	459	:
Albania	:	:	:	:	491	369	311	:
Serbia	:	:	:	363	259	427	442	:
Türkiye	441	465	458	410	424	415	416	-6
Kosovo ⁽⁵⁾	:	:	:	:	252	255	270	:

⁽¹⁾ 2020 data instead of 2021.

⁽²⁾ 2019 data instead of 2020 and 2021.

⁽³⁾ 2018 data instead of 2020.

⁽⁴⁾ 2012 data instead of 2010.

Note: data presented in italic are estimated.

⁽⁵⁾ This designation is without prejudice to positions on status, and is in line with UNSCR 1244/1999 and the ICJ Opinion on the Kosovo Declaration of Independence

Source: Eurostat (online data code: env_wasmun)

Die Abbildung 1.1 zeigt die Menge an Hausmüll, die in den EU-Ländern für den Zeitraum von 1995 bis 2021 durch technologische Verarbeitungsmethoden verarbeitet wurde, in kg pro Kopf. In den EU-Ländern sind folgende Methoden der Abfallbewirtschaftung üblich: Deponierung, Verbrennung, stoffliche Verwertung, Kompostierung usw.

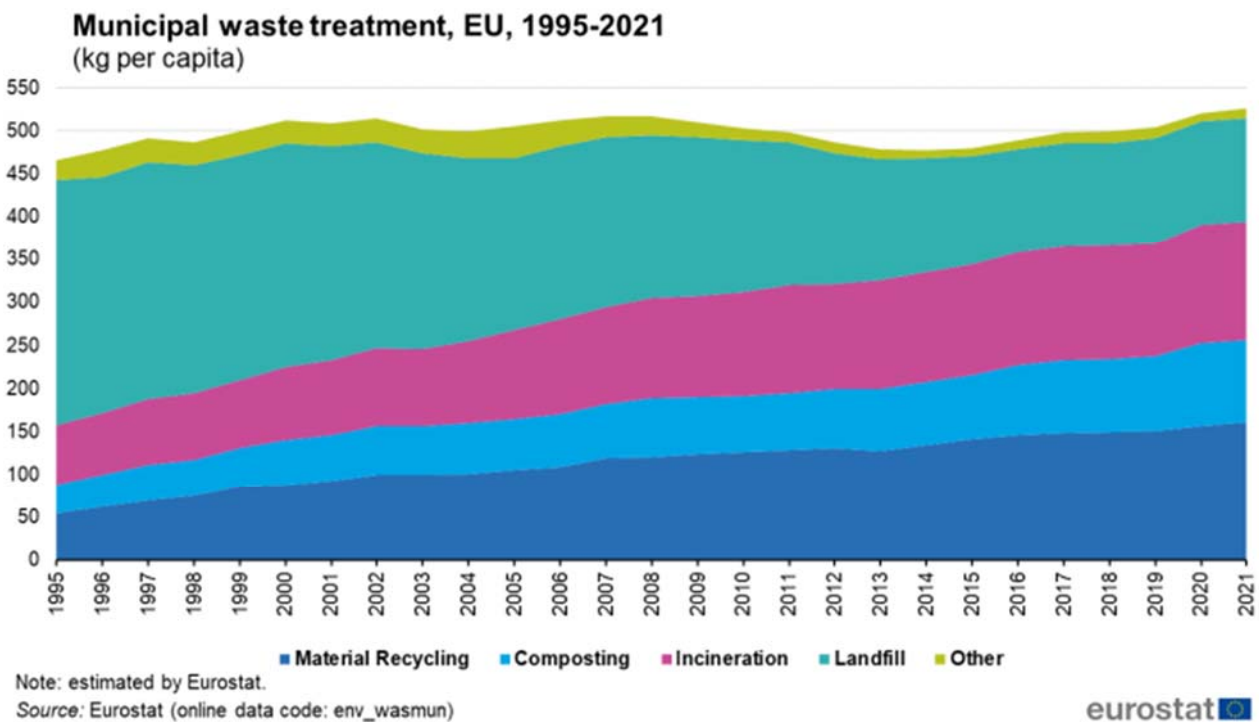


Abbildung 1.1 – Aufbereitung von Hausmüll nach Methoden, EU, 1995-2021

Die Daten umfassen den Zeitraum von 1995 bis 2021 für 27 EU-Mitgliedstaaten. Für die Beitrittsländer gilt Folgendes: Bosnien und Herzegowina (seit 2008), Nordmazedonien (seit 2008), Albanien (seit 2013), Serbien (seit 2011) und Türkei. Daten aus dem Vereinigten Königreich bis 2018.

Obwohl in der EU jedes Jahr mehr Abfall erzeugt wird, ist die Gesamtmenge der auf Deponien entsorgten Siedlungsabfälle zurückgegangen. Somit sank die Gesamtmenge der in der EU auf Deponien verbrachten Siedlungsabfälle um 67 Millionen Tonnen oder 55 %, von 121 Millionen Tonnen (286 kg pro Kopf) im Jahr 1995 auf 54 Millionen Tonnen (121 kg pro Kopf) im Jahr 2021. Dies entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Rückgang von 3,0 %. Infolgedessen ist die Deponiequote (der Anteil der auf Deponien verbrachten Abfälle im Verhältnis zum erzeugten Abfall) in der EU von 61 % im Jahr 1995 auf weniger als 23 % im Jahr 2021 gesunken ².

Die Richtlinie 1999/31/EG über die Abfallentsorgung sieht vor, dass die EU-Mitgliedsstaaten verpflichtet sind, die Menge biologisch abbaubarer Fraktionen von Hausmüll, die auf Deponien gelangen, bis 2035 auf 10 % zu reduzieren. Die Reduzierung wurde auf Basis der Gesamtmenge an Haushaltsbioabfällen im Jahr 1995 berechnet. Die Richtlinie führte dazu, dass die Länder unterschiedliche Strategien einführten, um die Deponierung des organischen Teils von Hausmüll (Bioabfall) zu vermeiden, nämlich Kompostierung (einschließlich Fermentation), Verbrennung und Vorbehandlung wie mechanobiologische Behandlung (MBA) (einschließlich Stabilisierung).

Dadurch stieg die Menge des verarbeiteten Abfalls (Sortierung und Kompostierung) von 37 Millionen Tonnen (87 kg pro Kopf) im Jahr 1995 auf 115 Millionen Tonnen (257 kg pro Kopf) im Jahr 2021, mit einer durchschnittlichen jährlichen Rate von 4,3 %. Der Gesamtanteil recycelter HHA stieg von 19 % auf 49 %.

² Eurostat <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database?language=ru&etrans=uk>

Auch die Verbrennung von Hausmüll nimmt stetig zu, wenn auch nicht so intensiv wie Recycling und Kompostierung. Seit 1995 ist die Menge der in der EU verbrannten Siedlungsabfälle um 32 Millionen Tonnen oder 106 % gestiegen und lag im Jahr 2021 bei 62 Millionen Tonnen. Dadurch stieg die Menge an verbranntem PA von 70 kg pro Kopf auf 138 kg pro Kopf³.

1.2 Analyse der Erfahrungen in der Haushaltsabfallentsorgung in der Ukraine

1.2.1 Stand der Haushaltsabfallentsorgung in der Ukraine

Den verfügbaren Daten⁴ zufolge fielen im Jahr 2022 in den Siedlungen der Ukraine fast 39 Millionen m³ Hausmüll oder mehr als 7 Millionen Tonnen an, die auf 5,7 Tausend Deponien und Deponien mit einer Gesamtfläche von fast 8 Tausend Hektar vergraben sind.

Sammlung von Hausmüll

Fast 80 % der Bevölkerung der Ukraine sind durch Dienste zur Beseitigung Haushaltsabfälle abgedeckt.

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.

Hausmülldeponien

Die Zahl der überlasteten Deponien beträgt 163 Einheiten. (2,8 %). 693 Einheiten (12 %) erfüllen nicht die Umweltsicherheitsstandards.

Die Arbeiten zur Zertifizierung und Sanierung von Deponien wurden nicht ordnungsgemäß durchgeführt. Von den 2.197 zertifizierungspflichtigen Deponieeinheiten waren 258 Einheiten im Jahr 2022 tatsächlich zertifiziert (34 % von der Gesamtzahl der Deponien erfordert eine Zertifizierung).

Von den 2.197 Deponieeinheiten, die saniert werden müssen, wurden 258 Einheiten tatsächlich saniert.

Der Bedarf für den Bau neuer Deponien beträgt 290 Einheiten.

Aufgrund des unsachgemäßen Systems zum Umgang mit festen Abfällen in den Siedlungen der Ukraine, hauptsächlich im privaten Sektor, wurden im Jahr 2022 14,7 Tausend nicht genehmigte Deponien auf einer Fläche von 0,6 Tausend Hektar entdeckt, von denen im Jahr 2022 12,4 Tausend (0,36 Tausend Hektar) liquidiert wurden.

Unternehmen, die Dienstleistungen zur Beseitigung von Hausmüll erbringen

Es werden entsprechende Anstrengungen unternommen, um Marktbedingungen zu schaffen und ein Wettbewerbsumfeld zu entwickeln. So erbrachten im Jahr 2022 983 Organisationen, darunter 214 Privatgrundstücke (21,7 %), Dienstleistungen im Bereich der Abfallwirtschaft.

Die Zahl der im Bereich Abfallwirtschaft tätigen Menschen beträgt knapp 16.000.

Die Gesamtzahl der speziell ausgestatteten Fahrzeuge beträgt mehr als 3,4 Tausend Einheiten. Die durchschnittliche Verschleißrate von Spezialfahrzeugen lag im Jahr 2022 bei 60 %.

Finanzierung der Hausmüllentsorgung

Der durchschnittliche Tarif für die Abfallentsorgung im Land beträgt 167 Hrywnja/m³, davon 68 Hrywnja/m³ für die Entsorgung. Der durchschnittliche Tarif für die Entsorgung fester Abfälle für die Bevölkerung beträgt 143 UAH/m³, inkl. für die Beerdigung – 61 UAH/m³.

Expertenschätzungen zufolge beläuft sich das Umsatzvolumen von Hausmüllentsorgungsdiensten im Jahr 2022 auf über 5,9 Milliarden UAH.

Das Volumen der kostenpflichtigen Dienste beträgt 5,4 Milliarden UAH.

³ Eurostat // <http://surl.li/kjgck>

⁴ Ministerium für Entwicklung von Gemeinden, Territorien und Infrastruktur der Ukraine // <https://mtu.gov.ua/news/34323.html>

1.2.2 Implementierung moderner Methoden und Technologien im Bereich der Haushaltsabfallentsorgung in der Ukraine

Das Gesetz der Ukraine „Über die Abfallwirtschaft“⁵ (in Kraft tretend am 9. Juli 2023) sieht eine Reform der Abfallwirtschaft vor, die zum Übergang der Ukraine zu Kreislaufwirtschaft und nachhaltigen Entwicklungsmodellen beitragen wird.

Die Einführung der wichtigsten europäischen Ansätze und Grundsätze auf gesetzgeberischer Ebene, darunter die fünfstufige Hierarchie der Abfallbewirtschaftung und das Prinzip der erweiterten Herstellerverantwortung, wird Hersteller verpackter Waren dazu ermutigen, den lokalen Selbstverwaltungsorganen finanzielle und technische Unterstützung zu leisten. Dies ermöglicht die Organisation der getrennten Sammlung von Hausmüll sowie die Durchführung von Aufklärungs- und Informationsarbeit mit der Bevölkerung.

Laut Daten für 2023 wurde in 1.440 Siedlungen in der Ukraine eine getrennte Sammlung von Hausmüll eingeführt (ohne Informationen zu vorübergehend besetzten Gebieten sowie Regionen, in denen Feindseligkeiten stattfinden).

Es gibt 31 Müllsortierlinien in 26 Siedlungen: 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, Zaporizhia, Iwano-Frankiwsk, Bila Zerkwa, Obuchiw, Perejaslaw, Oblast Kyjiw, Kropywnyzykj, Busk, Sambir, Nowojaworiwsk, Stryi (2 Linien), der Stadt Tschernowograd und der Stadt Solotschiw, Region Lviv, die Stadt Sumy, Dorf Plebanivka und Dorf Malashivtsi, Region Ternopil, Bogoduchiw, Region Charkiw, Kyjiw (5 Sortierlinien).

Die thermische Entsorgung von Hausmüll (Verbrennung) erfolgt ausschließlich in der Müllverbrennungsanlage in Kyjiw.

Außerdem werden in den Siedlungen 10 Müllsortieranlagen, 1 Müllverbrennungsanlage und 1 Müllumladestation gebaut.

Um hochwertige Hausmüllentsorgungsdienstleistungen anzubieten und mit diesem Service die gesamte Bevölkerung zu erreichen, wurden fast 31.000 Container zur Sammlung fester Abfälle, darunter mehr als 4.600 Container zur getrennten Sammlung fester Abfälle, sowie 61 speziell ausgestattete Fahrzeuge angeschafft. Bis Ende 2023 ist der Kauf von Containern im Wert von über 108 Millionen Hrywnja und Müllwagen im Wert von 180 Millionen Hrywnja auf Kosten regionaler und lokaler Haushalte, aus Umweltschutzfonds und auf Kosten des Projekts lokaler Initiativen und Unternehmensfonds geplant.

Auf 55 Hausmülldeponien gibt es ein Sickerwassersammelsystem, auf 50 Hausmülldeponien gibt es ein Sickerwasserdesinfektionssystem, auf anderen sind Sammeltanks eingerichtet, von wo aus das Sickerwasser regelmäßig zu Aufbereitungsanlagen transportiert wird.

Auf 18 Hausmülldeponien ist eine Biogasgewinnungsanlage installiert und Blockheizkraftwerke mit einer Leistung von 0,5 bis 2,0 MWh sind in Betrieb. Auf Deponien in der Stadt Kremenschuk, der Stadt Konotop, der Region Sumy und der Stadt Charkiw wird Biogas abgefackelt.

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (Entgasung) werden auf Mülldeponien in folgenden Siedlungen betrieben: Winnyzja; Stadt Luzk; Uschhorod, Schytomyr, Dorf Rybne Gebiet Iwano-Frankiwsk; Boryspil, Dorf Pidhirtsi, Bezirk Obukhiv, Dorf Hlyboke, Bezirk Boryspil, Dorf Rozhivka, Bezirk Brovarsky, Gebiet Kyjiw; m. Kyjiw; Kropywnyzykj, Dorf Wesniane der Region Mykolajiw; Stadt Odessa; Stadt Kremenschuk, Stadt Riwnie; Stadt Charkiw, Stadt Chmelnyzykj; Stadt Tscherkassy.

⁵ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>

1.3 Der allgemeine Stand der Abfallwirtschaft im Ausland und in der Ukraine

Derzeit stehen viele Länder, darunter auch die Ukraine, vor der Aufgabe, den Prozess der schrittweisen Umstellung von der einfachen Lagerung des anfallenden Abfalls auf dessen Entsorgung umzusetzen. Die meisten im Ausland verabschiedeten technischen, organisatorischen und rechtlichen Vorschriften zur Abfallbewirtschaftung trugen zu erheblichen Fortschritten bei Technologien und Techniken der Abfallbehandlung bei, die nicht nur eine Verbesserung des Umweltzustands, sondern auch den Erhalt zusätzlicher Mittel und Rohstoffe aus der Abfallbehandlung ermöglichen.

In den letzten Jahren haben die EU-Länder Erfahrungen in der Abfallbewirtschaftung gesammelt und im Laufe der Zeit die Methoden der Abfallbewirtschaftung verbessert und die Bewirtschaftungsmethoden an die Besonderheiten des Territoriums angepasst. Länder wie die Schweiz, Schweden und Deutschland haben die Deponierung von Hausmüll praktisch aufgegeben und investieren in Abfallbewirtschaftungstechnologien wie Sortieren, Verbrennung und Recycling. Rumänien, Polen, die Tschechische Republik, Lettland, Ungarn und Litauen gehören zu den Ländern, die den Großteil ihrer Abfälle auf Deponien entsorgen und meist auf Recycling, Verbrennung und Müllsortierung verzichten.

Die Tabelle 1.2 zeigt Daten zum allgemeinen Stand der Hausmüllentsorgung nach Abfallbehandlungsarten im Ausland und in der Ukraine.

Tabelle 1.2 – Allgemeiner Stand der Hausmüllentsorgung (2022⁶)

Länder	Gesamtgewicht der HM	Endlagerung auf der Mülldeponie	Wärmebehandlung	Verarbeitung	Kompostierung
	Tausend Tonnen	%	%	%	%
Österreich	4833	4,0	36,3	25,5	30,9
Großbritannien	31 131	27,8	26,5	27,3	16,4
Griechenland	5 585	80,7	0,0	15,6	3,7
Dänemark	4 279	1,3	54,4	26,9	17,4
Estland	470	6,5	47,2	26,5	4,6
Irland	2 693	38,2	15,9	30,8	5,8
Spanien	20 217	55,1	12,3	15,5	17,0
Italien	29 655	31,5	19,3	26,1	16,4
Niederlande	8 890	1,4	47,7	23,7	27,1
Deutschland	50 064	0,3	33,7	46,6	17,2
Norwegen	2 175	2,8	52,8	26,1	16,1
Polen	10 330	52,6	15,1	21,1	11,2
Portugal	4 710	49,0	20,7	16,2	14,1
Slowenien	892	23,3	0,2	29,0	6,9
USA	227 604	53,8	11,7	26,0	8,5
Ukraine	7 000	90,1	1,66	8,24	0,02
Frankreich	33 703	25,8	35,0	22,1	17,2
Kroatien	1 637	80,0	0,2	14,4	2,1
Tschechische Republik	3 261	56,0	18,5	22,6	2,9
Schweden	4 246	0,6	49,5	33,4	16,5
Japan	44 874	1,3	77,6	20,3	0,3

⁶ Eurostat // <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database?language=ru&etrans=uk>

Wie aus der Tabelle 1.2 hervorgeht, sind die folgenden Maßnahmen im Bereich der Hausmüllentsorgung am häufigsten vorgekommen:

- *Endlagerung auf der Mülldeponie*

Generell bringt die allgemein akzeptierte Lagerung von Hausmüll auf Deponien eine Reihe von Problemen mit sich.

Laut statistischen Daten in der EU von 1995 bis 2021 gibt es einen sehr klaren Trend hin zu einem Rückgang der Zahl der Mülldeponien, da die Länder zunehmend auf alternative Methoden der Abfallbewirtschaftung umsteigen.

Gleichzeitig bleibt in der Ukraine die Entsorgung auf Mülldeponien die vorherrschende Technologie für den Umgang mit Hausmüll. Im Vergleich dazu haben einige EU-Länder wie Österreich, Dänemark, Estland, die Niederlande, Schweden, Deutschland und Norwegen eine Deponiequote von weniger als 5 %.

- *Verarbeitung (einschließlich Kompostierung)*

In vielen europäischen Ländern (Frankreich, Italien, Deutschland, Niederlande usw.) werden Abfallverarbeitungsanlagen betrieben, die die Technologie der aeroben biothermischen Kompostierung verwenden. Mit dieser Technologie wird Hausmüll in den Stoffkreislauf der Natur einbezogen, neutralisiert und zu Kompost verarbeitet – einem wertvollen organischen Dünger, der beispielsweise für die städtische Landschaftsgestaltung und als Biokraftstoff für Gewächshäuser verwendet wird. Bei der Kompostierung von Abfällen entstehen Bedingungen, die für die meisten pathogenen Mikroorganismen, Wurmeier und Fliegenlarven schädlich sind. Technologische Maßnahmen ermöglichen es, den Gehalt an Spurenelementen im Kompost, einschließlich Salzen von Schwermetallen, zu normalisieren. Diese Anlagen sind mit speziellen Geräten zum Zerkleinern und Aufteilen von Hausmüll in Fraktionen, Separatoren für Eisen- und Nichteisenmetalle, Glas, Polymere usw. ausgestattet. Ein kompletter Satz sowohl der Haupt- als auch der Hilfsausrüstung solcher Fabriken wird von ihren Maschinenbauunternehmen in Serie hergestellt. In den Abfallverarbeitungsanlagen der Länder Westeuropas, in denen aufgrund der getrennten Sammlung nur organische (pflanzliche) Abfälle (Bioabfälle) in die Anlagen gelangen, wird Kompost hergestellt, auch für die Landwirtschaft.

In der Ukraine ist die Verfügbarkeit garantierter Verbraucher von Kompost (organischer Dünger oder Biokraftstoff) begrenzt, Kompost wird in den meisten Städten als organischer Bestandteil des Bodens zur Verbesserung von Grünflächen rund um Häuser, in Parks und Plätzen verwendet. Die Verwendung von Kompost beim Anbau landwirtschaftlicher Nutzpflanzen ist begrenzt. Aufgrund der mangelhaften Organisation der getrennten Sammlung des Hausmülls und der Trennung des organischen Teils des Hausmülls erhält die Abfallverarbeitungsanlage häufig große Mengen an Materialien, die die Qualität des Komposts erheblich verschlechtern.

- *thermische Behandlung von Abfällen*

Anlagen zur Energiegewinnung aus Abfällen („Waste to Energy“) haben in Ländern mit hoher Bevölkerungsdichte (Deutschland, Japan, Schweiz, Belgien usw.) breite Anwendung gefunden und galten bis vor kurzem selbst für Industriestädte der Ukraine als nahezu unersetzlich. Allerdings erfordert der Betrieb solcher Anlagen im Vergleich zu Abfallverwertungsbetrieben und Hausmülldeponien deutlich höhere Kapital- und Betriebskosten. Darüber hinaus sind die Prozesse der Gasreinigung sowie die Verwertung und Entsorgung giftiger Asche und Schlacke, die bei der Verbrennung von Hausmüll in erheblicher Menge (bis zu 30 % der Trockenmasse des Abfalls) entstehen, komplex und unzuverlässig.

Die Ukraine hat Erfahrungen mit dem Betrieb von Müllverbrennungsanlagen nur in Großstädten – Kyjiw, Charkiw, Dnipro – was viele Mängel aufzeigte: Die tatsächliche Kapazität für Hausmüll lag bei 60-70 % der geplanten Kapazität; Wärmeenergie wurde nicht effizient genutzt; Fabriken waren eine Quelle der Umweltverschmutzung, da sie nicht über eine perfekte Gasreinigungsanlage verfügten und aufgrund der Nichteinhaltung der technologischen Verbrennungsweise giftige Stoffe in die Atmosphäre gelangten. Die Asche der Müllverbrennungsanlage ist ein giftiger Stoff und erfordert besondere Entsorgungsmethoden. Derzeit ist nur die Fabrik in Kyjiw in Betrieb.

Die meisten der genannten Mängel sind bei Müllverbrennungsanlagen in den USA, Japan, Kanada und westeuropäischen Ländern nicht vorhanden. In diesen Ländern sind die Probleme der Gasreinigung sowie der Entsorgung giftiger Asche und Schlacke, die bei der Verbrennung von Hausmüll in erheblichen Mengen entstehen, gelöst. Fast alle ausländischen Anlagen zur Energiegewinnung aus Abfällen verfügen über Anlagen zur Wärmenutzung, sie nehmen Eisenmetallschrott auf.

Die Erfahrungen der EU mit der Weigerung, Haushaltsabfälle auf Hausmülldeponien zu vergraben, und dem Einsatz neuer Methoden und Praktiken der Abfallbewirtschaftung sind für die Ukraine durchaus relevant, wenn man bedenkt, dass sich das Abfallbewirtschaftungssystem in einem unbefriedigenden Zustand befindet. In der Ukraine gibt es keine bewährten heimischen Technologien, Entwurfs- und Baudokumentationen für Müllverbrennungsanlagen und Abfallverarbeitungsanlagen, und die Serienproduktion von Ausrüstungskomplexen ist nicht beherrscht. Der geringe Grad der Vorsortierung fester Abfälle und ihrer anschließenden Verarbeitung führt zu einer erhöhten Abfallansammlung auf Deponien für feste Abfälle und zu einem erhöhten Bedarf an der Schaffung neuer Deponien aufgrund der Überlastung bestehender Deponien. Dies ist sowohl für die natürliche Umwelt als auch für die Bevölkerung gefährlich.

Für die Ukraine ist es ziemlich schwierig, die internationalen Erfahrungen in der Abfallbewirtschaftung in einem Komplex zu übernehmen, da in jedem Land eigene Methoden und Praktiken vorhanden sind, die von den Bedürfnissen und Merkmalen unseres Landes abweichen können. In der Anfangsphase der Entwicklung des Abfallmanagementsystems und seines effektiven Betriebs ist es ratsam, die Erfahrungen mit der getrennten Sammlung und Sortierung von Abfällen zu übernehmen, die Methoden und Praktiken schrittweise anzupassen und zu verbessern und ein eigenes Abfallmanagementsystem entsprechend den bestehenden Merkmale des Territoriums der Ukraine zu entwickeln.

ABSCHNITT II. ANALYSE DER AKTUELLEN PRAXIS DER GETRENNTEN ABFALLSAMMLUNG UND METHODEN ZUM RECYCLING (VERARBEITUNG) VON HAUSMÜLL IN DER UKRAINE

Technologien und technische Prozesse bilden die Grundlage der modernen Hausmüllwirtschaft. Dazu gehören vor allem die Prozesse des Recyclings, der Verwertung und Verarbeitung (Aufbereitung, Gewinnung von Recyclingmaterialien, Stabilisierung, Vorbehandlung von Abfällen), die thermische Behandlung von Abfällen mit oder ohne Energiegewinnung als Kombination aus Verwertung und Vorbehandlung (Verbrennung) sowie notwendige Prozesse Lagerung und schichtweise Verlagerung des Restmülls auf der Hausmülldeponie.

Im europäischen Abfallwirtschaftssystem sollen sich verschiedene technologische Möglichkeiten und Verarbeitungsprozesse optimal ergänzen und im Ergebnis zu einer effektiven Abfallwirtschaft führen.

2.1 Getrennte Abfallsammlung

Akzeptierten Modell der Abfallbewirtschaftung, das durch den regionalen Abfallbewirtschaftungsplan in der Region festgelegt wird, werden Modelle der getrennten Sammlung gebildet. Beispiele für die getrennte Sammlung von Hausmüll können sein:

- getrennte Sammlung wertvoller Bestandteile (Papier, Pappe, Kunststoff, Glas, Metall, Verpackungen, Holz, Textilien usw.);
- getrennte Sammlung von Bioabfällen;
- getrennte Sammlung gefährlicher Abfälle als Teil des Hausmülls;
- getrennte Sammlung von Elektro- und Elektronikaltgeräten (EEAG);
- getrennte Sammlung von Sperrmüll (SM);
- getrennte Sammlung von Bau-Abfällen (BA);
- getrennte Sammlung anderer Abfälle.

Die getrennte Sammlung gewährleistet die Effizienz des gesamten Weiterverarbeitungsprozesses.

Methoden und Mittel, technologische Systeme, Phasen der Umsetzung der getrennten Sammlung von Hausmüllbestandteilen, deren Transport und Verarbeitung werden unter Berücksichtigung ihrer morphologischen Zusammensetzung, der jährlichen Menge des Hausmüllaufkommens, des Bedarfs an sekundären Energie- und Materialressourcen, organischen Düngemitteln und der Wirtschaftlichkeit Faktoren und andere Anforderungen ausgewählt. Für die getrennte Sammlung von Hausmüll und deren schrittweise Umsetzung werden die Bestimmungen der Methodik genutzt⁷.

Das Hausmüllsammelsystem umfasst die obligatorische Umsetzung eines geplanten und regelmäßigen Systems der Hausmüllsammung und die Anordnung von Containerstandorten gemäß den Anforderungen der geltenden Gesetzgebung, einschließlich „Staatliche Hygienennormen und Regeln zur Erhaltung der Territorien besiedelter Gebiete“⁸.

Zusätzlich zum Containersystem zur Sammlung von Hausmüll soll Folgendes geschaffen werden:

- **spezialisierte Annahmestellen für kommunale Abfälle** (gemäß der Nationalen Abfallwirtschaftsstrategie⁹), die nur solche Abfälle annehmen können, für deren Verarbeitung bestehende Technologien und Unternehmen vorhanden sind, und die bei entsprechender Begründung zusätzliche Funktionen wahrnehmen;
- **Abfallsammelstellen für Wiederverwendung und Recycling** – für die Sammlung und Möglichkeit der Wiederverwendung von Möbeln, Haushaltsgeräten, Kleidung und anderen gebrauchten Gütern. Diese Punkte können als Bestandteil des räumlichen Raumplans spezialisierter

⁷ Methoden zur getrennten Sammlung von Hausmüll // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1157-11#Text>

⁸ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0457-11#Text>

⁹ Nationale Abfallwirtschaftsstrategie der Ukraine bis 2030 // <http://surl.li/kgyj>

kommunaler Abfallsammelstellen (für die Siedlungen, in denen sie bereits eingerichtet wurden) mit einem separaten Raum oder separat, vor allem in regionalen Zentren, eingerichtet werden;

– **Abfallsammelstellen für deren Reparatur mit dem Zweck der Wiederverwendung** – es wird empfohlen, sie vorrangig für Elektro- und Elektronik-Altgeräte bereitzustellen, und es ist ratsam, sie als zusätzlichen Block zu spezialisierten kommunalen Abfallsammelstellen in regionalen Zentren zu organisieren.

Für die Abfallsammlung in den Siedlungsgebieten, in denen die Durchfahrts- und Manövriermöglichkeit des Mülltransports begrenzt ist, wird ein behälterloses Verfahren unter Verwendung von Säcken (schwarz oder mit entsprechender Markierung) verwendet.

Durch die Organisation der getrennten Sammlung von Hausmüll ist es möglich, die zu entsorgende Abfallmenge (Entsorgung) deutlich zu reduzieren, das ökologische Umfeld zu verbessern und Mittel aus dem Verkauf von Sekundärrohstoffen zu erhalten. Daher ist die getrennte Sammlung von Hausmüll eine der vielversprechendsten Möglichkeiten, das Abfallproblem zu lösen.

Um die Effizienz der getrennten Sammlung aller Arten von Hausmüll zu verbessern, wird empfohlen, regelmäßige öffentliche und pädagogische Aktionen zur Sammlung einzelner Komponenten unter Einbeziehung der Bewohner der Siedlung durchzuführen, Informationsressourcen in sozialen Netzwerken zu erstellen, Ökopädagogik bekannt zu machen und den Bewohnern grundlegende Maßnahmen zur Abfallbewirtschaftung beizubringen, einen Bildungsraum zu schaffen, Grundkenntnisse über die besten Abfallbewirtschaftungspraktiken bekannt zu machen, öffentlicher Aufklärungsmaterialien zu entwickeln, in denen die Maßnahmen der Bewohner zur Hausmüllentsorgung beschrieben werden.

Die Weiterverarbeitung getrennt gesammelter Sekundärrohstoffe ist eine umweltverträgliche, energie- und ressourcenschonende Produktion und führt zur Einsparung wertvollster und zugleich strategisch wichtiger Materialien. Die Einführung der getrennten Abfallsammlung ermöglicht nicht nur die Reduzierung der durch Abfälle verursachten Umweltschäden, die finanzielle Unterstützung von Gemeinden, sondern auch die Gewinnung wertvoller Sekundärrohstoffe für die Industrie, deren natürliche Quellen nicht unbegrenzt sind.

2.2 Methoden der Abfallbehandlung

Die Abfallbehandlungsmaßnahmen sollten sich grundsätzlich auf die Auswahl von Komponenten konzentrieren, die für die Entfernung aus dem zur Entsorgung bestimmten Abfallstrom geeignet sind, auf unbrauchbare Abfälle und auf eine solche Verarbeitung, die es ermöglicht, den größtmöglichen Nutzen aus den Rohstoff- oder Energieeigenschaften zu ziehen. Weitere Ziele der Abfallbehandlung bestehen darin, potenziell gefährliche Stoffe aus dem zur Deponierung bestimmten Restabfallstrom zu entfernen und zu neutralisieren oder zumindest zu isolieren, das Volumen des Restabfallstroms zu reduzieren und ihn so zu stabilisieren, sodass bei der Lagerung auf der Deponie keine Umweltgefährdung entsteht auf ein Minimum reduziert.

Mit der Aufbereitung (Vorbehandlung) von Abfällen zur weiteren sicheren Entsorgung kann auch die Rückgewinnung von Wertstoffen und die Nutzung der in den entsprechenden Abfällen enthaltenen Energie einhergehen. Abfallbehandlungsmaßnahmen sind integrierte Stufen des Managementsystems, können aber auch als eigenständige Prozesse in Kombination mit anderen Maßnahmen im Rahmen des Managements betrachtet und durchgeführt werden.

Die gebräuchlichsten Methoden sind Kompostierung, mechanisch-biologische Behandlung (MBB) und Verbrennung von Abfällen.

2.2.1 Bioabfallkompostierung (Biokompostierung)

Die Kompostierung biologischer Abfälle (Biokompostierung) ist ein Verfahren zur Herstellung technischer Humussubstrate aus geeigneten organischen und anorganischen Materialien, die in biologischen Abfällen durch deren biologischen Abbau vorhanden sind. Ziel des Verfahrens ist es, die Menge an Bioabfällen, die üblicherweise deponiert oder verbrannt werden, deutlich zu reduzieren

sowie das Reaktionspotential von Abfällen aus anderen biologischen Verarbeitungsprozessen (z. B. Vergärungsprozessen (anaerobe Fermentation)) zu verringern. Kompostierungsanlagen werden auf der ganzen Welt eingesetzt.

Die Kompostierung gemischter Siedlungsabfälle kann als Vorstufe vor der Abfallentsorgung eingesetzt werden. Die Kompostierung ist Teil des Prozesses der mechanisch-biologischen Behandlung (MBO) von Abfällen. Sinnvoller ist es jedoch, die Kompostierung als Teil eines integrierten Konzepts der Abfallbehandlung und -entsorgung einzusetzen, das eine getrennte Sammlung und verschiedene Maßnahmen zur Abfallverwertung und -behandlung umfasst. Als Dünger geeigneter Kompost kann nur aus getrennt gesammelten Bioabfällen gewonnen werden. Die Liste der für die Kompostierungsmethode am besten geeigneten Abfälle finden Sie in der Tabelle 2.1.

Tabelle 2.1 – Abfallarten, die sich am besten für die Methode der Bioabfallkompostierung eignen

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

Kompostierung ist ein aerober Prozess, bei dem Sauerstoff unter bestimmten Bedingungen mit organischen Materialien reagiert und CO₂, Wasser und Huminstoffe entstehen. Der Sauerstoffverbrauch ist in der ersten Stufe des Prozesses am höchsten, in den folgenden Stufen nimmt er etwas ab. Aufgrund der 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 zur Trocknung des Materials und seiner Hygienisierung führen, bis zum Ende des Prozesses sinkt die Temperatur langsam.

Die Input- und gewonnenen Outputstoffe des Kompostierungsverfahrens sowie die ungefähre Energiebilanz des Verfahrens sind in der Tabelle 2.2 angegeben.

Tabelle 2.2 – Input- und Outputmaterialien der Kompostierungsmethode

Eingabematerialien	Quellmaterialien
Bioabfälle	Abfälle und Verunreinigungen (10-20 % der gesiebten Abfälle der Eingangsmaterialien)
	Kompost (35-40 % des fertigen Komposts)
	Biogas und eine kleine Menge Prozesswasser (bis zu 40-55 % – Massenverlust durch Zersetzung, Wasserverdunstung und Gasfreisetzung)

Der Energieverbrauch intensiver Zerfallsanlagen liegt bei ca. 15-65 kW/t, bei mechanischen Anlagen liegt der Verbrauch bei ca. 10 kW/t. Bei der Kompostierung sind mechanische Vorgänge (Belüftung) am energieintensivsten. Abhängig von der Intensität der Verarbeitung kann ihr Energieverbrauch zwischen 2 und 15 kW/t liegen.

Bei der aeroben Zersetzung entstehen 0,6-0,8 g Wasser und 25,1 kJ thermische Energie pro Gramm organischer Substanz.

Bei der biologischen Verarbeitung werden erhebliche Mengen CO₂ und andere (Treibhaus-) Gase freigesetzt. Allerdings bindet die Kompostierung im Gegensatz zur Verbrennung oder Deponierung unbehandelter Abfälle einen erheblichen Teil des Kohlenstoffs im Substrat, was eine schnelle Freisetzung in die Atmosphäre verhindert.

Das Spektrum der Kompostierungstechnologien ist äußerst breit gefächert und reicht von einfach bis technisch komplex und präzise gesteuert. Es gibt zwei grundsätzlich unterschiedliche *Kompostierungssysteme*:

- *offenes System* (Seitenkompostierung);
- *geschlossenes System* (Ladenkompostierung (in flachen Seiten), Tunnelkompostierung, Kisten / Container, Kompostfässer).

Der Unterschied zwischen den Systemen ist in der Tabelle 2.3 angegeben.

Tabelle 2.3 – Vor- und Nachteile offener und geschlossener Kompostierungssysteme

	Offene Systeme	Geschlossene Systeme
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> - geringes Investitionsvolumen - niedrige Betriebskosten 	<ul style="list-style-type: none"> - optimales Management - gezielte Emissionsregulierung - schneller Zerfallsprozess
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> - häufige Probleme mit unangenehmen Gerüchen - ein langer Verfallsprozess - ohne zusätzliche Maßnahmen, starke Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit) 	<ul style="list-style-type: none"> - hohes Investitionsvolumen

Eine Kombination aus offenen und geschlossenen Kompostierungssystemen auf demselben Standort ist üblich. Für die Vorrötte sind geschlossene Systeme besser geeignet, für die Endzersetzung und Reifung des Komposts kommen offene Systeme zum Einsatz.

Da nur organische Verbindungen zersetzt werden können und Schadstoffe aus anderen Abfallfraktionen in das Endprodukt gelangen können, sollten die Ausgangsstoffe getrennt gesammelt werden und es dürfen keine Schadstoffe darin enthalten sein. Eine zusätzliche Verarbeitung der Rohstoffe vor der Kompostierung ermöglicht eine Verbesserung ihrer Qualität, gewährleistet jedoch nicht die Trennung von Fraktionen aus gemischtem Hausmüll, die hohe Anforderungen an die Reinheit des Komposts erfüllen. Die Vorbearbeitung kann die folgenden Vorgänge umfassen:

- Trennung von Verunreinigungen und Verschmutzung;
- Schleifen;
- Trennung von Metallen.

Diese mechanischen Vorbearbeitungsarten ähneln den Vorgängen im Rahmen von MBB.

Darüber hinaus ermöglicht die mechanische Vorbehandlung die Erzielung des optimalen C/N-Verhältnisses und der erforderlichen Struktur des Kompostierungsmaterials durch die Kombination verschiedener Bioabfälle. Zum Beispiel: Blätter (reich an Kohlenstoff, wenig Stickstoff) können mit Lebensmittelabfällen (reich an Stickstoff) kombiniert werden. Dadurch kann die in den ersten Stufen freigesetzte Ammoniakmenge reduziert werden.

Die Produktivität der Anlagen liegt zwischen 300 und 100.000 Tonnen/Jahr (die überwiegende Mehrheit liegt bei etwa 3-10.000 Tonnen/Jahr). Die Durchsatzleistung von Tunnelanlagen ist im Allgemeinen höher als bei Containeranlagen. Die Rentabilität von Tunnelsystemen liegt bei der Verarbeitung von 3.000 Tonnen Abfall pro Jahr vor.

Bei der Kompostierung sollten Sie sich an internationalen Standards zur Kompostierung orientieren. Die wichtigsten technischen Anforderungen an das Kompostierungsverfahren zur Erzielung eines guten Ausgangsprodukts sind in der Tabelle 2.4 dargestellt.

Tabelle 2.4 – Grundlegende technische Anforderungen an die Kompostierungsmethode

Parameter	Anforderungen
Qualität des eingehenden Materials (Abfall)	<p>1) Abfälle müssen getrennt gesammelt werden und dürfen keine Bestandteile enthalten, die Schadstoffe abgeben;</p> <p>2) Die Struktur des Materials sollte für eine gute Belüftung sorgen;</p> <p>3) Das C/N-Verhältnis sollte bei ausreichender Feuchtigkeit zwischen 20:1 und 40:1 liegen;</p> <p>4) Feuchtigkeitsgehalt 50-60 %;</p> <p>5) Das C/N-Verhältnis von 25:1-30:1 ist optimal für eine schnelle Kompostierung. Höhere Verhältnisse sind ebenfalls akzeptabel. Eine zu hohe Stickstoffkonzentration im Ausgangsmaterial ist jedoch nicht zulässig, da in diesem Fall nahezu der gesamte in organischen Substanzen enthaltene Stickstoff unter Einwirkung von Mikroorganismen in Ammoniak umgewandelt wird. Bei einem pH-Wert > 7 führt eine hohe Ammoniakkonzentration zu dessen unerwünschter Freisetzung in die Atmosphäre</p>
Temperaturmodus	Um Krankheitserreger und Unkrautsamen bei der Kompostierung abzutöten, muss das Inputmaterial möglichst kontinuierlich für 2 Wochen einer Temperatur von mindestens 55°C oder einer Temperatur von 65°C (in geschlossenen Anlagen: 60°C) für 1 Woche ausgesetzt werden
Reinigung von technologischem Wasser	Prozesswasser muss, sofern es nicht im Prozess selbst behandelt wird, in örtlichen Aufbereitungsanlagen gereinigt werden, bevor es in Oberflächenreservoirs eingeleitet wird (gemäß den Anforderungen der Richtlinie 91/271/EWG über die Behandlung von kommunalem Abwasser)
Die Qualität des Quellmaterials	<p>Um die Stabilität und Sicherheit von gereiftem Kompost zu gewährleisten, muss dieser folgende Qualitätsanforderungen erfüllen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - C/N-Verhältnis – deutlich unter 1:25 (für landwirtschaftliche Nutzung); - kein Wiedererhitzen über 20°C; - Volumenreduzierung – mindestens um 60 % bezogen auf das Ausgangsmaterial; - geringer Schwermetallgehalt gemäß internationalen Standards

Besondere Merkmale und Grundvoraussetzungen für die Anwendung des Bioabfallkompostierungsverfahrens (einschließlich Form und Anwendungsbereich) sind in der Tabelle 2.5 dargestellt.

Tabelle 2.5 – 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 Folienstücke). Größere Abfälle aus dem Baum- und Strauchschnitt müssen zerkleinert werden
Möglichkeiten der Nutzung des Quellmaterials	Der entstehende Kompost kann vor allem in der Landwirtschaft, im Gartenbau, im Landschaftsbau, als Substrat für den Anbau von

Besondere Eigenschaften und Anwendungsanforderungen	
	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	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 erfasst und gereinigt werden oder es müssen geeignete technische und organisatorische Maßnahmen getroffen 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 m ² /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 m ² /m ³ erforderlich. Ohne automatische Durchmischung kann sich der Flächenbedarf auf 1 m ² /m ³ verringern. Für Trapezseiten mit einer Höhe von 3 m und einer Grundbreite von 10 m sind 0,45 m ² /m ³ 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: <ul style="list-style-type: none"> - 5% – Abfallentladebereich, - 10% – Standort zur Lagerung des fertigen Komposts, - 10% – Zwischenlagerbereich und andere Bereiche, - 75% – Verfallsbereich (einschließlich 40% – für den Prozess des Pressens von Geräten)

Ungefähre Investitions-, Betriebs- und spezifische Gesamtkosten sowie mögliche Erlöse der Bioabfallkompostierungsmethode sind in der Tabelle 2.6 dargestellt.

Tabelle 2.6 – Geschätzte Betriebsindikatoren (Kosten und Einnahmen) der Methode zur Bioabfallkompostierung

Investitionskosten	Betriebskosten	Spezifische Gesamtkosten
<p>Hauptsächlich: - Verlegen von technischen Kommunikationsmitteln – abhängig von den örtlichen Gegebenheiten sowie der Größe der Anlage und der Art des Prozesses; - Baustrukturen – 70-100 Euro/t pro Jahr; - Maschinen und Geräte – 110-140 Euro/t pro Jahr (die Anschaffung einer Bewässerungsanlage kostet ca. 2.000 Euro)</p>	<p>1) Versicherung, aktueller Betrieb (Kraft- und Schmierstoffe, Strom, Versicherung etc.); 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)</p> <p>*offene Kompostierung = 35€/t, geschlossene Kompostierung = 65€/t</p>	<p>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)</p> <p>** 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</p>
Mögliches Einkommen		
aus dem Verkauf von kommerziellem Kompost		

Die wesentlichen Vor- und Nachteile der Methode der Bioabfallkompostierung sind in der Tabelle 2.7 dargestellt.

Tabelle 2.7 – Vor- und Nachteile der Bioabfall-Kompostierungsmethode

Vorteile	Nachteile
Herstellung eines knappen Produkts mit hoher Nachfrage	Die Möglichkeit, nur einige organische Fraktionen des Hausmülls zu verarbeiten
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	Die Notwendigkeit einer getrennten Sammlung biologischer Abfälle
Relativ einfache Handhabung, hohe Zuverlässigkeit des Systems	Ein ziemlich hoher Platzbedarf, ein langer Verarbeitungsprozess
Relativ geringes Volumen an Investmentfonds	Hohe Anforderungen an die Qualität des Rohstoffs (Kompost) können zu Problemen beim Verkauf führen
Die Technologie ist weit verbreitet und es gibt keine Gegner	Teilweise unangenehme Gerüche in der Nähe der Anlage

2.2.2 Mechanisch-biologische Behandlung

Die mechanisch-biologische Behandlung (MBB) ist eine Methode zur Vorbehandlung fester Abfälle, der gemischte Abfälle mit einem hohen Anteil an Bioabfällen unterzogen werden. Der Zweck dieser Art der Verarbeitung ist folgender: Stabilisierung des Abfalls und Reduzierung potenzieller Risiken, eine gleichzeitige deutliche Reduzierung der Masse und des Volumens des Abfalls aufgrund seiner biologischen Zersetzung (aufgrund einer Verringerung des Anteils biologisch aktiver Abfälle, die auf Deponien vergraben werden), gleichzeitige Trennung von Abfällen in verschiedene Stoffströme, Trennung von Materialien, die endgültig entsorgt werden, Verbesserung

der Abfalleigenschaften vor ihrer Weitergabe an weitere Verarbeitungsprozesse. Die Liste der für die MBB-Methode am besten geeigneten Abfälle ist in der Tabelle 2.8 dargestellt.

Restmüll wird bei MBB mit verschiedenen mechanischen und biologischen Methoden behandelt. Dadurch wird ihre Reaktivität und das Potenzial zur Schadstoffbildung verringert, was eine sichere Lagerung ermöglicht. Darüber hinaus trägt die Kombination verschiedener Verarbeitungsmethoden dazu bei, die Abfallmenge zu reduzieren, für die weitere Verwendung geeignete Materialien zu gewinnen und in einigen Fällen Energie zu erzeugen.

Tabelle 2.8 – Abfallarten, die für die MBB-Methode am besten geeignet sind

Abfallart	Nutzungsmerkmale
Gemischter Hausmüll	–
Holzabfälle	Nur in geringen Mengen sind beispielsweise Reststoffe ohne gefährliche Verunreinigungen aus der Sortierung, der stofflichen Aufbereitung oder der Nutzung in speziellen Energieerzeugungsanlagen besser geeignet
Spezifischer Produktions- oder Industrieabfall	Ohne gefährliche Verunreinigungen; zur biologischen Zerstörung fähig
Andere Abfallarten	Alle biologisch abbaubaren Materialien enthalten keine schädlichen Verunreinigungen

Es gibt unterschiedliche Konfigurationen technologischer Prozesse. Der zentrale Gedanke besteht jedoch in allen Fällen darin, mechanische Prozesse mit biologischer Behandlung zu kombinieren. Einige Kombinationen von Verarbeitungsmethoden wurden auf das Niveau komplexer Technologien gebracht, zu denen die Kontrolle der Emission von Schadstoffen und die Neutralisierung unangenehmer Gerüche in geschlossenen Systemen gehören. Aufgrund der hohen Flexibilität der MBB-Technologien können sie leicht modifiziert werden, um sich an veränderte Abfallzusammensetzungen anzupassen oder die Anlagenproduktivität zu steigern. Bei dieser Aufbereitungsmethode ist es nicht erforderlich, strenge Anforderungen an die Abfallsammlung einzuführen, d. h. es ist keine Vortrennung des Hausmülls erforderlich.

Die Hauptkonzepte von MBB unterscheiden sich je nach der Reihenfolge der technologischen Vorgänge und dem Zweck der biologischen Behandlung.

Dabei erfolgt man entweder eine mechanische Aufbereitung der Abfälle zur Gewinnung einer energiereichen Fraktion zur thermischen Verwertung und einer energiearmen Fraktion zur biologischen Behandlung (Tunnelkompostierung) oder eine biologische Stabilisierung aller Abfälle mit einer weiteren mechanischen Aufbereitungsstufe (Trockenstabilisierung).

Die Input- und Output-Materialien des MBB-Verfahrens sowie die ungefähre Energiebilanz des Verfahrens sind in der Tabelle 2.9 dargestellt.

Tabelle 2.9 – Eingabe- und erhaltene Ausgabematerialien der MBB-Methode

Eingabematerialien	Ausgabematerialien*
100 % gemischter Hausmüll	2-5 % Verunreinigungen
Wasser (sofern eine biologische Gärphase vorliegt)	1-2 % Metalle (Gruppen von Eisen- und Nichteisenmetallen)
	6-7 % Sekundärrohstoffe 30-45 % alternativer Brennstoff RDF/SRF
	40-50 % der Feinfraktion zur biologischen Behandlung, inkl.: - 10-25 % Massenverlust durch biologischen Abbau - bis zu 20 % Ausbeute in Form von Wasser - 5 % werden als Biogas produziert - 30-50 % müssen auf Deponien entsorgt werden

*basierend auf der durchschnittlichen Zusammensetzung des Abfalls in europäischen Ländern

Anforderungen an die Qualität der Rohstoffe – Abfälle müssen nach der Verarbeitung einen geringen Feuchtigkeitsgehalt und eine geringe Atmungsaktivität haben, wenn der Abfall vergraben wird. Darüber hinaus ist eine entsprechende Aufbereitung des Abwassers aus dem Prozess der anaeroben Vergärung erforderlich, die eine Einleitung in Oberflächengewässer ermöglicht.

Moderne Anlagen für MBB-Abfälle haben folgende Leistungsindikatoren:

- Mindestproduktivität (einfacher Verfall): 25.000 t/Jahr;
- minimale Produktivität (anaerobe Fermentation): 60 000 t/Jahr;
- maximale Produktivität: ca. 300.000 t/Jahr.

Bei Tunnelkompostierungsverfahren wird nur ein bestimmter Teil des Abfalls biologisch behandelt. Der biologische Prozess umfasst anaerobe Fermentation, Kompostierung oder Komponenten beider Technologien.

Wenn wir über den Prozess der anaeroben Fermentation sprechen, dann zielt dieser Prozess normalerweise darauf ab, die Produktion von Biogas zu optimieren. Handelt es sich bei der Stufe der aeroben Behandlung um eine biologische Behandlungstechnologie, werden während des Kompostierungsprozesses gemischte Abfälle, die zu einem stabilisierten Material werden, auf eine Deponie verbracht. Bei der Trockenstabilisierung (Prinzip der mechanisch-biologischen Stabilisierung (MBS) oder mechanisch-biologischen Behandlung (MBB)) werden alle Abfälle einer biologischen Behandlung (Trocknung unter Wärmefreisetzung) unterzogen, wonach das stabilisierte Material in Nutzungsfractionen, alternative Brennstoffe, aufgeteilt wird EBS/SRF und Restmüll. Und hier besteht das Hauptziel darin, einen brennbaren Alternativbrennstoff RDF/SRF (Kraftstoffersatz) zu erhalten.

MBB mit einer Vergärungsstufe erzeugt aus 1 Tonne Abfall etwa 70-170 m³ Biogas zur Vergärung. Studien zu Umweltauswirkungen (einschließlich CO₂-Erzeugung) haben gezeigt, dass bei der Deponierung stabilisierter Abfälle im Vergleich zu unbehandelten Abfällen nur 10 % Deponiegas und 10% Sickerwasser entstehen. Der Einsatz geschlossener Systeme für die biologische Reinigungsstufe trägt dazu bei, Emissionen zu reduzieren und die Freisetzung von Treibhausgasen in die Atmosphäre zu reduzieren.

Der durchschnittliche Energiebedarf von MBB beträgt etwa 20-70 kWh/t, wobei ein erheblicher Teil der Energie (ca. 10–30 kWh/t) für die mechanische Vorverarbeitung benötigt wird. Einen Vergleich des Energieverbrauchs verschiedener Varianten des MBB-Prozesses finden Sie in der Tabelle 2.10.

Tabelle 2.10 – Vergleich des Energieverbrauchs verschiedener Varianten des MBB-Prozesses

Verbrauch von MBB	MBB (Kompostierung)	MBB (Fermentation)	MBS (Stabilisierung)
Elektrizität	45 kWh/t	65 kWh/t	100 kWh/t
Warm	0	im Gas enthalten	0
Gas (mit Reduktion durch thermische Oxidation)	41 (39) kWh/t	58 (45) kWh/t	25 (25) kWh/t

MBB ist die Phase vor der Abfallentsorgung. Obwohl auf diese Weise behandelte Abfälle keine besonderen Anforderungen an die getrennte Sammlung stellen und die Vorbehandlung zu einer besseren Einhaltung der Kriterien für eine sichere Lagerung von Abfällen beiträgt, sollte der technologische Prozess so organisiert sein, dass ein erheblicher Teil der in den Abfällen enthaltenen Wertstoffe und Energieträger dem Abfall zum Zweck der weiteren Beseitigung (Entsorgung) entzogen wird.

Der zentrale Punkt der MBB von Abfällen ist der biologische Prozess, bei dem nur Fraktionen verwendet werden können, die einem biologischen Abbau unterliegen. Daher müssen Abfälle mechanische Verarbeitungsprozesse unterschiedlicher Intensität und Richtung durchlaufen – abhängig von den Methoden der weiteren Abfallbeseitigung und der erforderlichen Qualität der

Fraktionen. Diese mechanischen Aufbereitungsprozesse werden entweder vor der biologischen Aufbereitung angewendet, um entsorgungsfähige und nicht abbaubare Stoffe aus der Zusammensetzung biologischer Fraktionen zu trennen, oder nach der biologischen Aufbereitung. Als Ergebnis dieser Prozesse werden Stoffströme von der Abfallmenge getrennt, die zur Entsorgung oder Verwendung als alternativer Brennstoff zu RDF/SRF vorgesehen ist.

Mechanische Bearbeitung

Die mechanische Aufbereitung umfasst in der Regel verschiedene mechanische Prozesse, die dazu dienen, die physikalischen und brennstofflichen Eigenschaften sowie die Zusammensetzung der verarbeiteten Abfälle zu verändern, um Folgeprozesse zu erleichtern und die Einsatzmöglichkeiten verschiedener Fraktionen zu verbessern.

Um eine effektive mechanische Abfallverarbeitung zu gewährleisten, ist die folgende *technische Mindestausrüstung* erforderlich:

- Ausrüstung zum Lagern und Verladen von Abfällen;
- Geräte zur Abtrennung von Verunreinigungen und Fremdstoffen;
- Geräte zum Vorschleifen.

Erfolgt die mechanische Aufbereitung vor der biologischen Aufbereitung, also bei Anwendung des technologischen Prinzips der MBB, *erfolgt die Aufbereitung in folgender Reihenfolge.*

1) Lagerung und Verladung

Ankommende Abfälle werden in Halbbunker oder unterirdische Bunker verladen. Verunreinigungen können teilweise mit Gabelstaplern oder Spezialgreifern aus Halbbunkern entfernt werden. Darüber hinaus ermöglicht diese Lagerungsmethode eine einfache Kontrolle der transportierten Abfälle. Bei der Anlieferung von Abfällen mit minderwertiger Zusammensetzung kann dieser von der Weiterverarbeitung ausgeschlossen werden. Darüber hinaus ist es einfacher, verschiedene Fraktionen getrennt in Halbbunkern zu lagern (z. B. trockene Produktionsabfälle, sperrige Abfälle, nasse HHA). Diese Bunker sind günstiger als unterirdische Bunker, benötigen aber eine größere Fläche.

In unterirdischen Bunkern ist es einfacher, den angelieferten Abfall zu vermischen. Gleichzeitig ist es schwieriger, Sonderabfälle und Verunreinigungen daraus zu trennen. Unterirdische Bunker eignen sich am besten für die Lagerung nasser Haushaltsabfälle. Bequemer ist es, trockenen Abfall in Halbbunkern zu lagern. Bei der mechanische-biologischen Behandlung von Abfällen werden daher in der Regel Halbbunker bevorzugt.

2) Abtrennung von Verunreinigungen und Fremdstoffen

Bei der Lagerung von Abfällen in Halbbunkern kann die Trennung von Verunreinigungen und Fremdstoffen mit Hilfe von Spezialgreifern (Greiferbaggern) oder LKW-Ladern erfolgen. Andere nicht standardmäßige Abfälle (Batterien, große Stücke Kunststoffolie usw.) werden normalerweise auf Förderbändern sortiert. Die Methode der manuellen Sortierung in belüfteten Kabinen wird häufig bei der Verarbeitung trockener Feststoffabfälle und Industrieabfälle eingesetzt. Aufgrund möglicher Gesundheitsrisiken ist diese Methode nicht für die Sortierung nasser Siedlungsabfälle geeignet. Zu diesem Zweck werden technische Mittel (z. B. Greiferbagger) eingesetzt.

3) Zerkleinerung

In dieser Verarbeitungsstufe wird die Bildung eines homogenen Abfallgemisches, eine Vergrößerung ihrer Reaktionsoberfläche und die Entfernung von Verpackungen aus verschiedenen Materialien, die einer Weiterverarbeitung unterliegen, erreicht. Der Vormahlvorgang ist einer der energieintensivsten in der mechanischen Bearbeitung. Daher wird dieser Vorgang selten verwendet. Allerdings sollten Sperrmüll und Gewerbemüll immer vorzerkleinert werden. Zur Vorzerkleinerung (bis zu einer Korngröße von 250-500 mm) werden Schneidgeräte (z. B. Rotationsmesser), Häcksler und Brecher eingesetzt. Für grundlegende Mahlvorgänge (bis 100-250 mm) werden Rotationsmesser, Zerkleinerer und Kaskadenmühlen eingesetzt. Die Feinzerkleinerung (< 25 mm) erfolgt mittels Hammerbrechern.

Darüber hinaus kann die mechanische Bearbeitung *die folgenden Vorgänge* umfassen.

4.1) Trennung von Eisenmetallen

Große Metallteile werden im Lagerbereich sortiert.

Mit Hilfe von über dem Förderband installierten Elektromagneten können im Abfall verbleibende kleine Metallteile aus dem sich bewegenden und ziemlich gut verteilten Abfallstrom entfernt werden. Da Metalle der Eisengruppe leicht extrahiert und entsorgt werden können, ist ihre Entfernung ein Standardbestandteil des MBB-Installationsprozesses.

4.2) Trennung von Nichteisenmetallen

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Nichteisenmetalle, insbesondere mit Partikelgrößen < 80 mm, aus dem Materialstrom abzutrennen. Der mögliche Verkauf sortierter Nichteisenmetalle ermöglicht die Erzielung erheblicher Einnahmen.

5.1) Siebung grobkörniger Fraktionen

Besteht ein erheblicher Anteil an Kunststoffen und Holz im Abfall, werden diese häufig zusammen mit Papier und Pappe in einem Trommelsieb getrennt. Durch das Aussieben von Partikeln mit einer Größe von 100 bis 150 mm erhält man eine kalorienreiche Fraktion (eine Mischung aus Papier, Pappe, Kunststoff und Holz) im Produkt auf dem Sieb.

Biologisch abbaubare Materialien verbleiben im Produkt unter dem Sieb. Für die Siebung großer Abfälle ist ein Trommelsieb nicht geeignet. Im Falle der Bildung einer Mischung im Kopfprodukt, die ein alternativer Brennstoff RDF/SRF ist, wird dieser einer zusätzlichen Zerkleinerung sowie Trocknung und Verdichtung unterzogen.

5.2) Trennung von Leicht- und Schwerfraktion durch pneumatisches Verfahren

Durch die Sortierung beispielsweise mit Hilfe eines pneumatischen Separators ist es möglich, Steine und Glasscherben aus der kalorienreichen Fraktion zu trennen. Allerdings wird diese Technik nicht so häufig eingesetzt wie das Rasseln.

6) Trennung durch manuelle Sortierung

Wenn trockene Abfälle (insbesondere Industrieabfälle, Sperrmüll und Bauabfälle) einen erheblichen Anteil an wiederverwertbaren Materialien enthalten, besteht die Möglichkeit, eine manuelle Sortierung zu organisieren. In der Regel erfolgt diese Sortierung direkt nach der Grobsiebung. Für die Produktion alternativer Brennstoffe RDF/SRF und die sorgfältige Trennung verschiedener Fraktionen aus gemischten Abfällen ist die pneumatische Trennung effektiver.

7) Zusätzliche Zerkleinerung

Bei der Verwendung der hochkalorischen Fraktion als alternativer RDF/SRF-Brennstoff ist häufig eine zusätzliche Zerkleinerung erforderlich. Hierzu werden häufig Hochgeschwindigkeitsscheren eingesetzt, die es ermöglichen, Abfälle auf eine Größe von 60-80 mm zu zerkleinern. Wenn eine Zerkleinerung zu kleineren Partikeln erforderlich ist, ist es notwendig, aus den Abfällen Pellets herzustellen, was mit erheblichen technischen Kosten verbunden ist.

8) Komprimierung

Um die Lagerung zu optimieren und den Transport zu erleichtern, werden sortierte Materialien (Kunststoffe und Altpapier) häufig in Pakete gepresst.

Bei der Anwendung des technologischen Prinzips von MBB folgen auf die biologische Stabilisierung üblicherweise Vorgänge der mechanischen Metalltrennung (4) und der Siebung (zur Gewinnung der Mineralfraktion). Vor der biologischen Behandlung kann eine Abtrennung von Verunreinigungen und eine Vorzerkleinerung erforderlich sein.

Für die biologische Behandlung können unterschiedliche Technologien eingesetzt werden (dazu gehören intensive Zersetzung und Kompostierung oder anaerobe Vergärung).

Varianten der Umsetzung der biologischen Verarbeitungsphase im Rahmen des technologischen Prinzips von MBB

Wie bei der Kompostierung können statische und dynamische Methoden zur Zersetzung von Abfällen eingesetzt werden. Statische Methoden umfassen einfachere Zerlegungsmethoden. Gleichzeitig wird der Abfall im Prozess der biologischen Zersetzung nicht vermischt. Der zu einer homogenen Mischung verarbeitete Abfall wird in Stapeln mit dreieckigen oder trapezförmigen Seiten angeordnet. Burts werden hermetisch gebaut, um eine Kontamination des Grundwassers zu vermeiden.

Die Methode der intensiven Zersetzung in Tunneln

In den einfachsten Fällen und bei weniger strengen Anforderungen an die Abgasbehandlung wird üblicherweise die Methode der biologischen Zersetzung nach dem Prinzip der Abgasleitung eingesetzt. Durch die Eigenerhitzung des Zersetzungsgutes entsteht ein Luftstrom, der für die Versorgung des Zersetzungsgutes mit Sauerstoff sorgt. Bei den meisten Rotteprozessen mit passiver Luftzirkulation (in offenen Deponien) werden Rotteanlagen ohne Luftzirkulation und Luftbefeuchtung eingesetzt.

Um eine aktive Zersetzung zu gewährleisten, werden Verfahren mit aktiver Luftzufuhr und Regulierung von Feuchtigkeit und Sauerstoffgehalt eingesetzt.

Komposter und Humusbehälter arbeiten im Be- und Entlademodus. Die Luftzufuhr erfolgt über den perforierten Boden, die Abluft wird abgesaugt und gefiltert. Vor dem Verrotten muss der Abfall gründlich mechanisch bearbeitet werden. Die Intensivrotte dauert 8-10 Tage. Die Technologie ist einfach und langlebig.

Es ist auch möglich, dynamische und quasidynamische Methoden wie Humuströmmeln, Tunnelreaktoren und Seiten mit regelmäßiger Lockerung einzusetzen.

Intensive Zersetzungstechnologien zeigen in MBB-Anlagen hervorragende Ergebnisse. Sie dienen der biologischen Trocknung und Sterilisation des gesamten Abfallstroms und ermöglichen die Gewinnung von Materialien, die sich überwiegend für die Verbrennung eignen. Bei der Trocknung werden die biologischen Eigenschaften des Abfalls genutzt. Zu diesem Zweck werden technische Anlagen bis zum Rand mit überwiegend unsortierten, jedoch homogenisierten Abfällen gefüllt. Gefiltertes Wasser und Luft werden gesammelt, letztere wird gereinigt. Aufgrund der unsortierten Natur der ankommenden Abfälle, der Entstehung von Schadstoffen und des Filterwassers in der ersten Behandlungsstufe sollte der Prozess in einem geschlossenen System ablaufen.

Aufgrund der Feuchtigkeitsreduzierung durch biologische Trocknung und anschließende Trennung nicht brennbarer Materialien eignet sich der behandelte Abfall zur Verwendung als Alternativbrennstoff zu RDF/SRF. Der Heizwert des so gewonnenen Brennstoffs beträgt etwa 12-16 MJ/kg, was den Einsatz in Industrieöfen ermöglicht.

Bei der anaeroben Fermentation erfolgt der biologische Abbau ohne Anwesenheit von Sauerstoff in einem geschlossenen Reaktor. Es gibt eine trockene und eine nasse Fermentationsmethode.

Bei MBB-Anlagen wird die anaerobe Vergärung in der Regel zur Optimierung der Biogasproduktion eingesetzt, in einigen Fällen zielt sie auf die Optimierung der Biogasproduktion und des alternativen Brennstoffs RDF/SRF ab. Angesichts der Heterogenität des zu vergärenden Materials ist die einstufige Methode der Trockengärung am gebräuchlichsten. Seine Vorteile sind ein geringer Wasserverbrauch und aufgrund des erhöhten Trockenmassegehalts die Möglichkeit einer breiteren Sedimentnutzung (im Vergleich zur Nassmethode). Der Fermentationsprozess dauert etwa 18-21 Tage. Anschließend wird das Rohmaterial durch Pressen entwässert. Feste Rückstände werden zur Kompostierung mit weiterer Abfuhr auf die Deponie gebracht und das Abwasser einer zusätzlichen Behandlung unterzogen.

Abluft aus MBB- und MBS-Anlagen unterliegt der Pflicht zur Sammlung und Reinigung. Hierzu können je nach eingesetzten Technologien, Luftmengen und behördlichen Unterlagen biologische Filter oder thermische Verfahren wie die regenerative Oxidationstechnik eingesetzt werden. Zu den Vorteilen thermischer Verfahren gehört die nahezu vollständige Entfernung organischer Verbindungen. Zu ihren Nachteilen zählen ein hoher Energieverbrauch (insbesondere bei fehlendem anlageneigenem Biogas) und dennoch relativ hohe Wartungskosten. Darüber hinaus stellt die Aufbereitung von Restmüll durch die Methode der anaeroben Vergärung bestimmte Anforderungen an die Ausrüstung, die Personalqualifikation und die Anlagenplanung.

Besondere Merkmale und Grundvoraussetzungen für die Anwendung der MBB-Methode (einschließlich Form und Umfang ihrer Anwendung) sind in der Tabelle 2.11 dargestellt.

Tabelle 2.11 – Besonderheiten und Grundvoraussetzungen für die Anwendung der MBB-Methode

Besondere Eigenschaften und Anwendungsanforderungen	
Notwendigkeit einer Vorbearbeitung	keine Notwendigkeit
Möglichkeiten der Nutzung des Quellmaterials	Eisen- und Nichteisenmetalle werden umgeschmolzen, kalorienreiche Fraktionen können zur Energieerzeugung (durch industrielle Verbrennung) genutzt werden. Soweit die gesetzlichen Bestimmungen dies zulassen, können Restabfälle nach entsprechender Weiterverarbeitung (Siebung, zusätzliche Stabilisierung) auch zur Abdeckung der in der Lagerung abgelagerten Abfälle sowie bei Sanierungsarbeiten am Standort verwendet werden
Möglichkeiten der Neutralisierung und Entsorgung von Rohstoffen	Die aufbereitete Feinfraktion eignet sich zur Lagerung oder weiteren Wärmebehandlung
Die Notwendigkeit einer zusätzlichen Verarbeitung	notwendige Maßnahmen zur Minimierung der Auswirkungen und Weiterbehandlung der entstehenden Emissionen (Abluft, Abwasser). Darüber hinaus erfordert die Entsorgung von Abfällen, die einer MBB unterzogen wurden, zusätzliche Überwachungsmaßnahmen
Besondere Sicherheitsanforderungen	Abluft aus MBB-Anlagen unterliegt der Sammlung und Reinigung. Wenn Abwasser anfällt, muss es ebenfalls gesammelt und behandelt werden. Darüber hinaus ist es notwendig, zusätzliche technische und organisatorische Maßnahmen zu ergreifen, um die Ausbreitung unangenehmer Gerüche zu verhindern und zu minimieren. Aufgrund der Selbstentzündung der Abfälle sind aus brandschutztechnischer Sicht besondere Vorkehrungen zu treffen
Mögliche Risiken für die menschliche Gesundheit	Bei offenen Verarbeitungsprozessen und MBB von Abfällen besteht eine erhöhte Gefahr des Vorhandenseins von Mikroorganismen und Sporen in der Luft. Die Mitarbeiter müssen die bereitgestellte technische und persönliche Schutzausrüstung (Halbmasken) verwenden
Hilfsmittel und Materialien	ausschließlich die oben angegebenen Mittel und Materialien
Der Bedarf an Personal	Der Bedarf an Arbeitskräften hängt maßgeblich von der Produktivität der Anlage ab. Die durchschnittliche Zahl entspricht in etwa der Zahl der Mitarbeiter einer Kompostieranlage. Bei Vorhandensein einer manuellen Sortierlinie steigt der Bedarf an Arbeitskräften entsprechend. Gerade bei komplexen Prozessen ist speziell geschultes Personal erforderlich
Erforderlicher Bereich, Implementierungsmerkmale	Die minimal belegte Fläche hängt von der Leistung der Installation ab. Wenn die Anlage Teil eines Abfalllagers ist, ist nahezu kein zusätzlicher Platzbedarf erforderlich (nur die Fläche für die Kompostierung am Straßenrand und die Humusflächen werden benötigt). Grob kann man vom Platzbedarf für Kompostierungs- und anaerobe Vergärungsanlagen ausgehen

Ungefähre Investitions-, Betriebs- und spezifische Gesamtkosten sowie mögliche Erträge der MBB-Methode sind in der Tabelle 2.12 dargestellt.

Tabelle 2.12 – Geschätzte Betriebsindikatoren (Kosten und Erlöse) der MBB-Methode

Investition Kosten	Betriebskosten	Spezifische Gesamtkosten
<p>Meistens:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kauf eines Grundstücks, Verlegung von Kommunikationsanlagen – abhängig von den örtlichen Gegebenheiten und der geplanten Produktivität (die Kosten sind viel niedriger, wenn die Anlage auf einer Mülldeponie errichtet wird); - Gebäude und Ausrüstung: <p><i>mechanische Phase:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Häuser mit Bunker: 40 EUR/(t pro Jahr) - stationäre Ausrüstung: 20-80 Euro/(t pro Jahr) - Mobilgeräte: 5-10 Euro/(t pro Jahr) <p><i>biologische Phase:</i></p> <p>Zersetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bauelemente: 70-90 Euro/(t pro Jahr) - stationäre Ausrüstung: 110-140 Euro/(t pro Jahr) <p>Fermentation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bauelemente: 50-60 Euro/(t pro Jahr) - stationäre Ausrüstung: 130-180 Euro/(t pro Jahr) <p>*Ungefähr eine voll ausgestattete MBB-Anlage mit einer Kapazität von 50.000 t/Jahr kostet etwa 12 Millionen Euro, bei einer Kapazität von 220.000 t/Jahr etwa 40 Millionen Euro. Bei der Organisation vereinfachter MBB-Prozesse auf bestehenden Deponien – 15-20 Euro pro Tonne Abfall</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Gehalt (abhängig von den lokalen Arbeitsmarktsätzen) - Energieverbrauch, Versicherung usw - Reparatur und Wartung (je Anlagenkomponente: ca. 1% des Investitionsvolumens) - mobile Geräte (z. B. Gabelstapler): 8-15 % des Investitionsvolumens <p>**Anlagen zur MBB durch anaerobe Vergärung haben im Vergleich zu Anlagen zur Zersetzung von Bioabfällen einen höheren Verschleiß, was auf höhere Kosten für deren Wartung zurückzuführen ist (die Gesamtkosten einer Anlage mit einer jährlichen Produktivität von 150.000 Tonnen betragen 90 Euro/Tonne)</p>	<p>Etwa 40-120 EUR/t nur für die Verarbeitung (ohne Deponiekosten und Verwendung alternativer Brennstoffe RDF/SRF)</p>
Mögliches Einkommen		
Aus dem Verkauf von Sekundärrohstoffen		

Die wichtigsten Vor- und Nachteile der MBB-Methode sind in der Tabelle 2.13 dargestellt.

Tabelle 2.13 – Vor- und Nachteile der MBB-Methode

Vorteile	Nachteile
Reduzierung des Volumens und des Reaktionspotentials der eingelagerten Abfälle, was dazu beiträgt, die für die Lagerung benötigte Fläche zu reduzieren sowie die Freisetzung schädlicher Gase, das Volumen des Filterwassers und die Bildung unangenehmer Gerüche zu reduzieren	Aufgrund der unvollständigen Mineralisierung erfordert der Abfall eine zusätzliche Verarbeitung und die Deponien müssen weiter überwacht werden
Verarbeitung verschiedener Materialien und Gewinnung verschiedener Fraktionen zur weiteren Entfernung	Unvollständige Nutzung des Energiewertes von Abfällen
Möglichkeit der Energiegewinnung (Nutzung von Biogas aus einem biologischen Prozess und/oder durch Nutzung des gewonnenen Alternativbrennstoffs RDF/SRF)	
Möglichkeit der Umsetzung in vereinfachter und kostengünstigerer Form	

2.2.3 Verbrennung von Abfällen (im Schichtofen)

Die Verbrennung von Abfällen in einer Bettfeuerung ist eine Methode der thermischen Behandlung von Abfällen, die dazu dient, das Volumen und das Risikopotenzial der gelagerten Abfälle durch Mineralisierung, Abbau und Sedimentation der meisten anorganischen Schadstoffe zu reduzieren und Energie aus den Abfällen zu gewinnen. Die Rauchgasreinigung ist ein integrierter Bestandteil des Prozesses. Diese Methode ist eine der gebräuchlichsten Verbrennungstechnologien zur Massenverbrennung gemischter Haushalts- und Industrieabfälle. Das Anwendungsgebiet dieser Technologie ist nach wie vor weltweit führend. Dazu gehört die Fähigkeit, aus Abfällen Energie zu erzeugen (insbesondere Kraft-Wärme-Kopplung). Im Gegensatz zu anderen Verbrennungsmethoden wird der Abfall auf die Roste in der Brennkammer geleitet. Die Liste der Abfälle, die für die Verbrennungsmethode im Schichtofen am besten geeignet sind, ist in der Tabelle 2.14 dargestellt.

Die eingesetzten und gewonnenen Ausgangsstoffe der Verbrennungsmethode im Bettofen sowie die ungefähre Energiebilanz der Methode sind in den Tabellen 2.15 und 2.16 dargestellt.

Tabelle 2.14 – Abfallarten, die für die Verbrennung im Schichtofen am besten geeignet sind

Abfallart	Nutzungsmerkmale
Gemischter Hausmüll. Farbabfälle	–
Produkte aus Papier/Pappe/Karton	Dabei steht die stoffliche Entsorgung im Vordergrund, die maschinelle Aufbereitung ist notwendig. Die Verbrennung in einem Schichtofen sollte nur zur Behandlung brennbarer Bestandteile verwendet werden, die bei der Sortierung dieser Abfälle abgetrennt werden
Holzabfälle	Es ist notwendig, die Möglichkeit zu prüfen und der Entsorgung einzelner Materialien (Holzrecycling), insbesondere der Fraktionen des unbehandelten Naturholzes, den Vorzug zu geben. Es besteht auch die Möglichkeit, spezielle Holzverbrennungstechnologien (Monoanlagen) einzusetzen.
Altöl	Nur in kleinen Mengen. Die Möglichkeit einer Stoffaufbereitung oder einer anderen Wärmebehandlung (z. B. industrielle Verbrennung) sollte geprüft und ggf. bevorzugt werden.
Gefährlicher Abfall (GA)	Teilweise nur brennbare Stoffe
Spezifischer Produktions- oder Industrieabfall Andere Abfallarten	Brennbare Stoffe

Tabelle 2.15 – Input- und gewonnene Output-Materialien des Verbrennungsverfahrens in einem Schichtofen*

Eingabematerialien	Quellmaterialien
Hausmüll	Schlacke – 200–350 kg pro Tonne Einsatzmaterial
Wasser (Dampferzeuger, Kühlung), der Bedarf an Frischwasser beträgt mindestens 1 m ³ /h pro t/h Verbrauch	Asche/Staub aus dem Kessel und aus der Rauchgasreinigung – 25-40 kg pro Tonne Einsatzstoffe
	Rauchgase – 4.500-6.000 m ³ pro Tonne Einsatzstoffe
	Wasser (vom Dampferzeuger)

*In Verbindung mit dem Gehalt des Anteils regenerativer Komponenten im Abfall (der in Europa durchschnittlich 50 % erreicht) im Vergleich zu fossilen Brennstoffen ist es möglich, eine positive CO₂-Bilanz zu erreichen

Tabelle 2.16 – Ungefähre Energiebilanz des Verbrennungsverfahrens in einem Schichtofen

Eingabematerialien		Eingabematerialien	
Hausmüll	100%	Rauchgase und Verbrennungsverluste	18%
Hilfsenergie (z. B. Erdgas)	< 3% des eingeleiteten Hausmülls	Dampf	82%, davon: - 1,6% Dampf für den Eigenbedarf - bis zu 29% Strom (davon 81% – Stromübertragung, 19% – für den Eigenbedarf) - 19% für Eigenbedarf

Die Zuführung des verbrannten Abfalls zum Rost durch Beschickungssysteme sowie die Verbrennung erfolgt bei dieser Methode kontinuierlich über den Tag, während die Anlieferung des Abfalls an die Anlage periodisch (in den meisten Fällen tagsüber) erfolgt. Deshalb wird vor dem Schichtofen immer ein unterirdischer Bunker installiert. Neben der ständigen Lagerung des notwendigen Vorrats sorgt es für eine Durchmischung der Abfälle, die deren Homogenisierung vor der Verbrennung gewährleistet (Erstellung annähernd stabiler Heizwertindikatoren).

Derzeit sind verschiedene Herdsysteme mit Rosten auf dem Markt. Entsprechend den Hauptrichtungen der Abfall- und Rauchgasversorgung gibt es folgende Systemvarianten:

- *Gleichstromsysteme*. Der Einsatz empfiehlt sich bei Abfällen mit hohem Heizwert (> 9 MJ/kg). Die Reste der Rauchgase gelangen in die Zone mit maximaler Temperatur, was eine bessere Verbrennung von Rauchgasen und Schlacke gewährleistet. Dadurch können Sie auf den Nachbrenner verzichten;

- *Gegenstromsysteme*. Eher geeignet für Abfälle mit niedrigem Heizwert. Die hohe Temperatur der Rauchgase trägt zur Trocknung und Verbrennung des Abfalls bei, ein mögliches Risiko besteht jedoch in der schlechten Durchmischung der Rauchgase, weshalb deren Nachverbrennung unbedingt erforderlich ist;

- *zentrale Strömungssysteme*. Sie kommen zum Einsatz, wenn Abfälle mit unterschiedlichem Heizwert zur Verbrennung gelangen.

Rostsysteme transportieren Abfälle so, dass eine gute Durchmischung und ein Durchlauf durch verschiedene Temperaturzonen gewährleistet ist.

Es gibt drei verschiedene Systeme:

- bei einem *System mit Schubrosten* erfolgt der Transport des Abfalls durch die Roste. Eine geneigte Fläche des Grills ist nicht notwendig, wird aber von manchen Herstellern angeboten. Durch die Beschleunigung der Bewegung des Gitters kann die Vorschubgeschwindigkeit erhöht werden. Dies bietet die Möglichkeit, die Verweilzeit im Ofen zu steuern und sich an Schwankungen bei der Abfallbeladung auf dem Rost anzupassen. Schubroste sind derzeit das wichtigste Rostsystem bei Neuanlagen;

- bei einem *System mit Rückschubgitter* erfolgt der Abfalltransport unter dem Einfluss der Schwerkraft. Die geneigte Fläche ist notwendig, da sich Abfall und Rost in entgegengesetzte Richtungen bewegen. Hubroste eignen sich beispielsweise für nassen Müll.

Bei beiden Rostarten können wassergekühlte Stäbe verwendet werden.

- bei einem *System mit Rollenrosten* erfolgt der Materialtransport durch eine Kombination aus Schwerkraft infolge der Neigung der Rostoberfläche und der Bewegung der Rollen zum Transport des Abfalls. Bewegungen transportieren Abfall nach unten. Eine schnellere Rotation der Walzen führt zu einem schnelleren Transport, jedoch nicht zu einer besseren Durchmischung.

Die effektive Verbrennung auf Rosten erfolgt bei einer Temperatur von 850-950 °C. Am Ende des sich langsam bewegenden Rostes fallen die Verbrennungsrückstände in eine wassergefüllte Entschlackungseinrichtung. Bei der Verbrennung entstehende Rauchgase gelangen in den

Nachbrenner, wo sie bei einer Temperatur von 850 °C verbrannt werden. Rauchgase entstehen meist im Nachbrennerbereich, wo sie bei Temperaturen von 850 °C bis über 1.000 °C verbrennen. In einem Dampfkessel werden Rauchgase auf 200-400 °C abgekühlt. Dabei entsteht in den meisten Fällen überhitzter Dampf (nicht mehr als 40 bar, 400°C). Dampf kann zur Stromerzeugung und als Prozessdampf für Fernwärme genutzt werden.

Die für einen rentablen Betrieb erforderliche Produktivität beträgt mindestens 50.000 t/Jahr = Verbrauch 6,5 t/h, die maximal berechneten Indikatoren liegen bei etwa 225.000 t/Jahr = Verbrauch pro Linie 30 t/h, und die Anzahl der Linien ist nicht begrenzt. Die Produktivität der heute größten Anlagen beträgt 800.000 bis 1.000.000 Tonnen/Jahr.

Neue wassergekühlte Rostsysteme ermöglichen die Verbrennung hochkalorischer Abfallgemische mit einem Heizwert von etwa 16 MJ/kg. Bisher wurde der Heizwert nur auf einem Niveau unter 12 MJ/kg gehalten, weil sonst die thermische Belastung der Gittersysteme zu hoch würde und die Gefahr eines Schmelzens oder einer erheblichen Verkürzung der Lebensdauer des Gitters drohte.

Feuerungsanlagen mit Rosten können grundsätzlich in Kombination mit allen Vorverbrennungsmaßnahmen und Abfallbehandlungsverfahren eingesetzt werden. Sie übernehmen die Aufgabe der Mineralisierung aller brennbaren Stoffe, die nicht anderweitig genutzt oder verarbeitet werden können. Ein weiterer Vorteil ist der synergistische Effekt bei der Verknüpfung mit Prozessen/Industrien, die einen großen Bedarf an thermischer Energie haben und diese aus Müllverbrennungsanlagen beziehen oder die Hauptlast der zentralen Wärmeversorgung übernehmen können.

Die Verbrennung in Schichtenöfen muss mit der Reinigung der Rauchgase verbunden sein, weil die bei der Verbrennung entstehenden Gase erhebliche Mengen gesundheitsschädlicher Stoffe enthalten.

Auch eine kombinierte Erzeugung und Bereitstellung elektrischer und thermischer Energie ist möglich und wünschenswert. Es gilt jedoch die Regel: Eine Erhöhung der Dampferzeugung zur Wärmenutzung führt zu einer Verringerung des Potenzials zur Stromerzeugung. Typische Fälle der Kombination sind beispielsweise 5 % Strom plus 35 % Wärmeleistung oder 10 % Strom plus 20 % Wärmeleistung. Je nach Standort können moderne Installationen diese Werte deutlich verbessern.

Die wichtigsten technischen Anforderungen an die Brennmethode im Schichtofen sind in der Tabelle 2.17 dargestellt.

Tabelle 2.17 – Grundlegende technische Anforderungen an die Brennmethode in einem Schichtofen

Parameter	Anforderungen
Qualität des eingehenden Materials (Abfall)	Verwendung von eingehendem Material (Abfall) mit folgenden Parametern: 1) Heizwert: - mit Luftkühlung der Roste – > 6 MJ/kg und < 12 MJ/kg - mit Wasserkühlung der Roste – 6 MJ/kg bis 25 MJ/kg; 2) Partikelgröße: < 300 mm (ausgenommen bis 1000 mm)
Rauchgasreinigung	Notwendig
Das Vorhandensein überschüssiger Wärmeenergie	Vorzugsweise sollte eine Rückführung überschüssiger Wärmeenergie (Dampf oder Warmwasser) an Drittverbraucher möglich sein
Kraft-Wärme-Kopplung	Alternativ oder zusätzlich ist ein Anschluss zur Übertragung des Stroms an das öffentliche Netz erforderlich

Besondere Merkmale und Grundvoraussetzungen für die Anwendung des Verfahrens zur Abfallverbrennung im Schichtofen (einschließlich Art und Umfang der Anwendung) sind in der Tabelle 2.18 dargestellt.

Tabelle 2.18 – Besondere Merkmale und Grundvoraussetzungen für die Anwendung der Methode der Abfallverbrennung im Schichtofen

Besondere Eigenschaften und Anwendungsanforderungen	
Notwendigkeit einer Vorbearbeitung	Große Störbestandteile (z. B. große Metallteile) müssen aus dem Abfall entfernt werden. Abfälle dürfen keine radioaktiven Bestandteile enthalten (Eingangskontrolle). In manchen Fällen ist ein Vorschleifen erforderlich (für SM)
Möglichkeiten der Nutzung des Quellmaterials	Die bei der Verbrennung anfallende Schlacke kann deponiert oder nach einer Weiterverarbeitung, zu der Metalltrennung und Mahlung/Homogenisierung gehören, verwendet werden, wonach das Material für Bauzwecke (z. B. Straßenbau) verwendet werden kann
Möglichkeiten der Neutralisierung und Entsorgung von Rohstoffen	Rückstände nach der Verbrennung (Schlacke, Asche) können auf der Deponie entsorgt werden. Gleichzeitig müssen die bei der Rauchgasreinigung abgeschiedenen Stoffe als gefährlicher Abfall behandelt und der Entsorgung in speziellen, für diese Stoffe geeigneten und zugelassenen Anlagen zugeführt werden. Die Entsorgung des Materials erfolgt vorzugsweise durch Deponierung in ausgedienten Untertagebergwerken oder durch Endlagerung in unterirdischen Abfalldeponien (Deponien für gefährliche Abfälle)
Die Notwendigkeit einer zusätzlichen Verarbeitung	Stoffe, die bei der Reinigung von Rauchgasen und anderen thermischen Behandlungsprozessen anfallen, gehören zur Kategorie der Gefahrstoffe und unterliegen bei der Entsorgung auf Sonderdeponien einer entsprechenden Behandlung
Besondere Sicherheitsanforderungen	Abgase aus Verbrennungsquellen müssen so behandelt und gereinigt werden, dass keine erhöhte Gesundheitsgefährdung oder Beeinträchtigung der Umwelt entsteht. Beim Bau von Müllverbrennungsanlagen ist insbesondere zur Reduzierung des Lärmpegels auf den Mindestabstand zu nächstgelegenen Gebäuden zu achten
Mögliche Gesundheitsrisiken	Die Freisetzung unbehandelter Rauchgase stellt eine große Gefahr für die öffentliche Gesundheit in den umliegenden Gebieten dar, der durch den Einsatz moderner Reinigungstechnik und Schutzmaßnahmen wirksam begegnet werden kann. Müllverbrennungsanlagen mit modernster Rauchgasreinigungstechnik gelten als gesundheitlich unbedenklich
Hilfsmittel und Materialien	- Öl oder Erdgas (zum Starten und Stoppen der Anlage und zur zusätzlichen Befeuerung bei reduzierten Temperaturen im Nachbrenner); - Adsorptionsmittel und andere Reagenzien (Kalk und flüssiges Ammoniak und andere Teile) (zur Reinigung von Rauchgasen)
Der Bedarf an Personal	Für den 24/7-Betrieb der Anlage ist Folgendes erforderlich: - 15 geschulte Arbeiter pro Linie und Tag (mindestens 1 Ingenieur und 2 Vorarbeiter); - zusätzliches Personal für Verwaltung, Inkassoarbeiten und Wachdienst

Besondere Eigenschaften und Anwendungsanforderungen	
	<p>Insbesondere für das technische Personalmanagement wird qualifiziertes Personal benötigt.</p> <p>Die Anzahl der Leitungen der Anlage hat weniger Einfluss auf den Personalbedarf als die installierte Rauchgasreinigungsanlage</p>
Erforderlicher Bereich, Besonderheiten der Umsetzung	<p>Die erforderliche Mindestfläche beträgt etwa 10.000 m² bei einem Verbrauch von 50.000 t/Jahr bzw. 30.000 m² bei einem Verbrauch von 200.000 t/Jahr.</p> <p>Aufgrund des Vorhandenseins eines unterirdischen Bunkers sollte der Grundwasserspiegel nicht zu hoch sein</p>

Ungefähre Investitions-, Betriebs- und spezifische Gesamtkosten sowie mögliche Erlöse der Müllverbrennungsmethode in einer Schichtfeuerung sind in der Tabelle 2.19 dargestellt.

Tabelle 2.19 – Ungefähre Betriebsindikatoren (Kosten und Einnahmen) der Methode zur Abfallverbrennung in einem Schichtofen

Investitionskosten	Betriebskosten	Spezifische Gesamtkosten
<p>variieren stark je nach eingesetzter Verfahrenstechnik, können beim Bau einer neuen Anlage 50 bis 200 Millionen Euro entstehen</p>	<p>1) Die Betriebskosten liegen zwischen 34 EUR/Tonne und 102 EUR/Tonne;</p> <p>2) Reparatur- und Wartungskosten (aus Investitionskosten pro Jahr):</p> <ul style="list-style-type: none"> - für jedes Element etwa 1 %; - Geräte- und Elektrotechnik ca. 3-4%; <p>3) Personalkosten – abhängig vom lokalen Arbeitsmarkt</p>	<p>ca. 80-250 EUR/t* (inkl. Rauchgasreinigung)</p> <p>* Eine hohe Anlagenproduktivität, eine einfache Rauchgasreinigung und eine gute Erlössituation aus dem Verkauf von Strom und Dampf verbessern insgesamt die Kostensituation</p>
Mögliches Einkommen		
Aufgrund des Verkaufs von Strom und Dampf/Warmwasser		

Die wichtigsten Vor- und Nachteile der Abfallverbrennungsmethode im Schichtofen sind in der Tabelle 2.20 dargestellt.

Tabelle 2.20 – Vor- und Nachteile der Methode der Abfallverbrennung im Schichtofen

Vorteile	Nachteile
Maximale Reduzierung der Abfallmenge, die auf Deponien landet (aufgrund zuverlässiger und bewährter Abfallentsorgungstechniken)	Hohe Investitionskosten (insbesondere zur Erfüllung von Sicherheitsanforderungen)
Reduzierung des Schadstoffpotenzials und der Reaktivität von Abfällen	Die Bewohner der Gemeinde sind aktiv besorgt über mögliche Gesundheitsrisiken
Die Möglichkeit, Energie aus Abfällen zur Erzeugung von Strom und Wärme/Kälte zu nutzen	Der Bedarf an einer großen Zahl hochqualifizierter Arbeitskräfte
Rückgewinnung von Eisen- und Nichteisenmetallen bei der Verarbeitung von Asche und Schlacke	Hohe Abhängigkeit von der Einhaltung technischer Vorschriften
Aufbereitung schadstoffhaltiger Fraktionen zur Ausschleusung aus dem Entsorgungskreislauf	Die Notwendigkeit eines Systems zur chemischen Reinigung von Rauchgasen

2.2.4 Brikettierung

Die Brikettierung dient der vorübergehenden Lagerung fester Abfälle, die einer weiteren Verarbeitung bedürfen, und ist keine Abfallbehandlungstechnologie.

Es wird empfohlen, die Brikettierung von Hausmüll in speziellen Pressen mit einem spezifischen Druck von mindestens 20 kg/cm² durchzuführen. Bestandteile des Hausmülls, die entweder bei der getrennten Abfallsammlung oder bei der Sortierung des allgemeinen Abfallstroms auf Abfallsortierlinien anfallen, unterliegen der Brikettierung. Durch die Verdichtung kann das belegte Volumen um das 5- bis 6-Fache reduziert werden. Dies führt zu Platzeinsparungen bei der Lagerung und dem Transport zur Weiterverarbeitung.

2.2.5 Auswahl der Technologie zur Verarbeitung und Vorbereitung zur Endlagerung

Abfallbehandlungsverfahren, die auf dem Prinzip der anaeroben Vergärung oder Fermentation basieren, sollten als ergänzendes Element zur Kompostierung im Bereich der biologischen Abfallbehandlung betrachtet werden. Gleichzeitig haben sie den Vorteil, dass die im Abfall enthaltene Energie zusätzlich genutzt wird. Die Anlagen benötigen in der Regel weniger Platz und unterliegen weniger Einschränkungen hinsichtlich der Reinheit des Ausgangsmaterials. Die anaerobe Fermentation kann daher als eigenständiges Verfahren zur Behandlung biologischer, möglichst getrennt gesammelter Abfälle eingesetzt werden. Sie kann aber auch integraler Bestandteil der mechanisch-biologischen Behandlung gemischter Restabfälle sein, die sich mit der Einführung eines Verlagerungsverbots für unbehandelte Abfälle als Verfahren der Abfallbehandlung etabliert hat. Diese Art der Abfallbehandlung, zusammen mit beispielsweise einer alternativen Verbrennung, ermöglicht es, das Volumen des zu vergrabenden Abfallstroms erheblich zu reduzieren und insbesondere biologisch reaktive Substanzen in diesem Abfallstrom zu minimieren. Diese Technologie kombiniert in vielen Phasen des Prozesses die Trennung von Stoffen für das Recycling sowie die Energienutzung und/oder Stabilisierung der biologisch abbaubaren Fraktion vor der Entsorgung.

Mechanisch-biologische Abfallbehandlung ist ein Oberbegriff für alle Konzepte, bei denen die Behandlung von Abfällen durch eine Kombination mechanischer und biologischer Verfahren einschließlich Technologien mit umgekehrter Verfahrensfolge erfolgt. Die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale verschiedener Konzepte sind die Abfolge der wichtigsten Prozessschritte und der Zweck der biologischen Verarbeitungsstufe. Die Hauptstufen des Prozesses in der allgemeinen Technologiekette orientieren sich entweder am Konzept der „Zersetzung“ oder an der Idee der „Stabilisierung“.

Bei der Variante „Zersetzung“ erfolgt zunächst eine mechanische Aufteilung des Gesamtrohstoffstroms in zur unterschiedlichen Entsorgung geeignete, ggf. energetisch genutzte Fraktionen oder Fraktionen, die einer weiteren biologischen Behandlung zugeführt werden. Als Stufe der biologischen Behandlung können Abbau- oder Fermentationsverfahren oder eine Kombination einzelner Elemente beider Verfahren eingesetzt werden. Beim Einsatz der anaeroben Vergärungsmethode als biologische Behandlungsstufe liegt das Hauptaugenmerk bei der Prozessgestaltung auf der optimierten Biogasproduktion. Bei der Anwendung des Zersetzungsverfahrens bei gemischten Restabfällen besteht die Hauptaufgabe darin, biologisch stabilisiertes bzw. von Schadstoffen befreites und für die energetische Nutzung geeignetes Material zu gewinnen.

Unter dem Gesichtspunkt der „Stabilisierung“ wird der Abfall vollständig biologisch behandelt. Ziel ist die biologische Trocknung und maximale Hygienisierung des Abfalls vor der nächsten mechanischen Trennung von nicht brennbaren Bestandteilen. Der verbleibende Stoffstrom kann als sogenannter Brennstoffersatz zur Energieerzeugung in geeigneten Verbrennungsanlagen genutzt werden.

Bei der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung handelt es sich nicht um eine Methode zur vollständigen Abfallbehandlung, da die dabei anfallenden Rückstände zusätzlichen Arbeitsgängen in

Form einer geordneten Vergrabung oder Verbrennung unterzogen werden müssen. Allerdings ist die Wahl eines der beiden genannten Verfahren bereits vor der Errichtung von Anlagen bzw. vor dem Einsatz mechanisch-biologischer Abfallbehandlung erforderlich.

Die Verbrennung von Abfällen oder deren thermische Nutzung wird häufig als wichtiger Bestandteil der Umsetzung einer modernen integrierten Abfallwirtschaftsstrategie eingesetzt. Unter den Optionen ist die Energiegewinnung und Wärmeabfuhr aus der Müllverbrennung die zuverlässigste und effizienteste, die von der Methode der Entsorgung nicht wiederverwertbarer Abfälle (die nicht anders entsorgt werden können) profitiert. Auch konventionelle Verbrennungsverfahren wie die Rostfeuerung und die Schwebebettverbrennung werden hinsichtlich Sicherheit und Effizienz stetig verbessert. Darüber hinaus eignen sie sich in Kombination mit entsprechender Reinigungs- und Nachsorgetechnik auch für die unterschiedlichsten Abfallstoffe, auch für Abfälle mit hohem Schadstoffgehalt. Sie haben sich auf der ganzen Welt bestens bewährt.

Die Verwendung von Abfällen als alternativer Ersatzbrennstoff oder Brennstoffersatz in der Industrie zur Energieerzeugung ist eine Möglichkeit, ausgewählte oder relevante Bestandteile des Abfalls zu behandeln. Dabei handelt es sich um die Mitverbrennung von speziell aufbereiteten (von anderen Abfallstoffen getrennten) und aufbereiteten hochkalorischen Abfällen in Industrieöfen (Zementöfen oder Kraftwerke, Öfen der Papierindustrie) oder deren Nutzung in Form einer Monoverbrennung in spezialisierten Kraftwerken.

Alle Wärmebehandlungsprozesse müssen strengen Vorschriften und Anforderungen unterliegen, um potenziell toxische und andere Emissionen, die erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt haben, zu verhindern, zu reduzieren und zu kontrollieren. Diese Bedingungen bzw. Eingriffe haben großen Einfluss auf den Kapitalbedarf und die Produktionskosten von Müllverbrennungsanlagen. Die Art der letztendlich auftretenden Emissionen und die Notwendigkeit ihrer Behandlung oder Kontrolle hängen stark von der Zusammensetzung des Abfalls und dem Verfahren zu seiner Verbrennung ab. Bei der Anwendung und Verbesserung thermischer Verarbeitungsverfahren muss verstärkt auf die Reduzierung von Emissionen geachtet werden. Dabei spielen Rauchgasreinigungstechnologien eine äußerst wichtige Rolle.

Die Wahl der Abfallbehandlungsmethode und der Bauart der Abfallentsorgungsanlage in einer bestimmten Siedlung oder Region hängt vollständig von den örtlichen Gegebenheiten ab und erfolgt auf der Grundlage technisch-wirtschaftlicher und ökologisch-hygienischer Faktoren.

Die Hauptfaktoren für die Wahl der Behandlungsmethoden für Hausmüll können sein: Zusammensetzung, Eigenschaften und Menge des Hausmülls, Methoden seiner Sammlung; örtliche Bedingungen – Bevölkerungsgröße, Bedarf an Sekundärrohstoffen, Verfügbarkeit lokaler Unternehmen, die einzelne Bestandteile des Hausmülls verarbeiten können; die Möglichkeit, nützliche Eigenschaften von Hausmüllbestandteilen zu nutzen; Kapital- und sonstige Anfangskosten für die Umsetzung und Behandlung von Hausmüll; Betriebskosten für die Verarbeitung von Hausmüll unter Berücksichtigung der zurückerstatteten Beträge der Kosten für die Verarbeitung von Produkten usw. Auch die Möglichkeit der Grundstückszuteilung für solche Objekte wird berücksichtigt.

Eine der Hauptaufgaben der Abfallbehandlung besteht darin, das Risiko für die menschliche Gesundheit und die Umweltverschmutzung zu verringern. Die vorrangigen Methoden sind diejenigen, die die negativen Folgen zunichte machen oder es zumindest ermöglichen, sie zu minimieren. In jedem Fall muss die Risikominderung bei der Abfallbewirtschaftung durch die Einhaltung von Hygienevorschriften und einschlägigen Hygienestandards sichergestellt werden. Die Forschung zur morphologischen und fraktionellen Zusammensetzung von Abfällen, ihrer Dichte, Feuchtigkeit und thermotechnischen Eigenschaften ist grundlegend.

ABSCHNITT III. ANALYSE DER RISIKEN DER UMSETZUNG VERSCHIEDENER PROJEKTE ZUM BAU (STANDORT) DER VERARBEITUNGS- (SORTIER-)ANLAGE VON SEKUNDÄRROHSTOFFEN

Bei der Umsetzung von Entwurfsaufgaben und Betriebsfunktionen eines Projekts oder Unternehmens treten Ereignisse oder Phänomene auf, die deren Wirksamkeit und Effizienz beeinträchtigen können. Es ist wichtig, diese Ereignisse zu bestimmen und dabei ihr Potenzial zu berücksichtigen, neue Möglichkeiten für das Unternehmen zu schaffen, oder umgekehrt ihre möglichen negativen Auswirkungen auf die Erreichung ihres Ziels (Mission), ihrer Ziele, Zielsetzungen, der Qualität der Leistungserbringung usw. Darüber hinaus ist es wichtig, sowohl interne als auch externe Umstände zu berücksichtigen, die zum Eintreten dieser Ereignisse geführt haben.

3.1 Analyse der Sicherheitsgrundlagen für die Umsetzung von Projekten im Bereich Abfallwirtschaft

Derzeit kann die Umsetzung von Projekten, die auf verschiedenen Optionen zur Behandlung von Hausmüll, einschließlich mechanischer und biologischer Behandlung, basieren, in der Ukraine und in einzelnen Regionen mit einer Reihe von Risiken verbunden sein. Diese Risiken führen zu einer Verzögerung der Umsetzung des Projekts oder zu dessen völligem Stopp.

Wir werden die Probleme im Zusammenhang mit der Bildung einer Sicherheitsgrundlage für die Umsetzung von Abfallwirtschaftsprojekten auf staatlicher, wirtschaftlicher, sozialer und technologischer Ebene skizzieren. Die Tabelle 3.1 zeigt die faktorielle PEST-Analyse.

Tabelle 3.1 – PEST-Analyse der Sicherheitsgrundlage für die Umsetzung von Projekten im Bereich der Abfallwirtschaft

Politische (staatliche) Faktoren	Wirtschaftliche Faktoren
Umsetzung des Nationalen Abfallwirtschaftsplans in der Ukraine bis 2030	Einführung des Mechanismus der erweiterten Herstellerverantwortung
Verabschiedung untergeordneter Rechtsakte zum Gesetz der Ukraine „Über die Abfallwirtschaft“ zur Umsetzung der etablierten Mechanismen	Einführung der Investitionskomponente der Tarife für Dienstleistungen (Erstattung wirtschaftlich gerechtfertigter Kosten für Abfallentsorgung und -wartung)
Entwicklung der institutionellen Struktur der Kompetenzverteilung und Verantwortlichkeiten verschiedener Exekutivorgane im Bereich der Abfallwirtschaft	Entwicklung des Marktes für Sekundärrohstoffe
Entwicklung und Förderung öffentlich-privater Partnerschaften	Stärkung der Zahlungsdisziplin in der Bevölkerung
Bereitstellung von Kreditprogrammen zur Schaffung regionaler Infrastruktureinrichtungen für die Abfallwirtschaft	Gewährleistung der Standardisierung der Produkte nach der Abfallbehandlung
Soziale Faktoren	Technologische Faktoren
Öffentliches Bewusstsein und aktive Beteiligung der Öffentlichkeit an der Entscheidungsfindung	Schaffung einer Infrastruktur für Sammlung, Transport, Verarbeitung und Entsorgung von Abfällen
Einhaltung ökologischer, sanitärer und hygienischer Standards zum Wohl der Bevölkerung	Erweiterung der technischen und technologischen Möglichkeiten der Abfallsammlung, des Transports, der Sortierung, der Kompostierung, der Verarbeitung und der Entsorgung

Erhöhung des Abdeckungsgrades der Abfallsammeldienstleistungen, einschließlich der getrennten Sammlung durch das Containersystem, mit Hilfe von Annahmestellen für Sekundärrohstoffe, Annahmestellen für gebrauchte Waren, Annahmestellen für Waren für Reparaturzwecke, usw.	Sanierung der Hausmülldeponie nach modernen Standards
Bereitstellung von Öko-Bildung für die Bevölkerung	Erstellung eines informationsanalytischen Systems zur Erfassung der Hausmüllmengen
Gewährleistung des öffentlichen Zugangs zu Informationen über den Stand der Abfallwirtschaft	Einhaltung der Betriebsregeln der Infrastruktureinrichtungen der Abfallwirtschaft und der Sammel-, Transport-, Verarbeitungs- und Entsorgungssysteme.
Gewährleistung eines umfassenden Zugangs zu Abfallsammel- und -entsorgungssystemen und -einrichtungen	Sicherstellung einer rechtzeitigen Modernisierung, Rekonstruktion und technischen Umrüstung der Infrastruktureinrichtungen, Maschinen und Mechanismen der Abfallwirtschaft

Der angegebene Abschnitt der Faktoren zeigt die Vernetzung des Aufgabenkomplexes auf der Grundlage des Nationalen Abfallwirtschaftsplans in der Ukraine bis 2030 und zeigt, dass ein koordiniertes Management in der Lage ist, eine ökologisch und sozial sichere Entwicklung, Umsetzung von Bauprojekten im Bereich der Abfallwirtschaft zu gewährleisten, und bergen auch das Risiko einer Nichterfüllung oder Verzögerungen bei der Umsetzung.

3.2 Analyse der Risiken der Umsetzung verschiedener Bauprojekte der Abfallbehandlungsanlage

Auf der Grundlage der PEST-Analyse der Sicherheitsgrundlage für die Umsetzung von Projekten im Bereich der Abfallwirtschaft ermitteln wir die Hauptrisiken, die bei der Umsetzung des Bauprojekts der Abfallbehandlungsanlage (einschließlich verschiedener technologischer Optionen) auftreten können. Die Ergebnisse der Bewertung werden in Tabelle 3.2 dargestellt. Risiken werden in wirtschaftliche, soziale und technologische Risiken unterteilt. Der Grad der Risikoauswirkung auf technische und wirtschaftliche Indikatoren wird mit „hoch“ und „mittel“ bewertet. Eine hohe Auswirkung kann die Umsetzung des Projekts stoppen oder die geplante Aktivität erheblich verschieben. Der durchschnittliche Einfluss kann die Arbeitseffizienz verändern und technische und wirtschaftliche Indikatoren beeinflussen. Risiken mit geringer Auswirkung wurden nicht berücksichtigt.

Tabelle 3.2 – Analyse der Risiken der Umsetzung verschiedener Bauprojekte der Abfallbehandlungsanlage

Name des Risikos	Folgenabschätzung	Mögliche Instrumente zur Beeinflussung von Risiken
Wirtschaftliche Risiken		
Senkung der Einkaufspreise für Sekundärrohstoffe	Hoch	Ein Unternehmen zur Verarbeitung von Hausmüll muss die Anforderungen von ISO 9000 und ISO 14000 erfüllen. Gemäß diesen Standards organisiert das Unternehmen ein System zur Überwachung und Prognose der Preise für Sekundärrohstoffe sowie eine Form von

Name des Risikos	Folgenabschätzung	Mögliche Instrumente zur Beeinflussung von Risiken
		Plänen für den Verkauf von Sekundärrohstoffen
Der Anstieg der Kosten für Energieträger, Strom und Wärmeenergie sowie andere kommunale Dienstleistungen	Hoch	Die Kostenentschädigung für Energieträger ist auf eine rechtzeitige Änderung des Tarifs für die Leistung zurückzuführen. Die Aufgabe des Unternehmens und der kommunalen Selbstverwaltungsorgane besteht darin, koordinierte und synchrone Maßnahmen für eine rechtzeitige und wirtschaftlich gerechtfertigte Tarifänderung zu erreichen
Mangel an garantierten Verbrauchern von Sekundärrohstoffen oder kommerziellen Produkten	Mittlere	Ein Unternehmen zur Verarbeitung von Hausmüll muss die Anforderungen von ISO 9000 und ISO 14000 erfüllen. Gemäß diesen Standards organisiert das Unternehmen die Arbeit auf vertraglicher Basis, organisiert den Verkauf von Sekundärrohstoffen über elektronische Auktionen usw.
Das Wachstum des Wechselkurses ausländischer Währungen	Hoch	Der Anstieg des Wechselkurses von Fremdwährungen wirkt sich auf die technischen und wirtschaftlichen Kennzahlen des Abfallbehandlungsunternehmens aus, wenn das Projekt zu Lasten der Kreditmittel des MFI umgesetzt wurde. Bei der Entwicklung des Projekts und der Unterzeichnung des Kreditvertrags wird die prognostizierte Entwicklung des Wechselkurses der Fremdwährung festgelegt. Die Differenz der prognostizierten Wechselkurse wird in der Regel durch den lokalen Haushalt ausgeglichen
Fehlen eines wirtschaftlich gerechtfertigten Tarifs für die Hausmüllentsorgung	Hoch	Es ist wichtig, hohe Standards bei der Abfallentsorgung aufrechtzuerhalten. Ein Unternehmen zur Behandlung von Hausmüll muss die Anforderungen von ISO 9000 und ISO 14000 erfüllen. Der Abschluss eines Kreditvertrags garantiert in der Regel die Annahme eines wirtschaftlich gerechtfertigten Tarifs durch die kommunalen Selbstverwaltungsorgane.
Reduzierung der fristgerechten Zahlungen der Bevölkerung für Abfallentsorgungsleistungen	Hoch	Die Durchführung von Aufklärungskampagnen, die Information der Öffentlichkeit über Massenmedien, die Durchführung einmaliger Werbeaktionen und ein transparentes Abfallmanagementsystem für die Öffentlichkeit tragen in der Regel zur pünktlichen Bezahlung von Dienstleistungen bei. Zu den Aufgaben der kommunalen

Name des Risikos	Folgenabschätzung	Mögliche Instrumente zur Beeinflussung von Risiken
		Selbstverwaltungsorgane gehört zugleich die Entwicklung des Gemeinwohls, was zur rechtzeitigen Bezahlung der Leistungen beiträgt
Soziale Risiken		
Wachsende soziale Unzufriedenheit der Gemeindebevölkerung aufgrund möglicher Umweltfolgen	Mittlere	Die Durchführung von Aufklärungskampagnen, die Information der Öffentlichkeit über Massenmedien, die Durchführung einmaliger Aktionen und ein transparentes Abfallmanagementsystem für die Öffentlichkeit tragen in der Regel zur loyalen Meinung der Öffentlichkeit bei. Experten empfehlen die Schaffung eines ökologischen Bildungszentrums auf der Grundlage der Abfallbehandlungsanlage, das einen erheblichen kulturellen und pädagogischen Beitrag leisten wird. Die Schaffung einer ökologischen Bedeutung der Abfallbehandlungsanlage erhöht das Ansehen des gesamten Managementsystems. Das Unternehmen muss mit allen verfügbaren Mitteln systematisch mit der Bevölkerung kommunizieren und Jugendliche und Kinder aktiv in die Umweltbildung einbeziehen
Technologische Risiken		
Verringerung der Effizienz technologischer Prozesse	Mittlere	Entwicklung und Einhaltung der Anforderungen der technologischen Vorschriften des Unternehmens
Verzögerung bei der Lieferung an die Hausmüllbehandlungsanlage aufgrund unvorhergesehener Umstände	Mittlere	Schaffung einer täglichen Menge an Hausmüll (Erstellung eines Trichtersammlers, Verwendung von Schwerlastbehältern) oder Schaffung einer vorab angesammelten Menge getrennt gesammelter Sekundärrohstoffe
Unterbrechung einzelner technologischer Verbindungen	Mittlere	Entwicklung und Einhaltung der Anforderungen der technologischen Vorschriften des Unternehmens
Organisatorische Risiken		
Mangel an qualifizierten Arbeitskräften	Mittlere	Gehaltserhöhung. Schaffung von Bedingungen für das Interesse der Studierenden lokaler Hochschulen (Exkursionen, Praktika, Studium, Arbeit)
Mangel an ungelernten Arbeitskräften	Mittlere	Gehaltserhöhung

Somit sind Risiken von Ereignissen möglich, die sich auf die technischen und wirtschaftlichen Kennzahlen des Verarbeitungs- oder Projektumsetzungsgegenstandes auswirken können. Um ein effektives Unternehmensmanagement zu etablieren, wird die Implementierung des ISO 31000 „Enterprise Risk Management System“ empfohlen.

Ein wirksames Risikomanagement im Unternehmen sollte eine Reihe von Maßnahmen und Strategien umfassen, die auf die Identifizierung, Analyse, Reduzierung, Kontrolle und Minimierung möglicher negativer Folgen von Ereignissen abzielen, die die Erreichung der Ziele der Organisation beeinträchtigen können. Wir fassen die Komponenten eines wirksamen Risikomanagements zusammen:

A) *Identifizierung von Risiken*: Ermittlung aller möglichen Risiken im Unternehmen, die sich auf die Tätigkeit auswirken können. Dies können finanzielle, technische, betriebliche, rechtliche, Reputationsrisiken usw. sein.

B) *Risikoanalyse*: Expertenbewertung der Wahrscheinlichkeit und möglichen Folgen jedes identifizierten Risikos.

C) *Risikoreaktionsplanung*: Entwicklung von Strategien und Aktionsplänen zur Reduzierung der Auswirkungen von Risiken auf die Organisation. Dies kann das Ergreifen von Maßnahmen zur Risikoprävention, die Übertragung von Risiken durch Versicherungen oder Verträge, die Minderung durch Reaktionsplanung usw. umfassen.

D) *Umsetzung von Risikomanagementmaßnahmen*: Durchführung der notwendigen Veränderungen und Maßnahmen in der Organisation, die zur Risikominderung beitragen. Dies kann die Einführung neuer Verfahren, Änderungen technischer Vorschriften, Personalschulungen usw. umfassen.

E) *Überwachung und Kontrolle*: Risikoverfolgung und -bewertung. Basierend auf den Ergebnissen der Risikoüberwachung werden Anpassungen an den Strategien, Plänen und technologischen Vorschriften des Unternehmens vorgenommen.

Generell ist ein wirksames Risikomanagement ein wesentlicher Bestandteil der erfolgreichen Führung eines jeden Unternehmens und trägt dazu bei, die Nachhaltigkeit und Stabilität seines Betriebs sicherzustellen.

ABSCHNITT IV. ANALYSE DER WICHTIGSTEN TECHNOLOGISCHEN, KONSTRUKTIONELLEN UND ARCHITEKTONISCHEN PLANUNGSLÖSUNGEN

4.1 Das bestehende System der Hausmüllsammlung in der Stadt Uschhorod

Die Stadt Uschhorod hat die Aufgabe, die Menge des Hausmülls, der zur Entsorgung auf die Hausmülldeponie gebracht wird, zu reduzieren. Einer der wichtigsten Prozesse im vorgeschlagenen Konzept der Hausmüllentsorgung in der Arbeit „Analyse des aktuellen Abfallentsorgungssystems“ (im Folgenden: Analyse)¹⁰ ist der Prozess der Sortierung durch die Einführung eines Systems der getrennten Sammlung von Hausmüll in der gesamten Stadt, einschließlich wertvolle recycelbare Bestandteile (Papier, Pappe, Glas, Polymermaterialien, Metalle). Dadurch lässt sich nicht nur die Menge des auf der Deponie zu entsorgenden Hausmülls deutlich reduzieren, sondern auch deren Auswirkungen auf die Umwelt und die allgemeine ökologische Situation verringern. Darüber hinaus werden Einnahmen aus dem Verkauf sortierter Sekundärrohstoffe erzielt. Die Organisation der getrennten Sammlung von Hausmüll ist eine der vielversprechendsten Möglichkeiten, das Problem des Hausmülls zu lösen.

Die getrennte Sammlung des restlichen Hausmülls (gemischt, ohne Sekundärrohstoffe) erfolgt auf lokaler Ebene und umfasst:

- Containerpark (aktualisiert) für Resthausmüll (gemischt) der KMP-Klasse 1-4 gemäß SSTB 8476:2015 (mit einem Fassungsvermögen von bis zu 1,3 m³).

Die getrennte Sammlung ressourcenwerter Bestandteile des Hausmülls (Sekundärrohstoffe) erfolgt auf lokaler Ebene und umfasst:

- Containerpark (Update) für ressourcenschonende Komponenten des KMP-Typs der Klassen 1-4 nach SSTB 8476:2015 (mit einem Fassungsvermögen von bis zu 1,3 m³);
- Schaffung spezialisierter kommunaler Abfallsammelstellen, die folgende Abfallarten annehmen:
 - gefährlicher Abfall als Teil des Hausmülls;
 - Sperrmüll (SM) (Möbel, große Haushaltsgegenstände etc.);
 - Sekundärrohstoffe;
 - Elektro- und Elektronik-Altgeräte (EEAG), Altbatterien und -akkumulatoren;
 - Garten- und Parkabfälle biologischen Ursprungs (Gras, Blätter, Äste usw.) (Bioabfall);
 - Bauabfälle.

Aufgrund der Tatsache, dass in Siedlungen mit mehr als 50.000 Einwohnern spezialisierte kommunale Abfallsammelstellen eingerichtet sind, wurden für die Stadt Uschhorod zwei Punkte eingeführt.

Die getrennte Sammlung biologisch abbaubarer Abfälle (Lebensmittelabfälle, hauptsächlich pflanzlichen Ursprungs) erfolgt auf lokaler Ebene und umfasst:

1) Anregung und Ermutigung der Stadtbewohner durch die kommunalen Selbstverwaltungsorgane zur getrennten Sammlung und Kompostierung organischer Abfälle (Bioabfälle), vor allem in Privathaushalten einzelner Gutsgebäude, die keiner Infrastrukturentwicklung bedürfen.

Getrennte Sammlung gefährlicher Abfälle als Teil des Hausmülls. Die Sammlung gefährlicher Abfälle im Rahmen des Abfallmanagementsystems erfolgt auf folgende Weise:

- spezialisierte kommunale Abfallsammelstellen;
- mobile (mobile) Annahmestellen für gefährliche Abfälle.

¹⁰ „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“ (Finanzhilfvereinbarung NAKOPA E-UKR.1-20 vom 14.11.2020), 2022

Die getrennte Sammlung von Altbatterien, Akkumulatoren und Elektro- und Elektronikgeräten bis zur Einführung des Prinzips der erweiterten Herstellerverantwortung in der Ukraine und der Umsetzung des Sammelsystems auf nationaler Ebene kann im Rahmen von Pilotprojekten in den folgenden Richtungen durchgeführt werden:

- Schaffung spezialisierter kommunaler Abfallannahmestellen;
- Schaffung mobiler (mobiler) Annahmestellen für gefährliche Abfälle und Elektro- und Elektronik-Altgeräte.

Getrennte Sammlung anderer Abfälle: Sperrmüll, Bauabfälle der Bevölkerung, Bau- und Abbruchabfälle. Die Art und Weise der Organisation der Sammlung wird von den zuständigen lokalen Selbstverwaltungsorganen unabhängig festgelegt und umfasst Folgendes:

- Schaffung spezialisierter kommunaler Abfallannahmestellen;
- Einführung eines Sammelsystems (Sammeln an wohnnahen Containerstandorten in Portalrollcontainern vom Typ KZR oder „Big Bag“) und Beseitigung von Sperrmüll, Bauabfälle der Bevölkerung aus der Bevölkerung gemäß Anwendungsschema;
- Beseitigung von Bau- und Abbruchabfällen aus dem Stadtgebiet getrennt von anderen Abfallarten gemäß dem festgelegten Zeitplan.

Die wichtigsten geplanten Objekte der Infrastruktur des Hausmüllsammelsystems

Basierend auf den verfügbaren Ausgangsdaten und den örtlichen Gegebenheiten ist geplant, die wichtigsten Infrastruktureinrichtungen des Hausmüllsammelsystems in der Stadt Uschhorod (Tabelle 4.1) zu schaffen und auszubauen, darunter spezialisierte kommunale Sammelstellen für Hausmüll; ein Containersystem für die getrennte Sammlung von Hausmüll (ressourcenwertvolle Bestandteile) und ein Containersystem für die Sammlung von gemischtem Hausmüll (einschließlich unterirdischer Container). Darüber hinaus ist in Übereinstimmung mit der Nationalen Abfallwirtschaftsstrategie in der Ukraine bis 2030 die Schaffung von Folgendem vorgesehen:

- ein Netzwerk von **Sammelstellen für die Wiederverwendung gebrauchter Möbel, Haushaltsgeräte, Kleidung und anderer Güter**. Sie können als Bestandteil des Volumen-Raumplans spezialisierter kommunaler Abfallsammelstellen mit separatem Raum oder separat (bis 2030 in regionalen Zentren) erstellt werden;
- **Abfallsammelzentren für deren Reparatur zur Wiederverwendung** (hauptsächlich Elektro- und Elektronik-Altgeräte) (100 Zentren in der gesamten Ukraine bis 2023 bzw. 250 Zentren bis 2030).

Tabelle 4.1 – Objekte der Infrastruktur des Hausmüllsammelsystems in der Stadt Uschhorod

Name des Standortbereichs	Bevölkerung	Spezialisierte kommunale Abfallsammelstellen	Sammelstellen für die Wiederverwendung gebrauchter Waren	Abfallsammelstellen für deren Reparatur zur Wiederverwendung	Unterirdische Container
	Menschen	Einheiten	Einheiten	Einheiten	Einheiten
Uschhorod	115 542	2	1	1	12

Die Auswahl von Sekundärrohstoffen aus in Containern gesammeltem oder in Müllwagen verladenem Hausmüll ist nur in Fachbetrieben für die Behandlung von Hausmüll (mit Sortierung) und in Übereinstimmung mit den Anforderungen des Abfallwirtschafts- und Hygienerechts zulässig. Es empfiehlt sich, eine weitere Sortierung und Aufbereitung des Hausmülls dann durchzuführen, wenn ausreichende Abfallmengen vorhanden sind, die eine wirtschaftliche Nutzung der Aufbereitungs- (Sortier-)Anlage ermöglichen.

Optionen für den Umgang mit Hausmüll sind in Anhang A dargestellt.

4.2 Analyse der Möglichkeiten/Optionen für den Einbau geschlossener Plattformen und unterirdischer Container unter Berücksichtigung der Lage unterirdischer Netze

4.2.1 Analyse der Arten von Containerstandorten

Containerstellplätze (KM) sind speziell ausgestattete Stellplätze für die Aufstellung von Containern zur Lagerung von Hausmüll. Sie dienen der rechtzeitigen Sammlung von Hausmüll, der Schaffung sicherer Bedingungen für deren Lagerung, der Entfernung aus Wohngebieten und Höfen, öffentlichen Straßen und anderen Objekten der Siedlungsverbesserung sowie der Durchführung von Massenveranstaltungen.

Für die Sammlung von Siedlungsabfällen werden zwei Arten von CM verwendet – oberirdisch und unterirdisch (halbunterirdisch).

Es gibt offene (freier Zugang zu aufgestellten Containern für Hausmüll) und geschlossene (beschränkter Zugang zu aufgestellten Containern für Hausmüll – verfügen entweder über einen Code oder ein Vorhängeschloss) Bodencontainerstandorte. Durch die Einrichtung geschlossener Standorte wird das Sammeln von Hausmüll wesentlich komfortabler und bequemer, was es bis zu einem gewissen Grad ermöglicht, den ordnungsgemäßen hygienischen Zustand des Containerstandorts sicherzustellen, unter anderem durch die Verhinderung des Zugangs zu ihnen durch Außenstehende. Die Kosten für die Herstellung eines Bodencontainerstandorts liegen zwischen 16.000 und 23.000 UAH und hängt von der Anzahl der installierten Container ab.

Unterirdische (halbunterirdische) Containerstandorte sind unterirdische (halbunterirdische) Containersysteme der folgenden Typen:

- *mit eigenem Hebemechanismus* – in Form einer Hebebühne, die in einem vorbereiteten Betonbunker installiert wird. Auf der Plattform werden Eurocontainer mit einem Volumen von 1,1 m³ abgestellt, die mit der vorhandenen hydraulischen Hebevorrichtung an die Oberfläche gehoben werden, unter der Plattform ausgerollt und in klassischer Weise mit Müllfahrzeugen bedient. Die Wartung des Containers erfordert keine teure Spezialausrüstung, es besteht jedoch die Möglichkeit eines Ausfalls der vorhandenen Ausrüstung zum Heben der Plattform. Die Herstellungskosten des Systems belaufen sich auf 200.000 UAH basierend auf 1 Container;

- *mit externer Hebevorrichtung* – in Form einer unterirdischen Betonschüssel, in der Spezialbehälter mit einem Volumen von bis zu 5 m³ eingebaut sind, die von Müllwagen mit speziellen Manipulatorkränen aufgenommen und abtransportiert werden. Die Wartung von Containern erfordert teure Spezialausrüstung, es gibt jedoch keine eingebaute Ausrüstung zum Heben von Containern, die ausfallen kann, und es ist möglich, durch die Herstellungskosten des Systems erheblich Platz für die Installation solcher Plattformen auf dem Gebiet der Siedlung einzusparen ab 200.000 UAH basierend auf 1 Container.

Die Hauptvoraussetzung für die Installation beider Arten von unterirdischen Containern ist das Fehlen einer unterirdischen Kommunikation und bei Systemen mit einer externen Hebevorrichtung das Fehlen einer oberirdischen Kommunikation.

Unterirdische Containerstandorte sind eine moderne und innovative Möglichkeit, Hausmüll zu sammeln und zwischenzulagern. Die Hauptvorteile unterirdischer Containerstandorte sind der ordnungsgemäße hygienische Zustand des Geländes und des Aussehens der Standorte, die Einschränkung des Zugangs zu angesammeltem Hausmüll und das Fehlen unangenehmer Gerüche. Durch die Reduzierung des Hausmüllaufkommens kann die Anzahl der für die Ansammlung von Hausmüll im Versorgungsgebiet benötigten Behälter reduziert werden. Dies liegt daran, dass übergroße Abfälle nicht in Container geworfen werden können.

4.2.2 Normative Bedingungen für die Einrichtung von Containerstandorten

Es wird empfohlen, für die Sammlung von Hausmüll, der keine organischen Substanzen enthält, und für die Trennung bestimmter Bestandteile des Hausmülls, der in Mehrfamilienhäusern, Unternehmen, Institutionen und Organisationen sowie bei öffentliche Bauanlagen in dicht bebauten Gebieten anfällt, unterirdische und halbunterirdische Container zu verwenden.

Es wird empfohlen, unterirdische und halbunterirdische Container an Orten ohne technische Kommunikation auf dem Gebiet von Sanierungsanlagen und in einiger Entfernung von Mehrfamilienhäusern zu installieren. Für die unterirdische Kammer, in der die Container aufgestellt werden, wird empfohlen, eine Überlappung zu wählen, die die Bewegung von Fußgängern und Fahrzeugen nicht behindert. Darüber hinaus ist es wichtig, Bedingungen für die Nassreinigung der unterirdischen Kammer und der Entwässerung zu schaffen. Um zu verhindern, dass Regenwasser mit Behältern in die unterirdische Kammer gelangt, wird empfohlen, diese mit einer Betonkontur in Profiform abzudecken.

Gemäß den Anforderungen der Staatsbauordnung B.2.2-5:2011 „Gebietsverbesserung“¹¹ werden unterirdische Behälter auf festen Oberflächen in Mehrfamilienhäusern zur Sammlung von gemischtem Hausmüll oder getrennten Fraktionen von Hausmüll (Sekundärrohstoffe) aufgestellt. Der Mindestabstand vom Standort mit dem unterirdischen Container zu den Fenstern von Wohngebäuden wird gemäß den staatlichen sanitären „Regeln für die Erhaltung der besiedelten Gebiete“¹² (genehmigt durch Verordnung des Gesundheitsministeriums der Ukraine vom 17.03.11 Nr. 145, registriert beim Justizministerium der Ukraine am 04.05.11 unter der Nr. 457/19195) festgelegt. Der Betriebsradius eines unterirdischen Containers beträgt nicht mehr als 300 m. Der Abstand vom unterirdischen Teil des unterirdischen Containerbauwerks bis zur Gasleitung muss mindestens 5 m betragen.

Gemäß Abschnitt 9.2.11 der Staatsbauordnung B.2.2-5 muss der Standort für die Unterbringung eines unterirdischen Containers an Einfahrten, Gehwege oder Fußgängerwege angrenzen und darf die Bewegung von Fahrzeugen oder Fußgängern nicht behindern. Bei getrennter Unterbringung des Unterflurcontainers ist die Möglichkeit einer bequemen Durchfahrt speziell ausgerüsteter Fahrzeuge und die Verfügbarkeit von Wendeflächen mit einer Fläche von mindestens 12×12 m vorzusehen.

Die Oberfläche des Standorts zum Aufstellen des unterirdischen Containers sollte auf gleicher Höhe mit den Einfahrten, Gehwegen oder Fußwegen liegen.

4.2.3 Analyse der Möglichkeiten/Optionen für die Einrichtung von Containerhöfen in der Stadt Uschhorod

Der vorrangige Tätigkeitsbereich der kommunalen Selbstverwaltungsorgane ist die Lösung von Problemen, auch im Zusammenhang mit der Verbesserung der Stadt, insbesondere – im Bereich der Abfallwirtschaft – die Lösung der Probleme der Abfallsammlung und Müllentsorgung, die die Umwelt erheblich schädigt und ein unbefriedigendes Erscheinungsbild der Gebiete schafft.

In dieser Richtung ist es ratsam, in der Stadt Uschhorod mit der Installation verschiedener Arten moderner Containerstandorte zu beginnen, darunter geschlossene und unterirdische Container.

Geschlossene Containerstandorte

Basierend auf den Ergebnissen der Analyse der Möglichkeiten/Optionen zur Errichtung geschlossener Containerstandorte wurde Folgendes festgestellt. Diese Containerstellplätze können unterschiedliche Konfigurationen und Designs haben, um eine einfache Nutzung sowohl für die Bewohner als auch für das Abfallentsorgungsunternehmen zu gewährleisten. Sie stellen im Vergleich zu den üblichen Containerstellplätzen in der Stadt keine besonderen Anforderungen an die Platzierung und Anordnung, sorgen aber dafür, dass die Stadt ästhetisch ansprechender und aufgeräumter wird, und die Bevölkerung wird sich dessen bewusst sein. Der Nachteil dieser Containerstellplätze sind die höheren Kosten im Vergleich zu herkömmlichen offenen Containerstellplätzen.

Beim Aufbau eines Containersystems für die getrennte Sammlung von Hausmüll und für die Sammlung von gemischtem Hausmüll in der Stadt Uschhorod wird vorgeschlagen, schrittweise die Nutzung geschlossener Containerstandorte im größten Teil der Stadt einzuführen. Dadurch wird es möglich, die Sammlung von Hausmüll und die ordnungsgemäße sanitäre Instandhaltung der Räumlichkeiten zu organisieren.

¹¹ https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3021997270661859166?doc_type=2

¹² <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0457-11#Text>

Containerstandorte mit unterirdischen Containern

Basierend auf den Ergebnissen der Analyse der Möglichkeiten/Optionen für die Errichtung von Containerstandorten mit unterirdischen Containern unter Berücksichtigung der Lage unterirdischer Netze wurde Folgendes festgestellt. Unter den Bedingungen der Stadt Uschhorod ist es möglich, sie an den in der Abbildung (Anhang B) und Abbildung C.1-C.12 (Anhang C) angegebenen Stellen zu installieren.

Daher wird beim Aufbau eines Containersystems zur getrennten Sammlung fester Abfälle vorgeschlagen, zusätzlich 12 Einheiten im dicht bebauten Gebiet von Uschhorod einzurichten. Anlagen mit unterirdischem Behälter, deren Aussehen und technische Eigenschaften in der Abbildung 4.1 dargestellt sind.



Aussehen

Spezifikationen

Das Volumen des Hausmüllbehälters beträgt 5 m³

- Material – feuerverzinkter Stahl

Abmessungen des unterirdischen Teils des Containers, m: $L=1,85 \times B=1,85 \times T=2,63$

- Abmessungen der Müllsammelsäule, m: $L=0,79 \times B=0,724 \times H=0,975$

- Tragfähigkeit – bis zu 2,0 Tonnen

Abbildung 4.1 – Ein vorgeschlagenes System mit einem unterirdischen Container (gemäß dem kommerziellen Angebot von „KF-SYSTEMS“, Kyjiw (Anhang D))

Die Vorteile des vorgeschlagenen Systems sind:

- Das Volumen des Containers beträgt 5 m³ bei einer benötigten Fläche von 3,4 m²;
- Belegungsüberwachungssystem;
- Sicherheitssystem (beim Entladen des Containers bleibt die Schüssel geschlossen, sodass kein Mensch hineinfallen kann);
- Feuerlöschsystem (wenn die Temperatur im Container steigt, wird der Feuerlöscher aktiviert);
- Vorhandensein eines Pedals zum Öffnen der Trommel (saubere Hände);
- Es ist keine Stromversorgung erforderlich (alle Systeme des Containers werden mit einer Solarbatterie betrieben);
- Es ist nicht erforderlich, Entwässerungen und Abflüsse bereitzustellen/einzubauen;
- fehlender Zugang für Außenstehende zur Müllsortierung;
- völlige Geruchsfreiheit oder leichter Geruch;
- Schonung der Umwelt (geschlossenes System, gegossene Stahlbetongrube, kein Kontakt mit dem Boden).

Dadurch wird das Problem des Mangels an freiem Platz auf dem Territorium der Stadt teilweise gelöst, einschließlich der Notwendigkeit, aufgrund ihres großen Volumens mehr Container aufzustellen. Es wird auch den gestiegenen bestehenden sanitären und hygienischen Anforderungen gerecht.

4.3 Berechnungen der Überlastung von Standorten mit unterirdischen Containern

4.3.1 Methodik zur Berechnung des Ladevolumens von Containerstandorten

Zur Berechnung des Aufkommens von Hausmüll in den Gebieten, in denen die Einrichtung von Containerstandorten mit unterirdischen Containern vorgeschlagen wird, gelten die Bestimmungen der „Regeln zur Festlegung der Normen für die Erbringung von Dienstleistungen zur Beseitigung von Hausmüll“¹³ (genehmigt durch die Verordnung des Ministeriums für Wohnungswesen und kommunale Angelegenheiten der Ukraine vom 30.07.2010 Nr. 259) und „Methodische Empfehlungen zur Organisation der Sammlung, des Transports, der Verarbeitung und der Entsorgung von Hausmüll“¹⁴ (genehmigt durch Anordnung des Ministeriums für Wohnungswesen und Kommunale Angelegenheiten der Ukraine vom 06.07.2010 Nr. 176).

4.3.2 Berechnung des Ladevolumens von Containerstandorten

Um die Anzahl der unterirdischen Container für die Sammlung von Hausmüll in der Stadt Ushhorod zu berechnen, werden die für die Berechnungen erforderlichen Parameter festgelegt, nämlich:

- Das maximale tägliche Abfallaufkommen, basierend auf der Bevölkerungsdichte im Versorgungsradius von 300 m, gemäß den Anforderungen von Staatsbauordnung B.2.2-5, wird mit 450 Personen/ha angenommen (gemäß den Anforderungen von Staatsbauordnung B.2.2-12:2019 „Planung und Entwicklung von Territorien“¹⁵);
- Der tägliche Unebenheitskoeffizient wird mit 1,2 angenommen;
- Die Passkapazität der Container (5 m³) und der Füllfaktor der Container werden auf dem Niveau von 1,0 (100 % Füllung des Volumens) angenommen.

Dabei wird der Hauptberechnungsparameter die Häufigkeit der Beseitigung und die Menge des pro Woche anfallenden Hausmülls sein.

Die Berechnungsergebnisse werden in Form einer Tabelle 4.2 dargestellt.

Tabelle 4.2 – Berechnung des Aufkommens von Hausmüll an Containerstandorten mit unterirdischen Containern

Der Standort der Container-Site	Eine grafische Darstellung eines Containerstandorts auf einem Fragment eines detaillierten Plans	Durchschnittliche Standardbaudichte (SBO B. 2.2-12), Personen/Hektar	Geschätztes Aufkommen von Hausmüll, t/Monat	Geschätzte Häufigkeit der Beseitigung von Hausmüll
Zyliznytschna Straße (Bezirk des Busbahnhofs)	Abbildung C.1 (A1)	300	12,30	4 Male in der Woche
Zyliznytschna Straße entlang	Abbildung C.2 (A2)	200	8,20	2 Male in der Woche
FerENZA Rakozi Str., 14	Abbildung C.3 (A3)	250	10,30	2 Male in der Woche
Kreuzung der Lomonosova Str. und Hojdy Str.	Abbildung C.4 (A4)	200	8,20	2 Male in der Woche
Kreuzung der Komendarja Str. und Svobody Ave.	Abbildung C.5 (A5)	300	12,30	4 Male in der Woche
Kreuzung des Orthodoxer Damm,	Abbildung C.6 (A6)	200	8,20	2 Male in der Woche

¹³ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0871-10#Text>

¹⁴ <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0176662-10#Text>

¹⁵ https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074154596122232048?doc_type=2

Der Standort der Container-Site	Eine grafische Darstellung eines Containerstandorts auf einem Fragment eines detaillierten Plans	Durchschnittliche Standardbaudichte (SBO B. 2.2-12), Personen/Hektar	Geschätztes Aufkommen von Hausmüll, t/Monat	Geschätzte Häufigkeit der Beseitigung von Hausmüll
der Bakonia-Spur und der Russka Str.				
Sandor Petefi-Platz (Quadrat)	Abbildung C.7 (A7)	200	8,20	2 Male in der Woche
Nebesnoji Sotni Str., 4 (in der Nähe der Treppe)	Abbildung C.8 (A8)	250	10,30	2 Male in der Woche
Dovzhenka Str. entlang (in der Nähe des Alpinariumparks)	Abbildung C.9 (A9)	150	6,15	2 Male in der Woche
Mynajska Str., 11 (Makarenka Str.)	Abbildung C.10 (A10)	200	8,20	2 Male in der Woche
Kreuzung der Robocha Str. und Mukachivska Str.	Abbildung C.11 (A11)	250	10,30	2 Male in der Woche
Lomonosova Str., 4	Abbildung C.12 (A12)	300	12,30	4 Male in der Woche

Anmerkungen: Das entsprechende grafische Bild des Containerstandorts auf einem Fragment des Detailplans ist in Abb. C.1-C.12 in Anhang C dargestellt; Die durchschnittliche Dichte des Hausmülls wird mit 150 kg/m³ angenommen

Nach den Ergebnissen der Berechnungen der Belastung von Containerstandorten mit unterirdischen Containern wurde festgestellt, dass deren Anordnung im dicht bebauten Gebiet von Uschhorod den Abtransport von 114,95 Tonnen/Monat oder 1.379,4 Tonnen/Jahr Haushaltsabfall ermöglichen wird.

4.4 Untersuchung der Möglichkeit der Umsetzung des Bauprojekts der Anlage zur Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen für die Stadt Uschhorod

Bei der Prüfung der Möglichkeit der Umsetzung eines Projekts zum Bau einer Anlage zur Behandlung von Hausmüll, einschließlich der Sortierung von Sekundärrohstoffen, muss man für die Stadt Uschhorod eine Analyse und Bewertung verschiedener Technologien zur Behandlung von Hausmüll durchführen.

4.4.1 Multifaktoranalyse verschiedener technologischer Optionen

Die Multifaktoranalyse ist eine statistische Forschungsmethode, mit der der Einfluss mehrerer unabhängiger Variablen (Faktoren) auf eine abhängige Variable analysiert wird. Diese Analyse ermöglicht es Ihnen, das Zusammenspiel verschiedener Faktoren und deren Einfluss auf das Ergebnis aufzudecken. Nachdem die Kriterien für die Analyse der technologischen Optionen zur Abfallbehandlung festgelegt wurden, ist es somit möglich, die wünschenswerteste und effektivste Option auszuwählen.

4.4.2 Bildung von Kriterien zur Technikbewertung

Bildung von Kriterien, y'_i , zur Technikfolgenabschätzung umfasst Folgendes:

1) Berücksichtigung städtebaulicher Gegebenheiten und Restriktionen y'_1 auf Basis der Anforderungen des Abschnitts 12 SBO B 2.2-12¹⁶ (Geländeneigung, Böden, Überflutung, Bergbau,

¹⁶ SBO B.2.2-12:2019 «Planung und Entwicklung von Territorien» // <http://surl.li/kygyf>

Seismizität). Besondere Standortbedingungen: Das Baugrundstück liegt ca. 118 m über dem Meeresspiegel und weist ein Gefälle von 3-5 % auf; gemäß ASZT-2004-A(B) – 7 Seismizitätspunkte.

2) *Berücksichtigung der Anforderungen an die atmosphärischen Bedingungen zur Selbstreinigung* gemäß Anhang Nr. 2 von Hygienevorschriften und -vorschriften-173¹⁷ y_2 für Betriebe der Gefahrenklasse I und II (Nebelbildung, niedrige Temperaturinversionen und andere unbefriedigende Bedingungen der Selbstreinigung der natürlichen Umwelt, die der Kategorie des Luftverschmutzungspotenzials entsprechen – „hoch“ und „sehr hoch“). Für die Stadt Uschhorod beträgt die Wiederholbarkeit der Windstille laut DSTU-N B.V.1.1-27¹⁸ 25,1 % – was der Kategorie „erhöhtes“ Verschmutzungspotenzial entspricht.

3) *Die Möglichkeit, auf dem für den Bau vorgesehenen Grundstück eine Sanitärstützzone einzurichten SSE* (gemäß Hygienevorschriften und -vorschriften-173) y_3 : Müllverbrennungs- und Müllsortierbetriebe – 500 m; Kompostierung – 300 m; Müllüberlauf – 100 m.

4) *Erreichen der Indikatoren der Nationalen Abfallwirtschaftsstrategie in der Ukraine*¹⁹, nämlich: Erhöhung der Abfallmenge, die für das Recycling bestimmt ist – um 50 Prozent bis 2030, y_4 .

5) *Erreichen der minimalen Auslegungskapazität* von 50.000 Tonnen/Jahr, y_5 .

6) *Die maximale Entfernung für den Transport, y_6 , von Abfällen und Handelsprodukten* beträgt nicht mehr als 40 km.

4.4.3 Merkmale der wichtigsten technologischen Alternativen

Alternative Nr. 1. Anlage zur Wärmebehandlung von Hausmüll (Verbrennung)

Allgemeine Charakteristiken. Der Gegenstand der thermischen Behandlung von Hausmüll ermöglicht es, die physikalischen, chemischen oder biologischen Eigenschaften von Abfällen mithilfe eines industriellen Behandlungsprozesses bei hohen Temperaturen zu verändern. Ziel der thermischen Behandlung ist die Reduzierung des Abfallvolumens sowie die Gewinnung thermischer und/oder elektrischer Energie. Nach der Verbrennung von Hausmüll verbleiben etwa 30-35 % Schlacke und Asche, die für Bauarbeiten verwendet werden können.

Einhaltung der Kriterien. Wärmebehandlungsanlagen sind bei einer Kapazität von 150.000 Tonnen/Jahr²⁰ oder mehr am effizientesten. Solche Anlagen erfordern ein wirksames Rauchgasreinigungssystem und die Platzierung eines unterirdischen Lagerbunkers. Der Standort des Unternehmens sollte in einem Gebiet mit hohem Selbstreinigungspotenzial liegen²¹. Nach der Verbrennung verbleiben aus einer Tonne Hausmüll etwa 330 kg Schlacke. Im Umkreis von 40 km gibt es derzeit keine garantierten Schlackenverbraucher. Der Verarbeitungsgrad erreicht 67%. SSZ – 500 m.

Alternative Nr. 2. Komplex der Mechanisch-biologische Behandlung

Allgemeine Charakteristiken. Komplexe der mechanisch-biologischen Behandlung von Hausmüll ermöglichen eine möglichst effiziente Gewinnung von Sekundärrohstoffen aus gemischten und getrennt gesammelten Abfällen. Der wichtigste technologische Prozess ist die mechanische und manuelle Abfallsortierung. Bei der Sortierung werden die biologischen Bestandteile von Abfällen, Sekundärrohstoffen, brennbaren Bestandteilen und unsortierten Rückständen getrennt, die der Deponie zugeführt werden. Die biologische Komponente der MBB-Komplexe zielt auf 1) anaerobe Fermentation ab, die die Gewinnung von Biogas ermöglicht; 2) Stabilisierung von Bioabfällen, die

¹⁷ Hygienevorschriften und -vorschriften-173 «Staatliche Hygienevorschriften für die Planung und Entwicklung von Siedlungen» // <http://surl.li/hivnz>

¹⁸ SS-H B B.1.1-27:2010 «Gebäudeklimatologie»

¹⁹ «Nationale Abfallwirtschaftsstrategie in der Ukraine bis 2030» // <http://surl.li/kgvij>

²⁰ VDI 3460 Blatt 1 – Emissionsminderung // <http://surl.li/kgyqs>

²¹ Energie aus Abfall // www.ew-energyfromwaste.com - EEW

es ermöglicht, das Volumen von Bioabfällen deutlich zu reduzieren und den Gehalt an organischen Abfällen zu reduzieren; 3) Kompostierung, um kommerziellen Kompost zu erhalten.

Einhaltung der Kriterien. Solche Komplexe sind einfach zu bauen. Da sie nahezu keine Auswirkungen auf die Umwelt haben, können sie in Bereichen mit Selbstreinigungspotenzial platziert werden. Der Verarbeitungsanteil erreicht einen Wert von über 60 %. Die minimale Auslegungskapazität des MBB-Komplexes beträgt 50.000 t/Jahr. Im Umkreis von bis zu 40 km gibt es Abnehmer von Sekundärrohstoffen. Der Radius des Abfalltransports zur Behandlungsanlage beträgt ebenfalls bis zu 40 km. SSZ – 500 m.

Alternative Nr. 3. Müllsortierlinie

Allgemeine Charakteristiken. Die Abfallsortieranlage dient der Sortierung leichter Verpackungsmaterialien (Container), die als Sekundärrohstoffe in einem separaten Container gesammelt werden. Die mechanische und manuelle Trennung des Abfalls nach einzelnen Komponenten erfolgt auf der Sortierlinie, die ein vereinfachtes technologisches Schema des MBB-Komplexes darstellt. Das Hauptziel ist die Auswahl hochwertiger Sekundärrohstoffe. Die Abfallsortierlinie wird aufgrund ihrer geringen Effizienz normalerweise nicht für gemischtes Hausmüll verwendet.

Einhaltung der Kriterien. Die Abfallsortierlinie ist einfach zu installieren und kann in allen städtischen Bebauungsverhältnissen platziert werden. Beeinträchtigt die Umwelt nahezu nicht und kann daher in Bereichen mit Selbstreinigungspotenzial platziert werden. Der Anteil der Verarbeitung beträgt etwa 5-7 % des gesamten Abfallvolumens in der Stadt. Im Umkreis von bis zu 40 km gibt es Abnehmer von Sekundärrohstoffen. Der Radius des Abfalltransports zur Behandlungsanlage beträgt ebenfalls bis zu 40 km. SSZ – 500 m.

Alternative Nr. 4. Brikettierung

Allgemeine Charakteristiken. Die Brikettierung dient der Zwischenlagerung von Hausmüll, der einer weiteren Verarbeitung bedarf. Gleichzeitig wird der Hausmüll mit Hilfe einer Folie verdichtet, zu Ballen gepresst und mit einem Draht zusammengebunden²². Die Ballen werden in einem speziell dafür vorgesehenen Bereich gelagert, dessen Oberfläche mit Geotextil bedeckt ist. Dies ist keine Technologie zur Abfallbehandlung.

Einhaltung der Kriterien. Die Einführung der Brikettiertechnik erfordert einen zusätzlichen Standort für die Zwischenlagerung von Abfällen in Ballen. Es handelt sich nicht um eine Aufbereitungstechnologie, da der Abfall seinen Aggregatzustand nicht verändert und einzelne Bestandteile nicht in den Kreislauf zurückgeführt werden. Der Radius des Abfalltransports zur Behandlungsanlage beträgt ebenfalls bis zu 40 km. SSZ – 500 m.

Alternative Nr. 5. Kompostierung

Allgemeine Charakteristiken. Bei der Kompostierung handelt es sich um eine aerobe Vergärung von Bioabfällen, wodurch ein humusartiges Substrat mit Düngemiteleigenschaften entsteht. Die Kompostierungstechnik wird nur für getrennten bzw. getrennt gesammelten Bioabfall als Bestandteil des Hausmülls eingesetzt. Der resultierende kommerzielle Kompost wird für den Bedarf der grünen Landwirtschaft, der Rekultivierung zerstörter Flächen, als Dünger für Zierpflanzen usw. verkauft. Normalerweise wird in der Landwirtschaft Kompost nach mechanischer und biologischer Behandlung nicht verwendet.

Einhaltung der Kriterien. Die Kompostierungstechnologie wird für einen separaten Bestandteil des Hausmülls – den Bioabfall – eingesetzt. Wie eine eigenständige Technologie zur Kompostierung von Grünflächenabfällen eingesetzt werden kann. Der Verarbeitungsgrad beträgt 30-40 %. Im Umkreis von bis zu 40 km gibt es potenzielle Kompostverbraucher. SSZ – 300 m.

²² [Verpackungssystem EUREC RBS-2](#) [EuRec RBS-2](#) | [EuRec](#)

Alternative Nr. 6. Extraktion von Gasen

Allgemeine Charakteristiken. Die Entgasung dient der Gewinnung von Biogas, das bei der Verlagerung von Hausmüll auf Hausmülldeponien entsteht²³. Durch aktive und passive Entgasungssysteme auf Hausmülldeponien können Sie das Risiko einer Selbstentzündung deutlich reduzieren, den Ausstoß von Treibhausgasen (Biogas) reduzieren und Biogas energetisch nutzen. Entgasung ist keine eigenständige Abfallbehandlungstechnologie. Bei der Rekultivierung der Hausmülldeponie ist eine Entgasung obligatorisch.

Einhaltung der Kriterien. Die Entgasungstechnologie wird auf der Stufe der Abfallentsorgung in der Kläranlage eingesetzt und ist keine Abfallverarbeitungstechnologie. Die SSZ der Deponie beträgt 500 m.

4.4.4 Ermittlung der akzeptablen Variante der technologischen Alternative

Die Einhaltung festgelegter Kriterien, y'_i , wird mit 1 codiert, wenn die Anforderung erfüllt ist, und mit 0, wenn die Anforderung nicht erfüllt ist.

Nach der Formel werden verallgemeinerte Bewertungen für alle Indikatoren berechnet:

$$Y_1 = \prod_{i=1}^n y_i, \quad (4.1)$$

Die akzeptabelste Alternativoption ist diejenige, die alle festgelegten Kriterien erfüllt und eine allgemeine Bewertung von 1 erhält.

Die Feststellung der Übereinstimmung der oben genannten technologischen Alternativen mit den festgelegten Bewertungskriterien und derene allgemeine Rückmeldung für die Stadt Uschhorod sind in der Tabelle 4.3 dargestellt.

Tabelle 4.3 – Multifaktoranalyse verschiedener technologischer Optionen

Alternative Nummer	Einhaltung festgelegter Kriterien, y'_i						Generelle Rückmeldung, Y_i
	y'_1	y'_2	y'_3	y'_4	y'_5	y'_6	Y_1
№ 1	1	0	1	1	0	0	0
№ 2	1	1	1	1	1	1	1
№ 3	1	1	1	0	0	1	0
№ 4	1	1	1	0	1	1	0
№ 5	1	1	1	0	0	1	0
№ 6	1	1	1	0	0	1	0

So wurde nach den Ergebnissen der Multifaktoranalyse verschiedener technologischer Optionen zur Abfallbehandlung für die Stadt Uschhorod festgestellt, dass die Umsetzung der mechanischen und biologischen Abfallbehandlung die akzeptabelste technologische Option gemäß den festgelegten Kriterien ist. Diese Technologie ermöglicht die Verarbeitung von mehr als 60 % des Hausmülls mit minimalen Auswirkungen auf die Umwelt durch die Gewinnung von Sekundärrohstoffen, die Gewinnung von Biogas oder Kompost und alternativen Brennstoffen RDF/SRF. Die MBB-Technologie mit RDF-Produktion findet sich im Leitfaden „Best Available Waste Management Technologies“ der Europäischen Kommission wieder²⁴.

²³ SBO B.2.4-2-2005 «Deponien für festen Hausmüll. Grundlegende Bestimmungen des Designs» // <http://surl.li/kgvrt>

²⁴ The BAT (Best Available Techniques) Reference Document (abgekürzt «BREF»), entitled «Waste Treatments Industries»

4.5 Material- und Ressourcenpotenzial von Hausmüll in Uschhorod

Die morphologische Zusammensetzung des Hausmülls ist ein wichtiges Merkmal bei der Auswahl sowohl der Abfallbehandlungstechnologien als auch der Betriebs- und Ausrüstungsoptionen ihrer Behandlungsanlagen, da sie den Inhalt und die potenziellen Mengen der Auswahl und Verwendung roher und wertvoller Bestandteile des erzeugten Hausmülls charakterisiert. Dies wirkt sich auch auf die wirtschaftlichen Indikatoren des Funktionierens der Abfallbehandlungsanlage aus.

Nach den Daten, die als Ergebnis von Feldstudien zur Bestimmung der morphologischen Zusammensetzung des in der Stadt Uschhorod erzeugten Hausmülls gewonnen wurden, beträgt der Gehalt an ressourcenschonenden Bestandteilen, die als Sekundärrohstoffe in der Zusammensetzung des Hausmülls der Stadt verwendet werden können 36,85 % (nach Masse), davon Anteil Glas – 27,4 %, Kunststoffe (Kunststoffverpackungen und PET-Flaschen) – 5,65 %, Altpapier (Pappe und Papier) – 3,2 %, Metalle – 0,6 %. Etwa 36,5 % sind Bioabfall. Die Tabelle 4.4 zeigt die erhaltenen Berechnungsdaten zum Material- und Ressourcenpotenzial des städtischen Hausmülls für den Zeitraum 2023-2035.

Tabelle 4.4 – Material- und Ressourcenpotenzial von Hausmüll in Uschhorod

Name	Prozentsatz des Inhalts	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035
Menge des Abfallaufkommens, Tonnen	100,00	50396,00	50901,22	51411,50	51926,90	52447,47	52973,26	53504,32
Der Inhalt ressourcenwertvoller Komponenten, Tonnen:	36,85	18570,93	18757,10	18945,14	19135,06	19326,89	19520,65	19716,34
- Pappe und Papier, Tonnen	3,20	1612,67	1628,84	1645,17	1661,66	1678,32	1695,14	1712,14
- Ware Glasscherben, Tonnen	27,40	13808,50	13946,93	14086,75	14227,97	14370,61	14514,67	14660,18
- Metalle, Tonnen	0,60	302,38	305,41	308,47	311,56	314,68	317,84	321,03
- PET-Flasche, Tonnen	1,10	554,36	559,91	565,53	571,20	576,92	582,71	588,55
- Kunststoffverpackungen, Tonnen	4,55	2293,02	2316,01	2339,22	2362,67	2386,36	2410,28	2434,45
Bioabfall, Tonnen	36,50	18394,54	18578,95	18765,20	18953,32	19143,33	19335,24	19529,07
Andere, Tonnen	26,65	13430,53	13565,18	13701,17	13838,52	13977,25	14117,37	14258,90

Anmerkungen: Für den Zeitraum 2023-2025 wird die Zahl der Binnenvertriebenen berücksichtigt, nach 2026 wird jedoch eine Rückkehr zu den Indikatoren des Hausmüllaufkommens ohne Binnenvertriebene akzeptiert. Bei den Berechnungen wurden folgende Annahmen getroffen: 1) die Bevölkerung während des Prognosezeitraums bleibt unverändert (ohne Binnenvertriebene); 2) Die Indikatoren für das Abfallaufkommen pro Einwohner werden jedes Jahr um 0,5 % steigen (gemäß den Empfehlungen der Weltbank); 3) angenommene Auswahlkoeffizienten für Sekundärrohstoffe in den Kategorien „Karton und Papier“ – 0,5; „Standardglas“ – 0,8; „Metalle“ – 0,7; „PET-Flasche“ – 0,8; „Kunststoffverpackung“ (einschließlich Niederdruckfolie) – 0,6

Daten zur durchschnittlichen morphologischen Zusammensetzung von Hausmüll weisen auf ein ausreichendes Sekundärressourcenpotenzial in der Stadt Uschhorod hin. Die angegebenen Mengen an Sekundärrohstoffen stellen jedoch Potenzial dar, das unter der Bedingung der Einführung verschiedener moderner Technologien zur Sortierung und Auswahl von Sekundärrohstoffen in der Praxis erreicht werden kann. Um eine tiefgreifende Behandlung des Hausmülls (bis zu 60...80 %) zu erreichen und die Belastung der Hausmülldeponien und Deponien deutlich zu reduzieren, ist es notwendig, gleichzeitig mit der Ausweitung des Volumens der getrennten Sammlung und Beschaffung von Sekundärrohstoffen, um Sortier- und Aufbereitungskomplexe mit verschiedenen Technologien zur Verarbeitung nicht nur getrennt gesammelter Sekundärrohstoffe, sondern auch der ungetrennten Rückstände gemischter Hausabfälle zu schaffen, beispielsweise MBB-Komplex.

4.6 Prognose der Einnahmen aus dem Verkauf von Sekundärrohstoffen in der Stadt Uschhorod

Die Prognose der Einnahmen aus dem Verkauf der im MBB-Komplex in der Stadt Uschhorod gewonnenen Sekundärrohstoffe wird in Form einer Tabelle 4.5 dargestellt. Die Kosten für Sekundärrohstoffe mit Stand August 2023 sind in der Tabelle E.1 (Anhang E) dargestellt.

Tabelle 4.5 – Geschätzte Einnahmenprognose aus dem Verkauf von Sekundärrohstoffen (MBB-Komplex in Uschhorod)

Der Name von Sekundärrohstoffen	Jahre						
	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035
	Millionen Hrywnja						
Karton und Papier	3,05	3,40	3,00	3,34	3,72	4,14	4,61
Kommerzielles Glas	25,06	27,91	24,66	27,46	30,57	34,05	37,91
Metalle	4,94	5,50	4,86	5,41	6,02	6,70	7,47
PET-Flasche	9,11	10,14	8,96	9,98	11,11	12,37	13,77
Kunststoffverpackungen	31,22	34,76	30,71	34,20	38,08	42,40	47,22
Gesamt	73,37	81,70	72,18	80,37	89,50	99,66	110,98

Anmerkungen: Bei den Berechnungen wurden folgende Annahmen getroffen: 1) Die Indikatoren für das Abfallaufkommen pro Einwohner werden jedes Jahr um 0,5 % steigen (gemäß den Empfehlungen der Weltbank); 2) Auswahlkoeffizienten der Sekundärrohstoffe in den Kategorien „Karton und Papier“ – 0,5; „Standardglas“ – 0,8; „Metalle“ – 0,7; „RET-Flasche“ – 0,8; „Kunststoffverpackung“ (einschließlich Niederdruckfolie) – 0,6. 3) Im Zeitraum 2023-2025 ist die erhöhte Zahl der Bildung von HM unter Berücksichtigung der Veränderung der Zahl der Binnenvertriebenen zu erkennen. Ab 2026 wird davon ausgegangen, dass die Indikatoren des Hausmüllaufkommens wieder den Indikatoren von 2022 entsprechen.

4.7 Bewertung der Erschwinglichkeit des Tarifs für Hausmüllentsorgungsdienste

Ausschlaggebend für die Höhe des Tarifs für Hausmüllentsorgungsleistungen sind die Kosten für die Sammlung des Abfalls und dessen Transport zur zentralen Einrichtung zur Behandlung von Hausmüll sowie die Kosten, die mit der Beseitigung (Vergrabung) des restlichen Teils des Abfalls verbunden sind.

Gemäß den Bestimmungen der „Methodischen Empfehlungen für die Entwicklung regionaler Abfallbewirtschaftungspläne“²⁵ (genehmigt durch die Verordnung des Ministeriums für Umweltschutz und natürliche Ressourcen vom 10.09.2021 Nr. 586) wird empfohlen, ein wirtschaftlich bezahlbarer Tarif für die Abfallentsorgung in Höhe von 1-1,5 % des durchschnittlichen Monatseinkommens pro Einwohner zu schaffen.

Der geschätzte Grad der Bezahlbarkeit des Tarifs für Abfallentsorgungsdienstleistungen und sein prognostiziertes Wachstum in der Stadt Uschhorod sind in der Tabelle 4.6 dargestellt.

Tabelle 4.6 – Bewertung der Bezahlbarkeit des Tarifs für Hausmüllentsorgungsdienste in der Stadt Uschhorod

Indikator	Jahr						
	2023	2024	2027	2029	2031	2033	2035
Durchschnittliches verfügbares Einkommen pro Person	–	–	–	–	–	–	–
Tausend Hrywnja pro Jahr	189,3	208,7	230,1	253,7	279,7	308,4	339,9
Tausend Hrywnja pro Monat	15,77	17,39	19,17	21,14	23,31	25,69	28,33

²⁵ <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0586926-21#Text>

Indikator	Jahr						
	2023	2024	2027	2029	2031	2033	2035
Der Grad der Bezahlbarkeit des Tarifs für Dienstleistungen im Bereich der Abfallwirtschaft	–	–	–	–	–	–	–
1 % des durchschnittlichen verfügbaren Einkommens, UAH/Person/Jahr	1893,00	2087,03	2300,95	2536,80	2796,82	3083,50	3399,56
1,5 % des durchschnittlichen verfügbaren Einkommens, UAH/Person/Jahr	2839,50	3130,55	3451,43	3805,20	4195,23	4625,25	5099,33
1 % des durchschnittlichen verfügbaren Einkommens, UAH/Person/Monat	157,75	173,92	191,75	211,40	233,07	256,96	283,30
1,5 % des durchschnittlichen verfügbaren Einkommens, UAH/Person/Monat	236,63	260,88	287,62	317,10	349,60	385,44	424,94

Anmerkungen: In den Berechnungen wird davon ausgegangen, dass die Lohnerhöhung in der Stadt Uschhorod jedes Jahr um 5 % erfolgen wird

Mit Beschluss Nr. 27 des Exekutivkomitees des Stadtrats von Uschhorod vom 25. Januar 2023 wurde der Tarif für Hausmüllentsorgungsdienste festgelegt (Tabelle 4.7). Im Vergleich dazu beträgt der aktuelle Tarif für die Dienstleistung der Abfallentsorgung in der Stadt Uschhorod 958,2 UAH/t, und die empfohlene Tarifverfügbarkeit beträgt 1.893,00 UAH/t im Jahr 2023 und 3.399,56 UAH/t im Jahr 2035.

Tabelle 4.7 – Tarife für Abfallentsorgungsdienstleistungen in der Stadt Uschhorod ab 2023

Tarif für Hausmüllentsorgungsdienste		Tarif für die Hausmüllentsorgung (mit Mehrwertsteuer)		Umfang der Dienstleistungen im Bereich der Hausmüllentsorgung	
Müllentsorgung AVE-Uschhorod LLC	Endlagerung KP „KATP-072801“	Hrywnja/m ³	Hrywnja/Tonne	Tausend m ³	Tausend Tonnen
UAH/m ³ (mit MwSt.)	UAH/m ³ (mit MwSt.)				
158,99	33,61	192,60	958,2*	252,66	50,4

Anmerkungen: * Der Tarif für die Hausmüllentsorgungsdienstleistung in Masseneinheiten ergibt sich durch Neuberechnung anhand der durchschnittlichen Dichte, die mit 0,201 t/m³ angenommen wird

4.8 Technologische Schemata verschiedener Möglichkeiten für den Betrieb des Objekts der Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen

Basierend auf den Ergebnissen der Analyse und Bewertung verschiedener Abfallbehandlungstechnologien und der durchschnittlichen morphologischen Zusammensetzung von Hausmüll wurde festgestellt, dass unter den Bedingungen der Stadt Uschhorod der MBB-Komplex die akzeptabelste Option für eine Hausmüllbehandlungsanlage ist, deren Umsetzung es unter anderem ermöglichen wird, das Volumen der entfernten ressourcenwertvollen Bestandteile des Hausmülls zu erhöhen und Sekundärrohstoffe von besserer Qualität zu gewinnen.

Die Wahl des technologischen Schemas für den Betrieb des MBB-Komplexes hängt von vielen Faktoren ab, von denen die Produktivität, die Lage und die geologische Struktur des Standorts sowie die Notwendigkeit der Brikettierung sortierter Abfälle die wichtigsten sein sollten.

Der Bau des MBB-Komplexes sieht drei mögliche technologische Hauptschemata für deren Montage vor:

A) Sortierung von Hausmüll mit Gewinnung von Sekundärrohstoffen; Gewinnung alternativer Brennstoffe RDF/SRF (bis zu 30 % der Gesamtmasse des Abfalls), Kompostierung von Bioabfällen (bis zu 40 % der Gesamtmasse) und Deponierung von unsortierten Rückständen und Inertabfällen (Option Nr. 1);

B) Sortierung von Hausmüll mit Gewinnung von Sekundärrohstoffen; anaerobe Vergärung von Bioabfällen zur Gewinnung von Biogas (bis zu 40 % der Gesamtmasse); Deponierung von unsortierten Rückständen und Inertabfällen (Option Nr. 2);

C) Sortierung von Hausmüll mit Gewinnung von Sekundärrohstoffen; Stabilisierung von Bioabfällen (bis zu 40 % der Gesamtmasse) und Deponierung unsortierter Reststoffe und Inertabfälle (Option Nr. 3).

4.8.1 Technologisches Betriebssystem der Abfallbehandlungsanlage gemäß der Option Nr.1

Kurze Beschreibung des technologischen Prozesses des Betriebs des MBB-Komplexes gemäß der Option Nr. 1

Der MBB-Komplex gemäß der technologischen Option Nr. 1 (Abb. 4.2) ermöglicht die mechanische Sortierung fester Abfälle mit der Gewinnung von Sekundärrohstoffen (6 % der Gesamtmasse); Gewinnung alternativer Brennstoffe RDF/SRF (bis zu 30 % der Gesamtmasse), Kompostierung von Bioabfällen (bis zu 40 % der Gesamtmasse) und Deponierung von unsortierten Rückständen und Inertabfällen (24 %).

Die Hauptbestandteile des Umsatzanteils: der Verkauf von Sekundärrohstoffen, der Tarif für die Abfallbehandlungsleistung. Es wird davon ausgegangen, dass der Einsatz von Kompost und RDF/SRF bei Null liegt.

Die Hauptbestandteile des Verbrauchsteils: Löhne, Strom, Kraft- und Schmierstoffe usw.

Bewertung der Material- und Ressourcenparameter des MBB-Komplexes entsprechend der Option Nr. 1

In der Stadt Uschhorod und in der Region Transkarpatien gibt es keine garantierten Verbraucher von alternativen Brennstoffen RDF/SRF. Gleichzeitig gilt der Transport über weite Strecken außerhalb der Region auch als wirtschaftlich unpraktisch. Daher wird in den Berechnungen ein Nullsatz für den Verkauf von EBS/SRF akzeptiert. Durch die Verwendung von Bioabfällen zur anaeroben Vergärung wird die Abfallmenge, die auf der Mülldeponie vergraben wird, deutlich reduziert.

Somit umfasst die technologische Variante des MBB-Komplexes gemäß Variante Nr. 1 die folgenden Werkstätten:

- Mechanische Sortier- und Aufbereitungsanlage (Sortieren und Zerkleinerung);
- Biologische Aufbereitungsanlage: Bioabfallkompostierung.

Die berechneten Parameter der Materialbilanz des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 1 für die Stadt Uschhorod sind in der Tabelle 4.8 dargestellt.

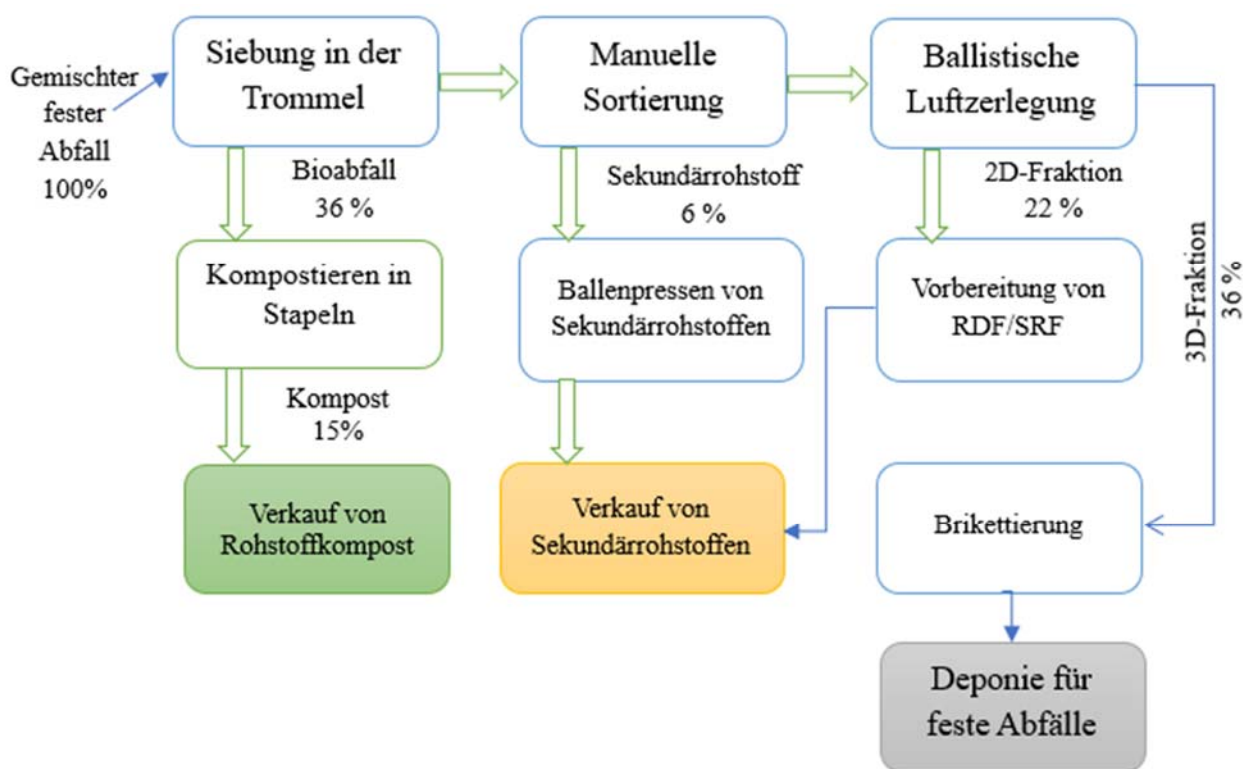


Abbildung 4.2 – Technologisches Betriebssystemschema des Objekts der Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen gemäß Option Nr. 1

Die Personalliste der Mitarbeiter des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 1 für die akzeptierte Designkapazität des Unternehmens wird gemäß den Anforderungen von SBO B.2.2-35077234-001²⁶ (aufgeführt in Tabelle 4.9) angenommen.

Tabelle 4.8 – Berechnungsparameter der Stoffbilanz des MBB-Komplexes gemäß Option Nr.1

Parametername	Maßeinheiten	Parameterwert
Gesamtbevölkerung versorgt	Mensch.	115 449
Anzahl der Binnenvertriebenen	Mensch.	28 000
Volumen des Abfallaufkommens (ohne Binnenvertriebene)	t/Jahr	50 396
Auslegungskapazität des MBB-Komplexes (1 Schicht pro Tag)	t/Jahr	50 000
	%	100
Extraktion ressourcenwerter Komponenten	t/Jahr	13 900
	%	≈28
Menge Bioabfall zur Kompostierung (Input)	t/Jahr	18 000
	%	36
Rückstände, die zur Deponierung bestimmt sind (ausgenommen Rückstände nach der Vergärung)	t/Jahr	18 100
	%	36

Anmerkungen: In den Berechnungen wird Folgendes akzeptiert. Stromverbrauch 65 kWh pro Designtonne Hausmüll pro Tag; Produktionskapazität – 25 t/h; Anzahl der Arbeitstage pro Jahr – 250; 8-Stunden-Schicht (Sortierwerkstatt); Die Dichte von Methan unter Standardbedingungen wird mit 0,67 kg/m³ angenommen (SSTB ISO 13443:2015 Erdgas. Standardbedingungen)

²⁶ SBO B.2.2-35077234-001:2011 «Unternehmen zur Sortierung und Verarbeitung fester Haushaltsabfälle. Anforderungen an die technologische Gestaltung» // <http://surl.li/cbyrg>

Tabelle 4.9 – Ungefähre Personalliste der Mitarbeiter des MBB-Komplexes gemäß Option Nr.

Nr	Position	Anzahl, Mensch.
Verwaltungs- und leitende Mitarbeiter		
1	Direktor	1
2	Assistent des Leiters	1
3	Chefingenieur	1
4	Hauptbuchhalter	1
5	Stellvertretender Hauptbuchhalter	1
6	Ökonom	1
7	Leiter des Chemielabors	1
8	Dispatcher	1
Gesamt		8
Empfangsabteilung und Müllsortierstation		
1	Chef	1
2	Stellvertretender Chef	1
3	Chefmechaniker	1
4	Mechaniker	1
5	Energieingenieur	1
6	Elektriker	1
7	Meister	1
8	Schlosser	1
9	Sortierer	27
Gesamt		35
Abteilung für Kompostierung		
1	Chef	1
2	Stellvertretender Chef	1
3	Meistertechnologe	1
4	Kranführer	1
5	Mechaniker	1
6	Operator	2
8	Laborchemiker	1
Gesamt		8

Anmerkungen: Das durchschnittliche Gehalt für die Stadt Uschhorod zum 1. August 2023 wird in Höhe von 17.500 UAH angenommen.

Die Anlagenleistung des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 1 beträgt 65 kW pro 1 Tonne Hausmüll. Der jährliche Bedarf an elektrischer Energie beträgt 3250 MW. Die Tabelle 4.10 zeigt die berechnete elektrische Energiebilanz des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 1.

Tabelle 4.10 – Die Bilanz der elektrischen Energie des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 1

Nr	Name	Menge, MW/Jahr	Die Stromkosten	
			Tarif, UAH	Summe, Millionen Hrywnja
1	Der Gesamtbedarf an Strom pro Jahr	3250	1803,49	5,861

Anmerkungen: Die Berechnung erfolgte auf Grundlage des Tarifs vom 31.07.2023 für die 2. Klasse von Unternehmen, nämlich 1.803,49 UAH. Der Gesamtstromverbrauch des Unternehmens wird der Berechnung zufolge 3.250 MW pro Jahr betragen, bei einer angenommenen Belastung von 50.000 t/Jahr.

Technische und wirtschaftliche Indikatoren charakterisieren die Material- und Produktionsbasis des Unternehmens und den komplexen Ressourceneinsatz. Sie werden zur Planung und Analyse der Produktions- und Arbeitsorganisation, des Technologieniveaus, der Produktqualität, des Einsatzes von Anlage- und Betriebskapital sowie der Arbeitsressourcen verwendet.

Die Tabelle 4.11 zeigt die technischen Indikatoren des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 1 unter Berücksichtigung des ausgewählten Standorts für den Bau des Komplexes.

Tabelle 4.11 – Technische Indikatoren des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 1

Nr	Indikator	Wert
1	Produktionskapazität des MBB-Komplexes zur Verarbeitung von HM, t/h	25
2	Anzahl der Arbeitsschichten/Stunden	1/8
3	Anzahl der Arbeitstage	250
4	Anzahl der Arbeitsstunden pro Jahr	2000
5	Die Menge an Abfall, die verarbeitet werden kann, t/Jahr	50 000
6	Grundstück mit Mindestmaßen L×B, m/ha	100×200/2
7	Die Anzahl der Arbeitskräfte, Personen	51
8	Installationskapazität der Ausrüstung / tatsächlicher Stromverbrauch, MW/Jahr	3 250 / 3 250
9	Bauzeit des Komplexes, Monate.	12

Anmerkungen: In Zeiten, in denen die Abfallmenge die Nennproduktivität des Komplexes von 50.000 t/Jahr übersteigt, wird durch die Einführung zusätzlicher Änderungen eine Erhöhung des Verarbeitungsvolumens erreicht

4.8.2 Technologisches Betriebssystem der Abfallbehandlungsanlage gemäß der Option 2

Kurze Beschreibung des technologischen Prozesses des Betriebs des MBB-Komplexes gemäß der Option Nr. 2

Der MBB-Komplex gemäß der technologischen Option Nr. 2 (Abb. 4.3) ermöglicht die mechanische Sortierung von Hausmüll mit der Gewinnung von Sekundärrohstoffen (6 %); anaerobe Vergärung von Bioabfällen zur Gewinnung von Biogas (bis zu 40 % der Gesamtmasse) mit anschließender Verwertung in elektrische Energie zur Deckung des Eigenbedarfs; Beschaffung alternativer Brennstoffe RDF/SRF (bis zu 30 % der Gesamtmasse); und Deponierung von unsortierten Rückständen und Inertabfällen (24 %).

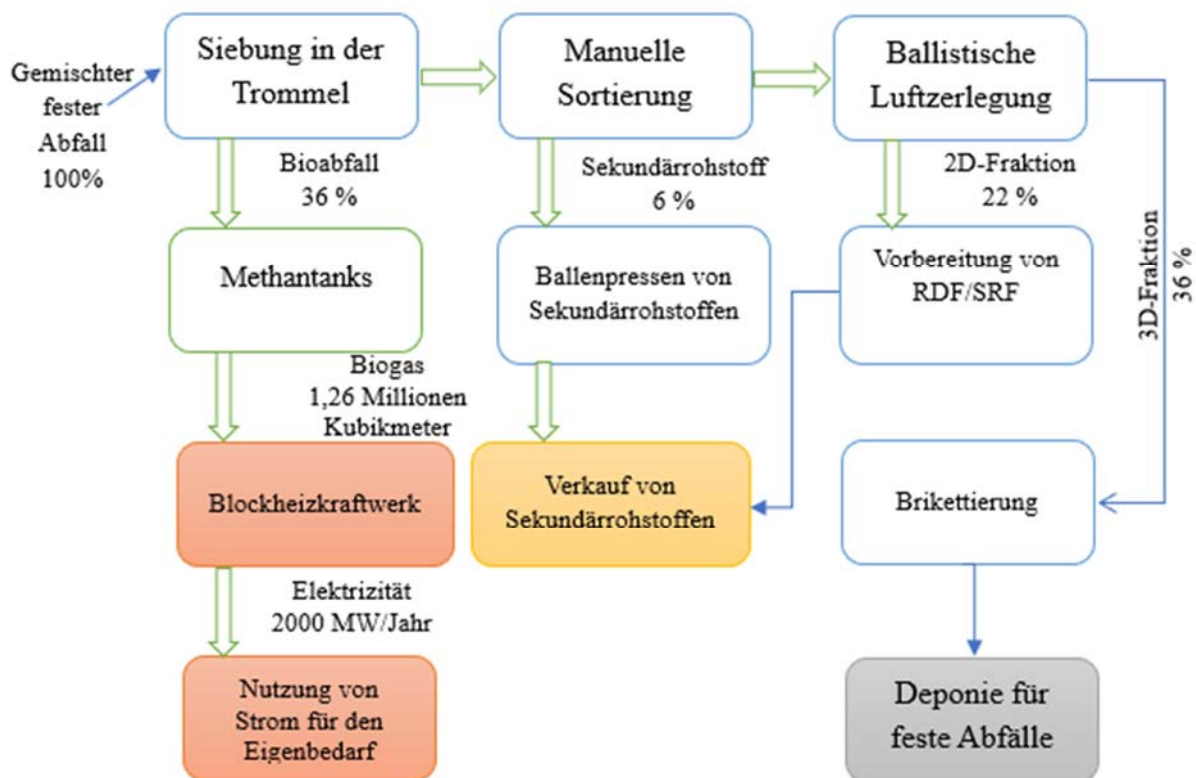


Abbildung 4.3 – Technologisches Betriebssystem des Objekts der Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen gemäß Option Nr. 2

Die Hauptbestandteile des Einkommensteils: der Verkauf von Sekundärrohstoffen, der Tarif für die Abfallbehandlungsleistung, der Verkauf von Strom oder Biogas (deckt teilweise den Eigenbedarf). RDF/SRF-Implementierungen werden mit Null bewertet.

Die Hauptbestandteile des Ausgabenteils sind: Löhne, Ausgaben für den Stromverbrauch (der Verbrauch sinkt durch den Betrieb des Blockheizkraftwerks), Ausgaben für den Einkauf von Kraft- und Schmierstoffen usw.

Bewertung der Material- und Ressourcenparameter des MBB-Komplexes entsprechend der Option Nr. 2

In der Stadt Uschhorod und in der Region Transkarpatien gibt es keine garantierten EBS/SRF-Abnehmer. Gleichzeitig gilt der Transport über weite Strecken außerhalb der Region auch als wirtschaftlich unpraktisch. Daher gehen wir in den Berechnungen von einem Nullsatz für den Verkauf von EBS/SRF aus. Durch die Nutzung von Bioabfällen zur anaeroben Vergärung wird die Abfallmenge deutlich reduziert und Biogas gewonnen, das in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zur Gewinnung elektrischer Energie genutzt werden kann. Elektrische Energie wird den Bedarf des Komplexes teilweise decken.

Somit umfasst die technologische Variante des MBB-Komplexes gemäß Variante Nr. 2 die folgenden Funktionswerkstätten:

- Mechanische Sortier- und Aufbereitungswerkstatt (Sortieren, Zerkleinerung und Aufbereiten von Ballen aus Sekundärrohstoffen);
- Biologische Kläranlage: anaerobe Zersetzung mit Biogasproduktion und weitere Nutzung des Biogases in einem Blockheizkraftwerk.

Die berechneten Parameter der Materialbilanz des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 2 für die Stadt Uschhorod sind in der Tabelle 4.12 dargestellt.

Tabelle 4.12 – Berechnungsparameter der Stoffbilanz des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 2

Parametername	Maßeinheiten	Parameterwert
Gesamtbevölkerung versorgt	Mensch.	115 449
Anzahl der Binnenvertriebenen	Mensch.	28 000
Volumen des Abfallaufkommens (ohne Binnenvertriebene)	t/Jahr	50 396
Auslegungskapazität des MBB-Komplexes (1 Schicht pro Tag)	t/Jahr	50 000
	%	100
Extraktion ressourcenwerter Komponenten	t/Jahr	13 900
	%	≈28
Biogasbildung	m ³ /Jahr	1 260 000
Menge Bioabfall zur Kompostierung (Input)	t/Jahr	18 000
	%	36
Rückstände, die zur Deponierung bestimmt sind (ausgenommen Rückstände nach der Vergärung)	t/Jahr	18 100
	%	36

Anmerkungen: Die Berechnungen gehen von folgendem aus: Stromverbrauch von 65 kWh pro 1 Designtonne HM pro Tag; Produktionskapazität – 25 t/h; Anzahl der Arbeitstage pro Jahr – 250; 8-Stunden-Schicht (Sortierwerkstatt); Dichte von Methan unter Standardbedingungen 0,67 kg/m³ (SSTB ISO 13443:2015 Erdgas. Standardbedingungen)

Die Personalliste der Mitarbeiter des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 2 für die angenommene Designkapazität des Unternehmens wird gemäß den Anforderungen von SBO B.2.2-35077234-001²⁷ (aufgeführt in Tabelle 4.13) angenommen.

²⁷ SBO B.2.2-35077234-001:2011 «Unternehmen zur Sortierung und Verarbeitung fester Haushaltsabfälle. Anforderungen an die technologische Gestaltung» // <http://surl.li/cbyrg>

Tabelle 4.13 – Ungefähre Personalliste der Mitarbeiter des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 2

N	Position	Anzahl, Mensch.
Verwaltungs- und leitende Mitarbeiter		
1	Direktor	1
2	Assistent des Leiters	1
3	Chefingenieur	1
4	Hauptbuchhalter	1
5	Stellvertretender Hauptbuchhalter	1
6	Ökonom	1
7	Leiter des Chemielabors	1
8	Dispatcher	1
Gesamt		8
Empfangsabteilung und Müllsortierstation		
1	Chef	1
2	Stellvertretender Chef	1
3	Chefmechaniker	1
4	Mechaniker	1
5	Energieingenieur	1
6	Elektriker	1
7	Meister	1
8	Schlosser	1
9	Sortierer	27
Gesamt		35
Werkstatt für anaerobe Vergärung organischer Stoffe aus Abwasser		
1	Chef	1
2	Technologe	1
3	Meister	2
4	Operator	4
5	Elektriker	2
6	Schlosser-Mechaniker	2
7	Leiter des Labors	1
8	Laborchemiker	2
Gesamt		15
Blockheizkraftwerk zur Biogasnutzung		
1	Chef	1
2	Leitender Energieingenieur	1
3	Energieingenieur	1
4	Mechaniker	1
5	Obermeister	1
6	Mechaniker	1
7	Meister	2
8	Maschinist eines Blockheizkraftwerkes (3 Schichten)	3
9	Schlosser	2
Gesamt		13

Anmerkungen: Das durchschnittliche Gehalt für die Stadt Uschhorod zum 1. August 2023 wird in Höhe von 17.500 UAH angenommen.

Die Anlagenleistung des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 2 beträgt 65 kW pro 1 Tonne Hausmüll. Der jährliche Bedarf an elektrischer Energie beträgt 3250 MW. Aufgrund der Implementierung einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit einer Leistung von 1 MW/h. Es ist

möglich, bis zu 2000 MW/Jahr elektrische Energie zu kompensieren. Die Tabelle 4.14 zeigt die berechnete Bilanz der elektrischen Energie des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 2.

Tabelle 4.14 – Bilanz der elektrischen Energie des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 2

Nr	Name	Menge, MW/Jahr	Die Stromkosten	
			Tarif, UAH	Summe, Millionen Hrywnja
1	Der Gesamtbedarf an Strom pro Jahr	3250	1803,49	5,861
2	Die Strommenge, die bei der anaeroben Vergärung von Bioabfällen bei der Produktion von Biogas gewonnen wird	2000	–	–
3	Strommengen zur Deckung des Bedarfs des Komplexes (Betriebskosten)	1250	1803,49	2,254

Anmerkungen: Die Berechnung erfolgte auf Grundlage des Tarifs vom 31.07.2023 für die 2. Klasse von Unternehmen, nämlich 1.803,49 UAH. Der Gesamtstromverbrauch des Unternehmens wird der Berechnung zufolge 3250 MW pro Jahr betragen. Das Unternehmen erhält 2.000 MW pro Jahr aus der anaeroben Vergärung von Bioabfällen zur Produktion von Biogas. Die zukaufbare Strommenge beträgt 1.250 MW pro Jahr bei einer Lastberechnung von 50.000 t/Jahr.

Technische und wirtschaftliche Indikatoren charakterisieren die Material- und Produktionsbasis des Unternehmens und den komplexen Ressourceneinsatz. Sie werden zur Planung und Analyse der Produktions- und Arbeitsorganisation, des Technologieniveaus, der Produktqualität, des Einsatzes von Anlage- und Betriebskapital sowie der Arbeitsressourcen verwendet.

Die Tabelle 4.15 zeigt die technischen Indikatoren des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 2 unter Berücksichtigung des ausgewählten Standorts für den Bau des Komplexes.

Tabelle 4.15 – Technische Indikatoren des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 2

Nr	Indikator	Wert
1	Produktionskapazität des MBB-Komplexes zur Verarbeitung von HM, t/h	25
2	Anzahl der Arbeitsschichten/Stunden	1/8
3	Anzahl der Arbeitstage	250
4	Anzahl der Arbeitsstunden pro Jahr	2000
5	Die Menge an Abfall, die verarbeitet werden kann, t/Jahr	50 000
6	Grundstück mit Mindestmaßen L×B, m/ha	100×200/2
7	Die Anzahl der Arbeitskräfte, Personen	71
8	Installationskapazität der Ausrüstung / tatsächlicher Stromverbrauch, MW/Jahr	3 250 / 1 250
9	Bauzeit des Komplexes, Monate.	24

Anmerkungen: In Zeiten, in denen die Abfallmenge die Nennproduktivität des Komplexes von 50.000 t/Jahr übersteigt, wird durch die Einführung zusätzlicher Änderungen eine Erhöhung des Verarbeitungsvolumens erreicht

4.8.3 Technologisches Betriebssystem der Abfallbehandlungsanlage gemäß der Option 3

Kurze Beschreibung des technologischen Prozesses des Betriebs des MBB-Komplexes gemäß der Option Nr. 3

Der MBB-Komplex gemäß der technologischen Option Nr. 3 (Abb. 4.4) ermöglicht die mechanische Sortierung von Hausmüll mit der Gewinnung von Sekundärrohstoffen (6 % der Gesamtmasse); Gewinnung alternativer Brennstoffe RDF/SRF (bis zu 30 % der Gesamtmasse des Abfalls), Stabilisierungskompostierung von Bioabfällen (bis zu 40 % der Gesamtmasse) und Entsorgung von unsortierten Rückständen und Inertabfällen (24 %) auf der Deponie.

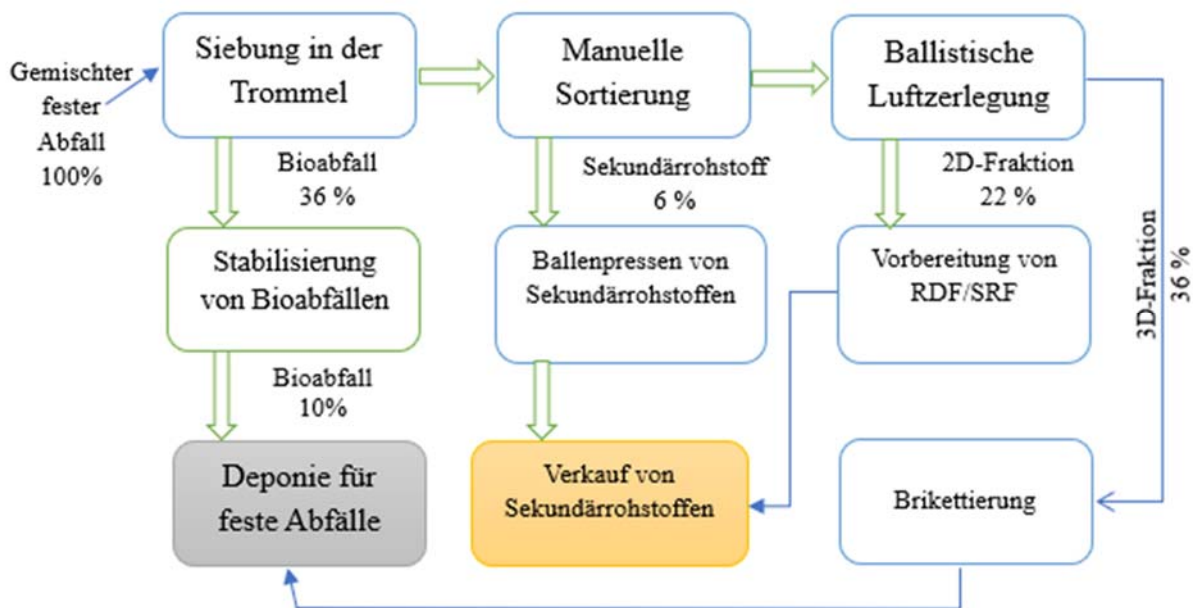


Abbildung 4.4 – Technologisches Betriebssystemschema des Objekts der Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen gemäß Option Nr. 3

Die Hauptbestandteile des Umsatzanteils: der Verkauf von Sekundärrohstoffen, der Tarif für die Abfallbehandlungsleistung. Es wird davon ausgegangen, dass der Einsatz von Kompost und RDF/SRF bei Null liegt.

Die Hauptbestandteile des Verbrauchsteils: Löhne, Strom, Kraft- und Schmierstoffe usw.

Bewertung der Material- und Ressourcenparameter des MBB-Komplexes entsprechend der Option Nr. 3

In der Stadt Uschhorod und in der Region Transkarpatien gibt es keine garantierten Verbraucher von alternativen Brennstoffen RDF/SRF. Gleichzeitig gilt der Transport über weite Strecken außerhalb der Region auch als wirtschaftlich unpraktisch. Daher gehen wir in den Berechnungen von einem Nullsatz für den Verkauf von EBS/SRF aus. Eine RDF/SRF-Implementierung ist jedoch erforderlich. Durch den Einsatz der Stabilisierungskompostierung von Bioabfällen wird die Menge der auf der Deponie zu entsorgenden Abfälle deutlich reduziert.

Somit umfasst die technologische Variante des MBB-Komplexes gemäß Variante Nr. 3 die folgenden Werkstätten:

- Mechanische Sortier- und Aufbereitungsanlage (Sortieren und Zerkleinerung);
- Biologische Aufbereitungsanlage: Stabilisierung, Kompostierung von Bioabfällen.

Die berechneten Parameter der Materialbilanz des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 3 für die Stadt Uschhorod sind in der Tabelle 4.16 dargestellt.

Die Personalliste der Mitarbeiter des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 3 für die angenommene Projektkapazität des Unternehmens wird gemäß den Anforderungen von SBO B.2.2-35077234-001²⁸ (aufgeführt in Tabelle 4.17) angenommen.

Die Anlagenleistung des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 3 beträgt 65 kW pro 1 Tonne Hausmüll. Der jährliche Bedarf an elektrischer Energie beträgt 3250 MW. Die Tabelle 4.18 zeigt die berechnete Bilanz der elektrischen Energie des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 3.

²⁸ SBO B.2.2-35077234-001:2011 «Unternehmen zur Sortierung und Verarbeitung fester Haushaltsabfälle. Anforderungen an die technologische Gestaltung» // <http://surl.li/cbyrg>

Tabelle 4.16 – Berechnungsparameter der Materialbilanz der MBB-Komplexoption Nr. 3

Parametername	Maßeinheiten	Parameterwert
Gesamtbevölkerung versorgt	Mensch.	115 449
Anzahl der Binnenvertriebenen	Mensch.	28 000
Volumen des Abfallaufkommens (ohne Binnenvertriebene)	t/Jahr	50 396
Auslegungskapazität des MBB-Komplexes (1 Schicht pro Tag)	t/Jahr	50 000
	%	100
Extraktion ressourcenwerter Komponenten	t/Jahr	13 900
	%	≈28
Menge Bioabfall zur Kompostierung (Input)	t/Jahr	18 000
	%	36
Rückstände, die zur Deponierung bestimmt sind (ausgenommen Rückstände nach der Vergärung)	t/Jahr	18 100
	%	36

Anmerkungen: Die Berechnungen gehen von folgendem aus: Stromverbrauch von 65 kWh pro Designtonne Hausmüll pro Tag; Produktionskapazität – 25 t/Stunde; Anzahl der Arbeitstage pro Jahr – 250; 8-Stunden-Schicht (Sortierwerkstatt); Dichte von Methan unter Standardbedingungen 0,67 kg/m³ (SSTB ISO 13443:2015 Erdgas, Standardbedingungen)

Tabelle 4.17 – Ungefähre Personalliste der Mitarbeiter des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 3

Nr	Position	Anzahl, Mensch.
Verwaltungs- und leitende Mitarbeiter		
1	Direktor	1
2	Assistent des Leiters	1
3	Chefingenieur	1
4	Hauptbuchhalter	1
5	Stellvertretender Hauptbuchhalter	1
6	Ökonom	1
7	Leiter des Chemielabors	1
8	Dispatcher	1
Gesamt		8
Empfangsabteilung und Müllsortierstation		
1	Chef	1
2	Stellvertretender Chef	1
3	Chefmechaniker	1
4	Mechaniker	1
5	Energieingenieur	1
6	Elektriker	1
7	Meister	1
8	Schlosser	1
9	Sortierer	27
Gesamt		35
Bioabfall-Stabilisierungsstation		
1	Chef	1
2	Stellvertretender Chef	1
3	Meistertechnologe	1
4	Kranführer	1
5	Mechaniker	1
6	Operator	2
8	Laborchemiker	1
Gesamt		8

Anmerkungen: Das durchschnittliche Gehalt für die Stadt Ushchorod zum 1. August 2023 wird in Höhe von 17.500 UAH angenommen.

Tabelle 4.18 – Die Bilanz der elektrischen Energie des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 3

Nr	Name	Menge, MW/Jahr	Die Stromkosten	
			Tarif, UAH	Summe, Millionen Hrywnja
1	Der Gesamtbedarf an Strom pro Jahr	3250	1803,49	5,861

Anmerkungen: Die Berechnung erfolgte auf Grundlage des Tarifs vom 31.07.2023 für die 2. Klasse von Unternehmen, nämlich 1.803,49 UAH. Der Gesamtstromverbrauch des Unternehmens wird der Berechnung zufolge 3.250 MW pro Jahr bei einer Lastberechnung von 50.000 t/Jahr betragen

Technische und wirtschaftliche Indikatoren charakterisieren die Material- und Produktionsbasis des Unternehmens und den komplexen Ressourceneinsatz. Sie werden zur Planung und Analyse der Produktions- und Arbeitsorganisation, des Technologieniveaus, der Produktqualität, des Einsatzes von Anlage- und Betriebskapital sowie der Arbeitsressourcen verwendet.

Die Tabelle 4.19 zeigt die technischen Indikatoren des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 3 unter Berücksichtigung des ausgewählten Standorts für den Bau des Komplexes.

Tabelle 4.19 – Technische Indikatoren des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 3

Nr	Indikator	Wert
1	Produktionskapazität des MBB-Komplexes zur Verarbeitung von HM, t/h	25
2	Anzahl der Arbeitsschichten/Stunden	1/8
3	Anzahl der Arbeitstage	250
4	Anzahl der Arbeitsstunden pro Jahr	2000
5	Die Menge an Abfall, die verarbeitet werden kann, t/Jahr	50 000
6	Grundstück mit Mindestmaßen L×B, m/ha	100×200/2,0
7	Die Anzahl der Arbeitskräfte, Personen	51
8	Installationskapazität der Ausrüstung / tatsächlicher Stromverbrauch, MW/Jahr	3 250 / 3 250
9	Bauzeit des Komplexes, Monate.	12

Anmerkungen: In Zeiten, in denen die Abfallmenge die Nennproduktivität des Komplexes von 50.000 t/Jahr übersteigt, wird durch die Einführung zusätzlicher Änderungen eine Erhöhung des Verarbeitungsvolumens erreicht

4.9 Standortschema der geplanten Objekte und Strukturen der Verarbeitungs- (Sortier-) Anlage für Sekundärrohstoffe

Der MBB-Komplex ist für die Verarbeitung von Hausmüll bestimmt, der bei der getrennten Sammlung in getrennten Behältern (oder Säcken) in der Stadt Uschhorod anfällt. Die Hauptrohstoffe für den MBB-Komplex sind gemischter Hausmüll und getrennt gesammelte Sekundärrohstoffe, die mit Spezialfahrzeugen zur Verarbeitung oder Sortierung angeliefert werden. Bei der Nutzung des geplanten MBB-Komplexes besteht keine Notwendigkeit, die bestehende Logistik und den Transport von Hausmüll von den Lagerstätten zur Verarbeitungsanlage durch die Wirtschaftseinheit im Bereich der Abfallwirtschaft zu ändern.

4.9.1 Grundstück für den Bau einer Hausmüllverarbeitungsanlage

Die Umsetzung des Projekts zum Bau einer Hausmüllverarbeitungsanlage (einschließlich Sortierung von Sekundärrohstoffen) (MBB-Komplex) für die Stadt Uschhorod ist auf dem Gelände außerhalb der Stadt Uschhorod, in der Nähe der Deponie, geplant Koordinaten 48.578717, 22.351197 (Abb. 4.5).



Abbildung 4.5 – Lageplan für den Standort der Hausmüllbehandlungsanlage (MBB-Komplex) für die Stadt Ushchorod

Die Gesamtfläche des Geländes für den Standort der geplanten Objekte und Bauwerke der Hausmüllbehandlungsanlage beträgt gemäß der Auslegungskapazität 2,0 Hektar. Die Grenzen werden durch die Größe des MBB-Komplexes bestimmt, der um den Umfang herum eingezäunt wird. In der Gegend gibt es keine Gutshäuser mit mehreren oder niedrigen Gebäuden.

4.9.2 Geplante Objekte und Strukturen des Objekts der Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen

Funktionelle Zonierung des MBB-Komplexes

Die im MBB-Komplex eingesetzte Technologie umfasst die Prozesse der manuellen und maschinellen Sortierung, Pressung und Bioabfallverarbeitung. Im Tätigkeitsprozess des MBB-Komplexes ist die Gewinnung von Hausmüll durch kombinierte Sortierung und die anschließende Gewinnung von recycelten Rohstoffen oder Fertigprodukten vorgesehen.

Funktionszonen des MBB-Komplexes (einschließlich Landschaftsgestaltung, Straßenoberfläche, angrenzende Bereiche außerhalb der Komplexumzäunung):

- *Vorfabrikbereich* – befindet sich am Eingang (Haupteingang) des Unternehmens von der Siedlungsseite und umfasst Parkplätze für Fahrzeuge und Landschaftselemente;
- *industriell (technologische Zone)* – nimmt den größten Teil des Territoriums des Unternehmens ein und umfasst die wichtigsten Werkstätten, Gebäude und offenen technologischen Anlagen: Es besteht aus einer Sortieranlage für Hausmüll (mechanische Verarbeitungsstufe) mit einer Produktionslinie für RDF-Alternativbrennstoffe und einer Bioabfallverarbeitungsanlage mit Kompostproduktion (biologische Verarbeitungsstufe);
- *Nebenbereich* – umfasst das Territorium des Unternehmens, das von Hilfseinrichtungen (Haushaltsräume, Reparaturräume, Lagerhallen usw.), Energie (Stromversorgungsnetze), Sanitär- und Technikanlagen (Wasseraufbereitungsanlagen), Kommunikation (Lüftungs- und Klimaanlagennetze, Heizung, Abwasser) und andere Einrichtungen eingenommen wird;
- *Lagerfläche* – umfasst die Gebiete, die für die Lagerung von Rohstoffen, Materialien und Fertigprodukten erforderlich sind, und ist am stärksten mit Transportwegen belastet und gesättigt.

Architektur- und Planungslösung des MBB-Komplexes

Die wesentlichen Planungsentscheidungen und das Schema des Standorts der geplanten Objekte und Bauwerke der Verarbeitungs- (Sortier-) Anlage für Sekundärrohstoffe werden durch das

Vorhandensein eines unbebauten Baugrundstücks auf dem Gebiet der Gemeinde sowie technologische Lösungen für den Standort des MBB-Komplexes bestimmt. Dies spiegelt sich in der Zeichnung in Anhang F wider.

Die Platzierung (Zusammensetzung) der Hauptanlagen der Sekundärrohstoffverarbeitungsanlage (Sortieranlage), einschließlich der Elemente des MBB-Komplexes in allen Gebäuden (Bauwerken), erfolgt unter Berücksichtigung einer rationelleren Flächennutzung, Planung und Kommunikation Anlagen, Außeneingänge usw.

Der vorgeschlagene MBB-Komplex besteht aus (siehe Zeichnungen in Anhang F):

1. Bereiche, in denen sich die Sortieranlage mit der entsprechenden Ausrüstung befindet, einschließlich der Produktionslinie für RDF-Alternativbrennstoffe.
2. Grundstücke des Standortes der Kompostieranlage mit entsprechender Ausstattung.
3. Räumlichkeiten für den technischen Hilfszweck der Sortier- und Kompostieranlagen und für den allgemeinen Betrieb des MBB-Komplexes.
4. Äußere räumliche Metallkonstruktionen zur Befestigung der technologischen Ausrüstung der Sortier- und Kompostieranlagen, die für den allgemeinen Betrieb des MBB-Komplexes erforderlich sind.

Der Vorfabrikbereich außerhalb des Zauns des MBB-Komplexes befindet sich am Eingang vom nördlichen Teil der Baustelle. Die Freifläche des Personenkraftwagenverkehrs errechnet sich aus der Anzahl der Beschäftigten und gemäß SBO B.2.3-5²⁹ und SBO B.2.5-15³⁰.

Das Gelände des MBB-Komplexes ist von einem vorgefertigten Betonzaun mit einer Höhe von weniger als 1,6 m umgeben. Der Durchgang befindet sich auf der Nordseite des Geländes der Baustelle des MBB-Komplexes. Die Hauptfassade des Gebäudes liegt im Norden.

Die gesamte technologische Ausrüstung des MBB-Komplexes befindet sich unter dem Dach schnell montierter vorgefertigter Strukturen. Dies können beispielsweise Konstruktionen in Form von gebogenen Tragbögen aus hochwertigem Aluminium sein, zwischen denen vorgespannte Membranplatten angeordnet sind. Die maximale Breite der Struktur beträgt 30 m. Das Produkt ist von UkrSEPRO zertifiziert und verfügt über Genehmigungen für die Verwendung in der Ukraine. Bauwerke können abgebaut, verschoben und an einem neuen Standort wieder aufgebaut werden, wobei die Qualität des neuen Bauwerks zu 100 % erhalten bleibt. Durch die modulare Konfiguration können Sie neue Abschnitte hinzufügen, um die Länge des Werkstattbereichs zu vergrößern. Der Vorteil der Bauwerke besteht bei akzeptablen Bodenverhältnissen darin, dass keine Fundamente für Spannweiten bis zu 40 m errichtet werden müssen. Die Bauwerke haben eine Garantie von 30 Jahren.

Verbesserung und Landschaftsgestaltung des Territoriums

Entlang des Gebäudeumfangs des MBB-Komplexes ist ein Asphaltbetoneinbau mit einer Breite von 1,0 m vorgesehen.

Für die technische und brandschutztechnische Instandhaltung des MBB-Komplexes werden gestaltete Durchgänge genutzt. Straßen sind mit Asphaltbeton bedeckt. Einfahrten, Gehwege und Spielplätze werden durch Bordsteine begrenzt.

Für den Durchgang der Arbeiter von den Geschäften und Räumlichkeiten des Komplexes zu den Durchgängen ist ein Gehweg mit einer Mindestbreite von 1,0 m vorgesehen.

Das Projekt bietet einen Platz für die Erholung des Personals sowie einen Platz zum Rauchen. Das Territorium des Komplexes ist landschaftlich gestaltet.

Um normale sanitäre und hygienische Bedingungen auf dem Gelände der Baustelle zu gewährleisten, ist die Begrünung baufreier Flächen geplant:

- Anpflanzung von Zierbäumen;
- Rasen mit mehrjährigen Gräsern säen.

²⁹ SBO B.2.3-5:2018 Straßen und Wege der Siedlungen. Mit Änderung Nr. 1

³⁰ SBO B.2.2-15:2019 Gebäude und Strukturen. Wohngebäude. Materielle Bestimmungen. Mit Änderung Nr. 1

Bei der Pflanzung neuer Bäume wird bis zu 50 % Pflanzenerde zugegeben. Beim Anlegen von Rasenflächen wird eine Schicht Pflanzenerde mit einer Dicke von 0,15 m hinzugefügt, bei der Anordnung von Blumenbeeten eine Schicht von 0,20 m.

Die Hauptindikatoren des Gesamtplans der Baustelle des MBB-Komplexes sind in der Tabelle 4.20 dargestellt.

Tabelle 4.20 – Die Hauptindikatoren des Gesamtplans der Baustelle (MBB-Komplex)

Nr	Indikator	Einheit	Wert von Indikatoren
1	Die Gesamtfläche der Baustelle (MBB-Komplex mit Landschaftsgestaltung)	Ha	2,0
2	Gebäudefläche der Müllsortieranlage*	m ²	3 600
3	Baufläche der Bioabfall-Kompostierungsanlage	m ²	4 050
4	Landschaftsbaubereich der Baustelle	m ²	6 000
5	Bereich der Asphaltbetondecke	m ²	6 350

*Die Produktivität der Abfallsortierlinie des MBB-Komplexes wird mit 25 t/h angenommen

Organisation von Oberflächenabfluss, Entwässerung und Wasserversorgung

Die Organisation des Oberflächenabflusses des MBB-Komplexes muss unter Berücksichtigung der Topographie des Gebiets, der Markierung bestehender Straßen, des Mindestumfangs der Erdarbeiten und der zuverlässigen Ableitung von Regenwasser aus den zu planenden Bauwerken erfolgen.

Vorbereitung des Geländes – Verfüllung vom örtlichen Boden bis zur Projektmarkierung mit Planung der Geländefläche.

Die Ableitung von Oberflächenregenwasser aus dem Gebiet des MBB-Komplexes erfolgt entlang der geplanten Straßenoberfläche mit minimalem Gefälle auf der bestehenden Straße und dann zu den örtlichen Kläranlagen (ÖKA) des MBB-Komplexes.

Als ÖKA ist die Verwendung geschlossener Stahlbetonblöcke vorgesehen, zu denen auch gehören:

1. Unterirdischer, hermetischer Stahlbetontank mit interner Abdichtung, unterteilt in technische Abteilungen. Im Inneren des Tanks sind technologische Geräte und Rohrleitungen installiert. Für den Zugang zum Tank und zur Gerätewartung sind Polypropylenluken 1000/1000 mm mit Wärme- und Schalldämmung vorgesehen. Dadurch kann man die Ausrüstung warten oder reparieren, ohne die ÖKA zu stoppen.

2. Eine mechanische Vorreinigungseinheit bestehend aus einem mechanischen Gitter, einem Sandfang und einem Aufbewahrungskorb. Es wird neben einem Stahlbetontank in einem Stahlbetonschacht installiert.

3. Ein oberirdisches Modulhaus mit technologischer Ausstattung, ausgestattet mit einem Heiz- und Lüftungssystem, in dem sich die folgende Ausstattung befindet:

- Luftblasstation
- Sand-Kies-Filter nach der Reinigung
- Abwasserdesinfektionsgerät
- die zentrale Leitstelle der Behandlungseinrichtungen
- Schlammwässerungsanlage mit Flockungsmittelaufbereitungstank (optional)
- Luftfiltereinheit.

Die Wasserversorgung des Komplexes erfolgt mit Hilfe einer dezentralen Wasserversorgung, deren Quelle 2 Brunnen mit einer Tiefe von bis zu 150 m sind (notwendige Klärung bei geologischen Untersuchungen). Die Förderleistung des Brunnens beträgt bis zu 9 m³/h.

Systeme zum Sammeln und Reinigen von Sickerwasser aus Hausmüll

Die Bildung von Sickerwasser aus HM wird an folgenden Stellen des technologischen Kreislaufs angenommen:

- Entladestellen von Spezialfahrzeugen (Lagerplätze für Abfälle vor der Sortierung) und vom Trommelsieb;
- auf dem Lagerplatz von Stapeln für reifenden Kompost.

Um das Sickerwasser aus der Kläranlage zu sammeln, ist entlang der Sohle der Kläranlage eine Entwässerungsanlage vorgesehen, bevor es anschließend auf das Trommelsieb geladen wird. Die Entwässerung des Sickerwassers wird in Form eines entlang der Sohle des oberen Hangs der Lagerstätte verlegten Abflusses mit anschließender Zuführung des Sickerwassers zu ÖKA des MBB-Komplexes vorgeschlagen. Das gebildete Filtrat aus dem Trommelsieb wird über die Rutschen der ÖKA zugeführt.

Filtrat aus Hausmüll gelangt in die ÖKA und wird nach der Reinigung (gereinigtes Wasser) zur Befeuchtung der Kompostmischung verwendet. Überschüssiges gereinigtes Wasser wird in die städtische Kanalisation eingeleitet.

4.9.3 Eine kurze Beschreibung der Hauptvorgänge und Merkmale der geplanten Objekte und Strukturen der Anlage zur Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen

Annahme- und Sortiereinheit für Hausmüll (Haupttätigkeiten)

1. Annahme von Abfällen. Gemischte Abfälle werden mit Müllwagen an die Annahmestelle geliefert. Müllwagen werden gewogen und die Radioaktivität überwacht. Entladen von Müllwagen zum Empfangsbereich.
2. Auswahl großformatiger Abfälle, die versehentlich in das Sammelsystem für gemischten Hausmüll gelangt sind – Auswahl an Reifen, Bauschutt, Sperrmüll. Richtung des ausgewählten Abfalls zu den Boxen des MBB-Komplexes.
3. Laden auf das Förderband. Der Hausmüll auf dem Förderband gelangt zum Beutel- und Kartonbrecher. Beim Aufreißen der Beutel wird staubhaltige Luft abgesaugt und in Filtern gereinigt.
4. Der Hausmüll gelangt in das Trommelsieb zur Trennung. Organische und Ballastbestandteile werden getrennt (Untersiebfraktion – der erste „Schwanz“), die in die Kompostierhalle gelangen. Die andere Fraktion (Siebfraktion) gelangt in die manuelle Sortierkammer.
5. In der manuellen Sortierkammer werden Sekundärrohstoffe getrennt. Ausgewählte Sekundärrohstoffe werden in Kisten gelagert.
6. Aus den Kisten auf dem Förderband gelangt das recycelte Material zur Brikettierung in die Presse.

Eine RDF-Einheit

1. Der Rest der unsortierten Fraktion des Hausmülls (der zweite „Schwanz“) nach manueller Sortierung: Schuhe, Lumpen, Möbelteile, Kunststoff- und Gummiprodukte, Leder, Tetrapack, Windeln usw. Der Rest des unsortierten Hausmülls durchläuft einen automatischen Magnetabscheider, wird zerkleinert, gepresst und in Buchten verpackt.

Kompostierungseinheit

1. Der Rest der sortierten Fraktion des Hausmülls (der erste „Schwanz“): biologisch abbaubare Fraktion des Hausmülls (Bioabfall), Inert- und Ballastteile, Metallteile. Der Rest wird zu Kantenreihen geformt, die mit Blechen abgedeckt sind. Sie werden regelmäßig gemischt und angefeuchtet, bis sie reif sind. Die Belüftung erfolgt kontrolliert und künstlich. Bei Bedarf werden Füllstoffe oder andere Stoffe hinzugefügt. Das fertige Produkt wird gesiebt und verpackt. Die Siebung nach der Kompostierung (Inert- und Ballastteile, Metallteile) erfolgt in speziellen Boxen.

ABSCHNITT V. ZUSAMMENSTELLUNG VON GESCHÄTZTEN BERECHNUNGEN DER KOSTEN FÜR DIE UMSETZUNG VERSCHIEDENER PROJEKTE FÜR DEN BAU (STANDORT) DER VERARBEITUNGS- (SORTIERUNGS-) ANLAGE FÜR SEKUNDÄRROHSTOFFE

Es wurden Berechnungen zur Bestimmung der wichtigsten geschätzten Finanz- und Wirtschaftsindikatoren der zentralen Abfallbehandlungsanlage in der Stadt Uschhorod und prognostizierte Parameter ihres Funktionierens durchgeführt, unter anderem unter Verwendung der Ergebnisse von Feldstudien zur morphologischen Zusammensetzung von Hausmüll (HM) in der Stadt Uschhorod (Tabelle 4.4) und die Prognose der Einnahmen aus dem Verkauf von Sekundärrohstoffen, die im MBB-Komplex in der Stadt Uschhorod gewonnen wurden (Tabelle 4.5).

Die zusammenfassende Schätzung der Baukosten umfasst die Zusammenfassungen aller Objektschätzungen und Schätzungen für einzelne Kostenarten. Die folgenden Zusammenfassungen fließen in die Berechnungen ein:

Kapitel 1. Vorbereitung der Baustelle.

Kapitel 2. Die wichtigsten Bauobjekte.

Kapitel 3. Hilfs- und Dienstleistungsgegenstände.

Kapitel 4. Objekte der Energiewirtschaft.

Kapitel 5. Transport- und Kommunikationsobjekte.

Kapitel 6. Externe Netze und Strukturen der Wasserversorgung, Abwasser-, Wärme- und Gasversorgung.

Kapitel 7. Verbesserung und Landschaftsgestaltung des Territoriums.

Kapitel 8. Temporäre Gebäude und Bauwerke.

Kapitel 9. Sonstige Arbeiten und Ausgaben.

Kapitel 10. Wartung des Kundendienstes und Überwachung des Urheberrechts.

Kapitel 12. Design- und Forschungsarbeiten.

Zusammenfassende Schätzungen der Kosten für die Umsetzung des Bauprojekts (Platzierung) der Anlage zur Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen für die Stadt Uschhorod werden für die folgenden (in Abschnitt 4 besprochenen) Optionen zur Fertigstellung des MBB-Komplexes gegeben:

1) Bioabfallkompostierung (Kompostherstellung);

2) anaerobe Vergärung von Bioabfällen (Erzeugung von Biogas und dessen Nutzung in einem Blockheizkraftwerk);

3) Bioabfallstabilisierung (Annahme von Inertabfällen).

5.1 Bewertung der geschätzten Baukosten und der wichtigsten finanziellen und wirtschaftlichen Indikatoren des MBB-Komplexes (gemäß Option Nr. 1)

Die geschätzten Kosten für den Bau des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 1 (Kompostierung von Bioabfällen) umfassen den Bau einer Sortieranlage, einer Werkstatt für die biologische Verarbeitung von Bioabfällen, Bauarbeiten, Planungsarbeiten und die Aufsicht des Autors des Baus.

Die Kapitalkosten für den Bau des MBB-Komplexes in der Stadt Uschhorod gemäß Option Nr. 1 sind in der Tabelle 5.1 dargestellt. Die Betriebskosten des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 1 in der Stadt Uschhorod sind in der Tabelle 5.2 dargestellt.

Die konsolidierte Schätzung für den Neubau eines Komplexes zur Verarbeitung fester Abfälle (MBB-Komplex gemäß Option Nr. 1) ist in der Tabelle 5.3 dargestellt. Die Ergebnisse der Kapitel 1-10 und 12 der konsolidierten Schätzungsberechnung sind in der Tabelle 5.1 dargestellt.

Tabelle 5.1 – Investitions(kapital)kosten für den Bau des MBB-Komplexes in der Stadt Ushchorod gemäß Option Nr. 1 (mit Kompostierung)

Name der Ausgaben	Geschätzte Kosten	
	Millionen Hrywnja	Millionen Euro
Mechanische Sortieranlage	181,17	4,50
Betrieb für biologische Verarbeitung (Kompostierung)	126,82	3,15
Bau- und Installationsarbeiten	140,91	3,50
Design- und Autorenbetreuung	24,15	0,60
Gesamt:	473,05	11,75

Anmerkungen: Zum 31.07.2023 beträgt der Euro-Hrywnja-Wechselkurs 40,26 Hrywnja für 1 Euro

Tabelle 5.2 – Betriebskosten des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 1 (mit Kompostierung)

Name der Ausgaben	Prognose	Jahr 1	Jahr 3	Jahr 5	Jahr 7	Jahr 9	Jahr 11	Jahr 13
Ausgaben für den Kauf von Strom, Millionen Hrywnja	0,05	5,86	6,46	7,12	7,85	8,66	9,55	10,52
Gehaltskosten, Millionen Hrywnja	0,10	10,71	12,96	15,68	18,97	22,96	27,78	33,61
Kosten für die Wartung der Ausrüstung, Millionen Hrywnja	0,10	18,91	22,89	27,69	33,51	40,54	49,06	59,36
Transportkosten, Millionen Hrywnja	0,03	1,22	1,29	1,37	1,46	1,55	1,64	1,74
Gesamt	–	36,70	43,60	51,87	61,79	73,71	88,02	105,24

Anmerkungen: Der Stromtarif von PJSC Zakarpattiaoblenergo für die Spannungsklasse 2 beträgt zum 31.07.2023 1.803,49 UAH pro 1 MWh, ohne Mehrwertsteuer; die installierte Leistung des Komplexes wird mit 65 kW/t angenommen; Der Transport berücksichtigt zusätzliche Transporte im Zusammenhang mit dem Betrieb des Komplexes. Der Gehaltsfonds basiert auf dem durchschnittlichen Gehalt in der Region Transkarpatien unter Berücksichtigung der Anzahl der Arbeitnehmer

Tabelle 5.3 – Konsolidierte Schätzung für den Neubau eines Komplexes zur Behandlung von Hausmüll (MBB-Komplex gemäß Option Nr. 1)

Nr	Name des Gebäudes	Größe (L×B×H), m	Fläche, m ²	Entwurfsschema	Geschätzter Wert, tausend UAH
1	Werkstatt zur maschinellen Sortierung von Hausmüll	120,0×30,0×6,5	3600	Metallstützen, Fachwerke (60 kg/m ²), Fundamente	49640
2	Automatisierte Sortierlinie	108,0×30	3240	Die Ausrüstung wird auf eingebetteten Befestigungselementen montiert	99693
3	Bioabfallverarbeitungsanlage	126×30×6,53	–	Metallstützen, Fachwerke (60 kg/m ²), Fundamente	49940
4	Kontrollpunkt	8,0×4,0	32	Ein typisches Gebäude aus Ziegeln (Heizung)	303,42
5	Wiegeraum	8,0×3,0	24	Ein typisches Gebäude aus Backstein (ohne Heizung)	250,49
6	Ausrüstung für Wiegeraum, Automatisierung	–	–	–	248,61

Nr	Name des Gebäudes	Größe (L×B×H), m	Fläche, m ²	Entwurfsschema	Geschätzter Wert, tausend UAH
7	Grube zum Desinfizieren und Waschen der Räder	8,0×3,5×0,3	28	Betonsockel, Vordach – Metallkonstruktionen, Tore	547,95
8	Parkplatz für Fahrzeuge	100,0×50,0	5000	Asphalt, Beton	720,16
9	Parkan, m	606	–	Stahlbetonzauneelemente mit einer Höhe von 1,6 m	4368,37
10	Ausrüstung für die Kompostierung (im Rahmen von Punkt 1.2)	126×30×6,53	3780	Vertikaler Grundriss, Betonboden, Kompostierungsausrüstung, Strom, keine Heizung	17520
11	Modul zur Verarbeitung von Holzabfällen	10,0×2,5	25	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	1250,3
12	Modul zur Verarbeitung von Glasabfällen	5,0×2,0	10	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	925,45
13	Modul zur Verarbeitung von Polymerabfällen	2,5×3,0	7,5	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	1302,12
14	Modul zur Verarbeitung von Gummiabfällen	2,5×3,0	7,5	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	550,67
15	Modul zur Verarbeitung von Textilabfällen	2,0×1,5	3	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	450,8
16	Modul zur Verarbeitung gefährlicher Abfälle	1,0×1,5	1,5	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	650,78
17	Übergroßes Abfallverarbeitungsmodul	10,0×12,0	120	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	1200
19	Modul der Rückwasserversorgung und lokaler Aufbereitungsanlagen	10,0×30,0	300	Metallkonstruktionen (40 kg/m ²), Fundamente	19100
20	Lagereinrichtungen (für Sekundärrohstoffe)	50,0×30,0	1500	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen	1680,5

Nr	Name des Gebäudes	Größe (L×B×H), m	Fläche, m ²	Entwurfsschema	Geschätzter Wert, tausend UAH
				n (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	
21	Reparatur- und Technikmodul	50,0×12,0	600	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	1065,46
22	Modul zur hygienischen Behandlung von Transport-Containern	36,0×12,0	432	Vertikaler Grundriss, Asphaltbeton	360,71
23	Verwaltungs- und Haushaltsmodul	35,0×6,0	210	Modulare Fertighäuser	5761,29
24	Erholungsgebiet	6,0×6,0	36	Nichtkapitalbau (ohne Fundament)	106,55
25	Umspannwerk (externe Stromversorgung)	6,0×9,0	54	Ein typisches Gebäude	1115,18
26	einschließlich Ausrüstung für TP	–	–	Ausrüstung	3061,41
27	Externe Wasserversorgungsnetze	–	–	–	2358,36
28	Externe elektrische Netzwerke	–	–	–	1653,02
29	Die Straßen	–	–	Asphalt, Beton	1322
30	Landschaftsbau	–	–	–	943,13
31	Bau- und Installationsarbeiten	–	–	–	140910
32	Design- und Autorenbetreuung	–	–	–	24150
	Gesamt	–	–	–	432789,02

Die Errichtung einer zentralen Hausmüllverarbeitungsanlage in der Stadt Uschhorod übersteigt die Kapazitäten des lokalen Budgets, daher können Mittel von Dienstleistern oder Investmentfonds (Kredite) von internationalen Finanzinstitutionen beteiligt sein. Sonstige Kosten im Zusammenhang mit dem Kauf von Geräten, Maschinen und Mitteln zur Durchführung der Hausmüllentsorgung in der Stadt Uschhorod werden aus dem lokalen Haushalt oder einem Sonderfonds des Regionalhaushalts gedeckt.

Bei den Berechnungen zur Realisierung des MBB-Komplexes in der Stadt Uschhorod werden die Bedingungen für die Gewährung eines Darlehens übernommen, ähnlich denen im Kreditvertrag der Stadt Chmelnyzkyj. Die Kreditlaufzeit beträgt 13 Jahre. Zinsen – 5,75 % pro Jahr, einmalige Provision – 1,2 %. Eine indikative Schätzung der Kreditrückzahlungskosten pro Jahr für die Umsetzung des MBB-Komplexes in der Stadt Uschhorod ist in der Tabelle 5.4 dargestellt.

Der Unterschied zwischen dem empfohlenen und dem bestehenden Tarif für die Abfallentsorgung in der Stadt Uschhorod während der Umsetzung des MBB-Komplexes wird als separater Indikator „Beitrag zum Tarif“ dargestellt. Wir werden eine prognostizierte Bewertung der Änderung des Tarifs für die Abfallentsorgung durchführen (Tabelle 5.5).

Tabelle 5.4 – Indikative Schätzung der Kreditrückzahlungskosten pro Jahr (Umsetzung des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 1)

Zeitraum	Jahr 1	Jahr 3	Jahr 6	Jahr 8	Jahr 11	Jahr 13
Rückzahlung des Darlehens in Millionen Hrywnja	51,75	57,05	66,05	72,82	84,3	92,94

Anmerkungen: Die Berechnung erfolgt unter Berücksichtigung des jährlichen Kreditzinssatzes von 5,75 % und des prognostizierten Wachstums des Euro-Wechselkurses um jährlich 5 %

Tabelle 5.5 – Berechnung der Auswirkungen auf den Tarif für die Hausmüllentsorgung (MBB-Komplex gemäß Option Nr. 1)

Charakteristisch	Zeitraum					
	Jahr 1	Jahr 3	Jahr 6	Jahr 8	Jahr 11	Jahr 13
Betriebskosten, UAH Mio./Jahr	36,70	43,60	56,60	67,48	88,02	105,24
Verkauf von Sekundärrohstoffen, Millionen Hrywnja. Jahr	58,20	64,80	76,20	84,80	99,66	110,98
Kreditverpflichtungen, Mio. UAH/Jahr	51,75	57,05	66,05	72,82	84,30	92,94
Beitrag zum Tarif für die Hausmüllverarbeitung, Millionen Hrywnja/Jahr	30,25	35,85	46,45	55,50	72,66	87,20
Tarif für die Hausmüllverarbeitung, Hrywnja/Tonne	605,00	717,00	929,00	1110,00	1453,20	1744,00
Tarif für die Entsorgung von Hausmüll, Hrywnja/Tonne	1563,21	1694,47	1936,09	2137,33	2511,66	2823,74

Aus den Ergebnissen der Berechnungen geht hervor, dass der Tarif für die Hausmüllentsorgungsdienstleistung zu Beginn der Projektumsetzung (MBB-Komplex gemäß Option Nr. 1) 1.886,21 UAH/t beträgt, bei einem wirtschaftlich empfohlenen Tarif von 2.087 UAH /t, was dem internen Zinsfuß (IRR) von 10 % und einer Amortisationszeit von 6-7 Jahren entspricht. Basierend auf dem aktuellen Leistungsniveau beträgt der Tarif für die Bevölkerung 379,12 UAH/m³ pro Jahr.

5.2 Bewertung der geschätzten Baukosten und der wichtigsten finanziellen und wirtschaftlichen Indikatoren des MBB-Komplexes (gemäß Option Nr. 2)

Die geschätzten Kosten für den Bau des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 2 (mit anaerober Fermentation und Nutzung von Biogas in einem Blockheizkraftwerk) umfassen den Bau einer Sortieranlage, einer Anlage zur biologischen Behandlung von Bioabfällen und Installationsarbeiten eines Blockheizkraftwerks, Bauarbeiten, Entwurfsarbeiten und Autorenüberwachung des Baus.

Die Kapitalkosten für den Bau des MBB-Komplexes in der Stadt Uschhorod gemäß Option Nr. 2 sind in der Tabelle 5.6. dargestellt. Die Betriebskosten des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 2 in der Stadt Uschhorod sind in der Tabelle 5.7 dargestellt.

Die konsolidierte Schätzung für den Neubau eines Komplexes zur Verarbeitung fester Abfälle (MBB-Komplex gemäß Option Nr. 2) ist in der Tabelle 5.8 dargestellt. Die Ergebnisse der Kapitel 1-10 und 12 der konsolidierten Schätzungsberechnung sind in der Tabelle 5.6 dargestellt.

Tabelle 5.6 – Investitions(kapital)kosten für den Bau des MBB-Komplexes in der Stadt Ushchorod gemäß Option Nr.2 (mit anaerober Vergärung und Nutzung von Biogas)

Name der Ausgaben	Geschätzte Kosten	
	Millionen Hrywnja	Millionen Hrywnja
Mechanische Sortieranlage	181,17	4,5
Betrieb für biologische Verarbeitung (Erzeugung von Biogas in Methantanks mit anschließender Stromerzeugung)	161,04	4,0
Anlagen zur Erzeugung elektrischer Energie (1 MW)	36,23	0,9
Bau- und Installationsarbeiten	152,99	3,8
Design- und Autorenbetreuung	24,15	0,6
Gesamt:	555,58	13,8

Anmerkungen: Zum 31.07.2023 beträgt der Euro-Hrywnja-Wechselkurs 40,26 Hrywnja für 1 Euro

Tabelle 5.7 – Betriebskosten des MBB-Komplexes gemäß Option Nr.2 (mit anaerober Vergärung und Nutzung von Biogas)

Name der Ausgaben	Prognose	Jahr 1	Jahr 3	Jahr 6	Jahr 8	Jahr 11	Jahr 13
Ausgaben für den Kauf von Strom, Millionen Hrywnja	0,05	2,26	2,49	2,88	3,18	3,68	4,06
Gehaltskosten, Millionen Hrywnja	0,1	14,91	18,04	24,01	29,06	38,67	46,79
Kosten für die Wartung der Ausrüstung, Millionen Hrywnja	0,1	19,91	24,09	32,07	38,80	51,64	62,49
Transportkosten, Millionen Hrywnja	0,03	1,22	1,29	1,41	1,50	1,64	1,74
Gesamt		38,30	45,92	60,38	72,53	95,63	115,08

Anmerkungen: Der Stromtarif von PJSC Zakarpattiaoblenergo für die Spannungsklasse 2 beträgt zum 31.07.2023 1.803,49 UAH pro 1 MWh, ohne Mehrwertsteuer; die installierte Leistung des Komplexes wird mit 65 kW/t angenommen; Der Transport berücksichtigt zusätzliche Transporte im Zusammenhang mit dem Betrieb des Komplexes. Der Gehaltsfonds basiert auf dem durchschnittlichen Gehalt in der Region Transkarpatien unter Berücksichtigung der Anzahl der Arbeitnehmer

Tabelle 5.8 – Konsolidierte Schätzung für den Neubau eines Komplexes zur Behandlung von Hausmüll (MBB-Komplex gemäß Option Nr. 2)

Nr	Name des Gebäudes	Größe (L×B×H), m	Fläche, m ²	Entwurfsschema	Geschätzter Wert, tausend UAH
1	Werkstatt zur maschinellen Sortierung von Hausmüll	120,0×30,0×6,5	3600	Metallstützen, Fachwerke (60 kg/m ²), Fundamente	49 640,00
2	Automatisierte Sortierlinie	108,0×30	3240	Die Ausrüstung wird auf eingebetteten Befestigungselementen montiert	99 693,00
3	Bioabfallverarbeitungsanlage	126×30×6,53	–	Metallstützen, Fachwerke (60 kg/m ²), Fundamente	49 940,00
4	Kontrollpunkt	8,0×4,0	32	Ein typisches Gebäude aus Ziegeln (Heizung)	303,42
5	Wiegeraum	8,0×3,0	24	Ein typisches Gebäude aus Backstein (ohne Heizung)	250,49

Nr	Name des Gebäudes	Größe (L×B×H), m	Fläche, m ²	Entwurfsschema	Geschätzter Wert, tausend UAH
6	Ausrüstung für Wiegeraum, Automatisierung	–	–	–	248,61
7	Grube zum Desinfizieren und Waschen der Räder	8,0×3,5×0,3	28	Betonsockel, Vordach – Metallkonstruktionen, Tore	547,95
8	Parkplatz für Fahrzeuge	100,0×50,0	5000	Asphalt, Beton	720,16
9	Parkan, m	606	–	Stahlbetonzaunelemente mit einer Höhe von 1,6 m	4 368,37
10	Methantanks und Anlagen zur Biogaserzeugung, -trocknung und -aufbereitung (im Rahmen von Punkt 1.2)	126×30×6,53	3780	Vertikaler Grundriss, Betonboden, Methantanks, Entfeuchtungsanlage, Biogasaufbereitung, Strom, keine Heizung	92 000,00
11	Modul zur Verarbeitung von Holzabfällen	10,0×2,5	25	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	1250,3
12	Modul zur Verarbeitung von Holzabfällen	5,0×2,0	10	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	925,45
13	Modul zur Verarbeitung von Polymerabfällen	2,5×3,0	7,5	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	1302,12
14	Modul zur Verarbeitung von Gummiabfällen	2,5×3,0	7,5	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	550,67
15	Modul zur Verarbeitung von Textilabfällen	2,0×1,5	3	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	450,80
16	Modul zur Verarbeitung gefährlicher Abfälle	1,0×1,5	1,5	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	650,78
17	Übergroßes Abfallverarbeitungsmodul	10,0×12,0	120	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	1 200,00
18	Energiemodul mit Platzierung einer Kraft-	48,0×24,0	1152	Hauptgebäude aus Backstein	36 230,00

Nr	Name des Gebäudes	Größe (L×B×H), m	Fläche, m ²	Entwurfsschema	Geschätzter Wert, tausend UAH
	Wärme-Kopplungsanlage				
19	Modul der Rückwasserversorgung und lokaler Aufbereitungsanlagen	10,0×30,0	300	Metallkonstruktionen (40 kg/m ²), Fundamente	19 100,00
20	Lagereinrichtungen (für Sekundärrohstoffe)	50,0×30,0	1500	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	1 680,50
21	Reparatur- und Technikmodul	50,0×12,0	600	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	1 065,46
22	Modul zur hygienischen Behandlung von Transport- und Containern	36,0×12,0	432	Vertikaler Grundriss, Asphaltbeton	360,71
23	Verwaltungs- und Haushaltsmodul	35,0×6,0	210	Modulare Fertighäuser	5 761,29
24	Erholungsgebiet	6,0×6,0	36	Nichtkapitalbau (ohne Fundament)	106,55
25	Umspannwerk (externe Stromversorgung)	6,0×9,0	54	Ein typisches Gebäude	1 115,18
26	einschließlich Ausrüstung für TP	–	–	Ausrüstung	3 061,41
27	Externe Wasserversorgungsnetze	–	–	–	2 358,36
28	Externe elektrische Netzwerke	–	–	–	1 653,02
29	Die Straßen	–	–	Asphaltbetonbeschichtung	1 322,00
30	Landschaftsbau	–	–	–	943,13
31	Bau- und Installationsarbeiten	–	–	–	152 990,00
32	Design- und Autorenbetreuung	–	–	–	24 150,00
	Gesamt	–	–	–	555 580,00

Kapazitäten des lokalen Budgets, daher können Mittel von Dienstleistern oder Investmentfonds (Kredite) von internationalen Finanzinstitutionen beteiligt sein. Sonstige Kosten im Zusammenhang mit dem Kauf von Ausrüstung, Maschinen und Werkzeugen für die Umsetzung des Abfallentsorgungsdienstes in der Stadt Uschhorod werden aus dem lokalen Haushalt oder einem Sonderfonds des Regionalhaushalts gedeckt.

Bei den Berechnungen zur Realisierung des MBB-Komplexes in der Stadt Uschhorod werden die Bedingungen für die Gewährung eines Darlehens übernommen, ähnlich denen im Kreditvertrag der Stadt Chmelnyzkyj. Die Kreditlaufzeit beträgt 13 Jahre. Zinsen – 5,75 % pro Jahr, einmalige Provision – 1,2 %. Eine indikative Schätzung der Kreditrückzahlungskosten pro Jahr für die Umsetzung des MBB-Komplexes in der Stadt Uschhorod ist in der Tabelle 5.9 dargestellt.

Der Unterschied zwischen dem empfohlenen und dem bestehenden Tarif für die Abfallentsorgung in der Stadt Uschhorod während der Umsetzung des MBB-Komplexes wird als separater Indikator „Beitrag zum Tarif“ dargestellt. Wir werden eine prognostizierte Bewertung der Änderung des Tarifs für die Abfallentsorgung durchführen (Tabelle 5.10).

Tabelle 5.9 – Indikative Schätzung der Kreditrückzahlungskosten pro Jahr (Umsetzung des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 2)

Zeitraum	Jahr 1	Jahr 3	Jahr 6	Jahr 8	Jahr 11	Jahr 13
Rückzahlung des Darlehens in Millionen Hrywnja	65,9	72,6	84,1	92,7	107,3	118,3

Anmerkungen: Die Berechnung erfolgt unter Berücksichtigung des jährlichen Kreditzinssatzes von 5,75 % und des prognostizierten Wachstums des Euro-Wechselkurses um jährlich 5 %

Tabelle 5.10 – Prognose der Tarifänderungen für die Hausmüllentsorgung (MBB-Komplex gemäß Option Nr. 2)

Charakteristisch	Zeitraum					
	Jahr 1	Jahr 3	Jahr 6	Jahr 8	Jahr 11	Jahr 13
Betriebskosten, UAH Mio. / Jahr	38,70	45,92	60,38	72,53	95,63	115,08
Verkauf von Sekundärrohstoffen, Millionen Hrywnja. Jahr	58,20	64,80	76,20	84,80	99,66	110,98
Kreditverpflichtungen, UAH Mio. / Jahr	65,9	72,6	84,1	92,7	107,3	118,3
Beitrag zum Tarif für die Hausmüllverarbeitung, Mio. UAH pro Jahr	46,40	53,72	68,28	80,43	103,27	122,40
Tarif für die Hausmüllverarbeitung, Hrywnja/Tonne	928,00	1074,36	1365,53	1608,70	2065,50	2447,96
Tarif für die Entsorgung von Hausmüll, Hrywnja/Tonne	1886,21	2051,83	2372,62	2636,03	3123,96	3527,70

Aus den Ergebnissen der Berechnungen geht hervor, dass der Tarif für die Hausmüllentsorgungsdienstleistung zu Beginn der Projektumsetzung (MBB-Komplex gemäß Option Nr. 2) 1.886,21 UAH/t beträgt, bei einem wirtschaftlich empfohlenen Tarif von 2.087 UAH /t, was dem internen Zinsfuß (IRR) von 10 % und einer Amortisationszeit von 6-7 Jahren entspricht. Basierend auf dem aktuellen Leistungsniveau beträgt der Tarif für die Bevölkerung 379,12 UAH/m³ pro Jahr.

5.3 Bewertung der geschätzten Baukosten und der wichtigsten finanziellen und wirtschaftlichen Indikatoren des MBB-Komplexes (gemäß Option Nr. 3)

Die geschätzten Kosten für den Bau des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 3 (mit Stabilisierungskompostierung von Bioabfällen) umfassen den Bau einer Sortieranlage, einer Werkstatt für die biologische Verarbeitung von Bioabfällen, Bauarbeiten, Planungsarbeiten usw. Aufsicht des Autors über den Bau.

Die Kapitalkosten für den Bau des MBB-Komplexes in der Stadt Uschhorod gemäß Option Nr. 3 sind in der Tabelle 5.11 dargestellt. Die Betriebskosten des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 3 in Uschhorod sind in der Tabelle 5.12 dargestellt.

Tabelle 5.11 – Investitions(kapital)kosten für den Bau des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 3 (mit Stabilisierungskompostierung von Bioabfällen)

Name der Ausgaben	Geschätzte Kosten	
	Millionen Hrywnja	Millionen Euro
Mechanische Sortieranlage	181,17	4,5
Bioabfall-Stabilisierungsstation	163,05	4,05
Bau- und Installationsarbeiten	148,96	3,7
Design- und Autorenbetreuung	24,16	0,6
Gesamt:	517,34	12,85

Anmerkungen: Zum 31.07.2023 beträgt der Euro-Hrywnja-Wechselkurs 40,26 Hrywnja für 1 Euro

Tabelle 5.12 – Betriebskosten des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 3 (mit Stabilisierungskompostierung von Bioabfällen)

Name der Ausgaben	Prognose	Jahr 1	Jahr 3	Jahr 5	Jahr 7	Jahr 9	Jahr 11	Jahr 13
Ausgaben für den Kauf von Strom, Millionen Hrywnja	0,05	5,86	6,46	7,12	7,85	8,66	9,55	10,52
Gehaltskosten, Millionen Hrywnja	0,10	10,71	12,96	15,68	18,97	22,96	27,78	33,61
Kosten für die Wartung der Ausrüstung, Millionen Hrywnja	0,10	18,91	22,89	27,69	33,51	40,54	49,06	59,36
Transportkosten, Millionen Hrywnja	0,03	1,22	1,29	1,37	1,46	1,55	1,64	1,74
Gesamt	–	36,70	43,60	51,87	61,79	73,71	88,02	105,24

Anmerkungen: Der Stromtarif von PJSC Zakarpattiaoblenergo für die Spannungsklasse 2 beträgt zum 31.07.2023 1.803,49 UAH pro 1 MWh, ohne Mehrwertsteuer; die installierte Leistung des Komplexes wird mit 65 kW/t angenommen; Der Transport berücksichtigt zusätzliche Transporte im Zusammenhang mit dem Betrieb des Komplexes. Der Gehaltsfonds basiert auf dem durchschnittlichen Gehalt in der Region Transkarpatien unter Berücksichtigung der Anzahl der Arbeitnehmer

Die zusammenfassende Schätzung für den Neubau eines Komplexes zur Abfallverarbeitung (MBB-Komplex gemäß Option Nr. 3) ist in der Tabelle 5.13 dargestellt. Die Ergebnisse der Kapitel 1-10 und 12 der konsolidierten Schätzungsberechnung sind in der Tabelle 5.11 dargestellt.

Tabelle 5.13 – Zusammenfassende Schätzung für den Neubau eines Komplexes zur Abfallverarbeitung (MBB-Komplex gemäß Option Nr. 3)

Nr	Name des Gebäudes	Größe (L×B×H), m	Fläche, m ²	Entwurfsschema	Geschätzter Wert, tausend UAH
1	Werkstatt zur maschinellen Sortierung von Hausmüll	120,0×30,0×6,5	3600	Metallstützen, Fachwerke (60 kg/m ²), Fundamente	49640
2	Automatisierte Sortierlinie	108,0×30	3240	Die Ausrüstung wird auf eingebetteten Befestigungselementen montiert	99693
3	Bioabfallverarbeitungsanlage	126×30×6,53	–	Metallsäulen, Fachwerke	49940

Nr	Name des Gebäudes	Größe (L×B×H), m	Fläche, m ²	Entwurfsschema	Geschätzter Wert, tausend UAH
				(60 kg/m ²), Fundamente	
4	Kontrollpunkt	8,0×4,0	32	Ein typisches Gebäude aus Ziegeln (Heizung)	303,42
5	Wiegeraum	8,0×3,0	24	Ein typisches Gebäude aus Backstein (ohne Heizung)	250,49
6	Ausrüstung für Wiegeraum, Automatisierung	–	–	–	248,61
7	Grube zum Desinfizieren und Waschen der Räder	8,0×3,5×0,3	28	Betonsockel, Vordach – Metallkonstruktionen, Tore	547,95
8	Parkplatz für Fahrzeuge	100,0×50,0	5000	Asphalt, Beton	720,16
9	Parkan, m	606	–	Stahlbetonzaunemente mit einer Höhe von 1,6 m	4368,37
10	Anordnung von Biokammern zur Stabilisierung von Bioabfällen, Installation von Luftgebläsen und Entwässerungsgeräten, Installation eines Staubentfernungssystems	126×30×6,53	3780	Vertikaler Grundriss, Betonboden, Biokammern mit automatischer Gemischzufuhr, Luftgebläseanlage, Entwässerungssystem, Strom, ohne Heizung	94010
11	Modul zur Verarbeitung von Holzabfällen	10,0×2,5	25	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	1250,3
12	Modul zur Verarbeitung von Glasabfällen	5,0×2,0	10	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	925,45
13	Modul zur Verarbeitung von Polymerabfällen	2,5×3,0	7,5	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	1302,12
14	Modul zur Verarbeitung von Gummiabfällen	2,5×3,0	7,5	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	550,67
15	Modul zur Verarbeitung von Textilabfällen	2,0×1,5	3	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	450,8

Nr	Name des Gebäudes	Größe (L×B×H), m	Fläche, m ²	Entwurfsschema	Geschätzter Wert, tausend UAH
16	Modul zur Verarbeitung gefährlicher Abfälle	1,0×1,5	1,5	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	650,78
17	Übergroßes Abfallverarbeitungsmodul	10,0×12,0	120	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	1200
19	Energiemodul mit Platzierung einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage	48,0×24,0	1152	Hauptgebäude aus Backstein	0
20	Modul der Rückwasserversorgung und lokaler Aufbereitungsanlagen	10,0×30,0	300	Metallkonstruktionen (40 kg/m ²), Fundamente	19100
21	Lagereinrichtungen (für Sekundärrohstoffe)	50,0×30,0	1500	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	1680,5
22	Reparatur- und Technikmodul	50,0×12,0	600	Vertikaler Grundriss, Betonboden, leichte Metallwandkonstruktionen (30 kg/m ²), Strom, keine Heizung	1065,46
23	Modul zur hygienischen Behandlung von Transport-Containern	36,0×12,0	432	Vertikaler Grundriss, Asphaltbeton	360,71
24	Verwaltungs- und Haushaltsmodul	35,0×6,0	210	Modulare Fertighäuser	5761,29
25	Erholungsgebiet	6,0×6,0	36	Nichtkapitalbau (ohne Fundament)	106,55
26	Umspannwerk (externe Stromversorgung)	6,0×9,0	54	Ein typisches Gebäude	1115,18
27	einschließlich Ausrüstung für TP	–	–	Ausrüstung	3061,41
28	Externe Wasserversorgungsnetze	–	–	–	2358,36
29	Externe Wasserversorgungsnetze	–	–	–	1653,02
30	Die Straßen	–	–	Asphalt, Beton	1322
31	Landschaftsbau	–	–	–	943,13
32	Bau- und Installationsarbeiten	–	–	–	148960
33	Design- und Autorenbetreuung	–	–	–	24160
	Gesamt	–	–	–	517339,02

Die Errichtung einer zentralen Hausmüllverarbeitungsanlage in der Stadt Uschhorod übersteigt die Kapazitäten des lokalen Budgets, daher können Mittel von Dienstleistern oder Investmentfonds (Kredite) von internationalen Finanzinstitutionen beteiligt sein. Sonstige Ausgaben im Zusammenhang mit dem Kauf von Geräten, Maschinen und Mitteln zur Durchführung der Hausmüllentsorgung in der Stadt Uschhorod werden aus dem lokalen Haushalt oder einem Sonderfonds des Regionalhaushalts gedeckt.

Bei den Berechnungen zur Realisierung des MBB-Komplexes in der Stadt Uschhorod werden die Bedingungen für die Gewährung eines Darlehens übernommen, ähnlich denen im Kreditvertrag der Stadt Chmelnyzkyj. Die Kreditlaufzeit beträgt 13 Jahre. Zinsen – 5,75 % pro Jahr, einmalige Provision – 1,2 %. Eine indikative Schätzung der Kreditrückzahlungskosten pro Jahr für die Umsetzung des MBB-Komplexes in der Stadt Uschhorod ist in der Tabelle 5.14 dargestellt.

Tabelle 5.14 – Indikative Schätzung der Kreditrückzahlungskosten pro Jahr (Umsetzung des MBB-Komplexes gemäß Option Nr. 3)

Zeitraum	Jahr 1	Jahr 3	Jahr 6	Jahr 8	Jahr 11	Jahr 13
Rückzahlung des Darlehens in Millionen Hrywnja	47,16	60,00	60,19	66,36	76,82	84,70

Anmerkungen: Die Berechnung erfolgt unter Berücksichtigung des jährlichen Kreditzinssatzes von 5,75 % und des prognostizierten Wachstums des Euro-Wechselkurses um jährlich 5 %

Der Unterschied zwischen dem empfohlenen und dem bestehenden Tarif für die Abfallentsorgung in der Stadt Uschhorod während der Umsetzung des MBB-Komplexes wird als separater Indikator „Beitrag zum Tarif“ dargestellt. Wir werden am Ende des ersten Jahres der Projektdurchführung eine iterative Bewertung des Beitrags zur Erhöhung des Tarifs für die Abfallentsorgung durchführen (Tabelle 5.15).

Tabelle 5.15 – Berechnung der Auswirkungen auf den Tarif für Hausmüllentsorgungsdienstleistungen (MBB-Komplex gemäß Option Nr. 3)

Charakteristisch	Zeitraum					
	Jahr 1	Jahr 3	Jahr 6	Jahr 8	Jahr 11	Jahr 13
Betriebskosten, UAH Mio. / Jahr	38,70	45,92	60,38	72,53	95,63	115,08
Verkauf von Sekundärrohstoffen, Millionen Hrywnja. Jahr	58,20	64,80	76,20	84,80	99,66	110,98
Kreditverpflichtungen, UAH Mio. / Jahr	47,16	52,00	60,19	66,36	76,82	84,70
Beitrag zum Tarif für die Hausmüllverarbeitung, Mio. UAH pro Jahr	27,66	33,12	44,37	54,09	72,79	88,80
Tarif für die Hausmüllverarbeitung, Hrywnja/Tonne	553,20	662,36	887,33	1081,90	1455,90	1775,96
Tarif für die Entsorgung von Hausmüll, Hrywnja/Tonne	1511,41	1639,83	1894,42	2109,23	2514,36	2855,70

Aus den Ergebnissen der Berechnungen geht hervor, dass der Tarif für die Hausmüllentsorgungsdienstleistung zu Beginn der Projektumsetzung (MBB-Komplex gemäß Option Nr. 3) 1.511,41 UAH/t beträgt, bei einem wirtschaftlich empfohlenen Tarif von 2.087 UAH /t, was dem internen Zinsfuß (IRR) von 10 % und einer Amortisationszeit von 6-7 Jahren entspricht. Basierend auf dem aktuellen Leistungsniveau beträgt der Tarif für die Bevölkerung 303,79 UAH/m³ pro Jahr.

ABSCHNITT VI. BEWERTUNG DER AUSWIRKUNGEN VERSCHIEDENER BAUPROJEKTE (STANDORT) DER VERARBEITUNGS- (SORTIER-)ANLAGE VON SEKUNDÄRROHSTOFFEN AUF DIE UMWELT IN DER STADT USCHHOROD

6.1 Beschreibung der geplanten Aktivität

Um die Möglichkeiten des Systems der getrennten Sammlung von Sekundärrohstoffen in der Stadt Uschhorod zu erweitern, basierend auf den gewonnenen Forschungs- und Berechnungsergebnissen, einschließlich der Arbeit „Analyse des aktuellen Abfallmanagementsystems“ (im Folgenden: Analyse)³¹, wurde das Objekt der Infrastruktur im Bereich der Hausmüllwirtschaft (HM) – das zentrale Objekt der HM-Verarbeitung – Komplex der mechanisch-biologischen Behandlung von Abfällen mit anaerober Fermentation (MBB-Komplex) bewertet. Es enthält mehr Quellen negativer Auswirkungen auf die Umwelt.

6.1.1 Beschreibung des Ortes der geplanten Aktivität

Für die Umsetzung des Bauvorhabens (Platzierung) als zentrale Abfallbehandlungsanlage des MBB-Komplexes wurde für die Verhältnisse der Stadt Uschhorod festgelegt, dass die ungefähre Fläche ihres Territoriums 2,0 Hektar betragen sollte.

Der empfohlene Standort der Abfallbehandlungsanlage ist in der Abbildung 6.1 dargestellt.

Der Standort für die Platzierung des MBB-Komplexes befindet sich in der Sanitärzone der Mülldeponie in der Stadt Uschhorod (im Dorf Barvinkosh) neben den Waldplantagen der Zweigstelle „Uschhoroder Forstwirtschaft“ des Staatsunternehmens „Wälder der Ukraine“, im Norden befindet sich die Mülldeponie, im Osten - ein Friedhof, im Westen und Süden - private Grundstücke.



Abbildung 6.1 –
Empfohlener Standort der
geplanten
Abfallbehandlungsanlage

6.1.2 Ziele der geplanten Aktivität

Gemäß der „Nationalen Strategie der Abfallwirtschaft in der Ukraine bis 2030“³² ist es notwendig, den Zielindikator von 30 % der Entsorgung von Hausmüll zu erreichen. Dies wird durch Folgendes erreicht:

³¹ „Analyse des aktuellen Abfallmanagementsystems: Punkt 1.1 Analyse des aktuellen Abfallmanagementsystems in der Stadt Uschhorod und Punkt 2.1. Analyse der Bewirtschaftung biologisch abbaubarer Abfälle in der Stadt Uschhorod“ im Rahmen der Umsetzung des Projekts „Beitrag zur nachhaltigen Bewirtschaftung kommunaler Abfälle in der Stadt Uschhorod“ (Fördervereinbarung NAKOPA E-UKR.1-20 vom 14.11.2020), 2022.

³² <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text>

- eine Reihe von Maßnahmen zur getrennten Sammlung von Hausmüll mit Gewinnung ressourcenwerter Bestandteile und deren Weiterleitung zur Verarbeitung, Kompostierung des biologisch abbaubaren Abfallanteils in Privathaushalten

- Maßnahmen zur Verarbeitung gemischter Abfälle.

Das Erreichen eines solchen Indikators ist nur möglich, wenn eine zentrale Hausmüllbehandlungsanlage gebaut wird.

In der Regel werden Komplexe zur mechanischen und biologischen Aufbereitung mit einer optimalen Kapazität von mindestens 50.000 Tonnen pro Jahr gebaut. In der Stadt Uschhorod fallen im Einzugsgebiet pro Jahr mehr als 50.000 Tonnen Hausmüll an, mit einem prognostizierten Anstieg von 0,5 % pro Jahr.

Der Bau des MBB-Komplexes wird es ermöglichen, die Menge der extrahierten ressourcenintensiven Komponenten zu erhöhen und Sekundärrohstoffe von besserer Qualität zu gewinnen. Diese Faktoren beeinflussen die wirtschaftliche Leistung dieser Anlage.

6.1.3 Beschreibung der Merkmale der Aktivität während der Umsetzung der geplanten Aktivität

Komplexes umfasst die folgenden Einheiten:

- mechanische Sortier- und Aufbereitungseinheit (Sortieren und Zerkleinerung);
- Biologische Behandlungseinheit: anaerobe Zersetzung mit Biogasproduktion und weitere Nutzung des Biogases in einem Blockheizkraftwerk.

Die berechneten Parameter der Materialbilanz des MBB-Komplexes für die Stadt Uschhorod sind in der Tabelle 6.1 dargestellt.

Tabelle 6.1 – Geschätzte Parameter der Materialbilanz des MBB-Komplexes

Parametername	Maßeinheiten	Parameterwert
Gesamtbevölkerung versorgt	Mensch.	115 449
Anzahl der Binnenvertriebenen	Mensch.	28 000
Volumen des Abfallaufkommens (ohne Binnenvertriebene)	t/Jahr	50 396
Auslegungskapazität des MBB-Komplexes (1 Schicht pro Tag)	t/Jahr	50 000
	%	100
Extraktion ressourcenwerter Komponenten	t/Jahr	13 900
	%	≈28
Biogasbildung	m ³ /Jahr	1 260 000
Menge Bioabfall zur Vergärung (Input)	t/Jahr	18 000
	%	36
Rückstände, die zur Deponierung bestimmt sind (ausgenommen Rückstände nach der Vergärung)	t/Jahr	18 100
	%	36

Anmerkungen: Bei den Berechnungen wird davon ausgegangen, dass der Stromverbrauch 65 kWh beträgt. pro Designtonne Hausmüll; Produktionskapazität – 25 t/h; Anzahl der Arbeitstage pro Jahr – 250; 8-Stunden-Schicht (Sortierwerkstatt); Dichte von Methan unter Standardbedingungen 0,67 kg/m³ (SSTB ISO 13443:2015 Erdgas. Standardbedingungen)

Die Personalliste der Mitarbeiter des MBB-Komplexes für die angenommene Designkapazität des Unternehmens wird gemäß den Anforderungen von SBO B.2.2-35077234-001³³ (aufgeführt in Tabelle 6.2) übernommen.

³³ SBO B.2.2-35077234-001:2011 «Unternehmen zur Sortierung und Verarbeitung fester Haushaltsabfälle. Anforderungen an die technologische Gestaltung» // <http://surl.li/cbyrg>

Tabelle 6.2 – Ungefähre Personalliste der Mitarbeiter des MBB-Komplexes

Nr	Beruf und Position	Geschätzte Anzahl der Positionen
1	Verwaltungs- und leitende Mitarbeiter	8
2	Empfangsabteilung und Abfallsortierung	35
3	Werkstatt zur anaeroben Vergärung von Bioabfällen aus Hausmüll	15
4	Blockheizkraftwerk zur Biogasnutzung	13
	Gesamt	71

6.2 Eine Beschreibung des aktuellen Zustands der Umwelt (Basisszenario) und eine Beschreibung seiner wahrscheinlichen Veränderung ohne Umsetzung der geplanten Aktivität im Rahmen, wie natürliche Veränderungen gegenüber dem Basisszenario auf der Grundlage verfügbarer Umweltinformationen und wissenschaftlicher Erkenntnisse geschätzt werden können

6.2.1 Klima und Mikroklima

Das Klima in der Region der geplanten Aktivität ist gemäßigt-kontinental mit heißen Sommern und milden Wintern, mit einer durchschnittlichen jährlichen Lufttemperatur von + 9,7°C. Der wärmste Monat des Jahres ist der Juli (20,3°C), der kälteste der Januar (minus 0,2°C) (gemäß SSTB-N B V.1.1-27³⁴).

Ein stabiler Übergang der durchschnittlichen täglichen Lufttemperatur um +8°C erfolgt im Frühling im Durchschnitt 1/IV, im Herbst 29/X. Die durchschnittliche Dauer der Vegetationsperiode beträgt 230-240 Tage. Die durchschnittliche Dauer der frostfreien Zeit beträgt 175 Tage.

Vorherrschende Windrichtung: im Winter – Südost; im Sommer - Nordwesten, Osten. In der Stadt Uschhorod treten im Winter und Frühling häufiger starke Winde (über 15 m/s) auf, haben eine nordöstliche Richtung und sind mit dem Eindringen kalter Luftmassen durch die Berge verbunden. Im Sommer sind starke Winde mit kurzfristigen Tagesböen verbunden und werden von Schauern, Gewittern und Hagel begleitet³⁵.

Die durchschnittliche jährliche relative Luftfeuchtigkeit beträgt 72 %. Befeuchtungszone II gemäß SBO B.2.4-2-2005³⁶. Der durchschnittliche jährliche Niederschlag beträgt 745 mm/Jahr. Die Niederschläge fallen das ganze Jahr über ungleichmäßig, die größte Menge fällt im Juni, die geringste im März.

Die wichtigsten klimatischen Eigenschaften des Gebiets der geplanten Aktivität sind in der Tabelle 6.3 dargestellt.

Tabelle 6.3 – Wichtigste klimatische Eigenschaften^{34, 37}

Nr	Charakteristisch	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
1	Lufttemperatur (AMSC Uschhorod), °C	-2,8	-0,2	-4,7	10,7	15,6	18,5	19,9	19,4	15,5	10,3	4,6	-0,4	9,7
2	Niederschlag, mm (AMSC Uschhorod)	57	47	49	46	71	88	86	71	54	50	59	70	748
3	Relative Luftfeuchtigkeit %	82	77	69	63	65	67	67	69	72	75	81	84	73

³⁴ SSTB-N B V.1.1-27:2010. Schutz vor gefährlichen geologischen Prozessen, schädlichen Betriebseinflüssen, vor Feuer. Gebäudeklimatologie. Gültig ab 01.11.2011. Art. Offizier Kyjiw: SE „Ukrakbudinform“, 2011. – 123 S.

³⁵ Regionales Informationszentrum „Karpaty“ KLIMABEDINGUNGEN DER REGION (Teil 1). Regionales Informationszentrum „Karpaty“. URL: <http://carpaty.net/?p=31101I> (Bewerbungsdatum: 11.07.2023).

³⁶ https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dbn_v.2.4-2-2005_poligoni_tverdikh_pobutovikh_vidkhodiv_zi.pdf

³⁷ Ozymko R.R. Starke und außergewöhnliche Niederschläge in der Region Transkarpatien: diss. ... Doktor der Philosophie im Bereich Geologie: 103. Odessa, 2020. 207 S.. URL: http://eprints.library.odku.edu.ua/8781/1/Дисертація_Озимко%20Р.Р.pdf.

Nr	Charakteristisch	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
4	Durchschnittliche Windgeschwindigkeit, m/s	2,2	2,5	2,9	3,1	2,7	2,4	2,3	2,1	2,3	2,3	2,4	2,2	–
5	Temperaturmaximum, °C ³⁴	13	17	27	32	33	37	39	40	34	31	29	17	40
6	Temperaturminimum, °C ³⁴	-29	-32	-24	-12	-2	3	6	4	-2	-18	-22	-25	-32

6.2.2 Geologische Umgebung

Geomorphologisch liegt die Stadt Uschhorod an der Grenze des Übergangs vom vulkanischen Wyhorlat-Hutyn-Gebirge zum Transkarpatischen Tiefland, was im Relief deutlich sichtbar ist. Der alte Teil der Stadt liegt auf den Hügeln und der jüngere Teil liegt am linken Ufer des Flusses Uzh, wo die Transkarpatien-Tiefenebene beginnt, die Teil der Mittleren Donau-Tiefenebene ist.

Die Ausläufer des Vyorlat-Hutinsky-Gebirges werden durch niedrige Erhebungen im Norden und Osten sowie einzelne Überreste (Zamkova-Hügel) im zentralen Teil der Stadt dargestellt. Das Tiefland zeichnet sich durch relativ geringe Neigungswinkel der Oberfläche, meist bis zu 10-12 %, und eine leichte Zergliederung des Territoriums aus. Die vorhandenen Balken haben eine Einschnitttiefe von bis zu 50 m (ein Balken im Bereich der Schnapsanlage) und zeichnen sich durch sanfte Gefälle aus. Hangbereiche mit einer Oberflächenneigung von 12 % sind im Tiefland nur begrenzt verbreitet und beschränken sich in der Regel auf Aufschlüsse kristalliner Gesteine an der Tagesoberfläche.

Der Tieflandteil der Stadt wird von der Tschop-Mukachiv-Senke und dem Uzh-Flusstal eingenommen. Das Relief dieses Gebiets ist flach mit kleinen Oberflächenhängen und geschlossenen Senken, in denen sich Schmelz- und Regenwasser ansammeln. Innerhalb der Grenzen des Flusses Uzh werden die Aue und die 1. Überflutungsterrasse unterschieden, die regelmäßig von Überschwemmungen überschwemmt werden. Die Aue der Uzha kann im Auteil und innerhalb der Grenzen der Tschop-Mukachiv-Ebene verfolgt werden.

Die absoluten Niveaus der Schwemmlandebene variieren von 113 m an der südwestlichen Grenze der Stadt bis zu 125 m im nordöstlichen Teil der Tschop-Mukachiv-Ebene. Die allgemeine Neigung der Oberfläche weist eine südwestliche Richtung auf³⁸.

Die Stadt Uschhorod zeichnet sich durch schwere Böden aus, bei denen der Rasentyp vorherrscht. Der höchste Humusgehalt (3 %) ist in den Böden am südlichen Stadtrand zu finden, der niedrigste (0,52 %) in den Böden im östlichen Teil. Der nördliche Teil der Stadt hat rasenbraune, aschige, unglasierte und ungewaschene oder leicht gewaschene, leichte Lehmböden und deren Variationen. Im südlichen Teil überwiegen sumpfige, tiefgründige und schluffige, leicht lehmige Böden und deren Unterböden. Die Bodenbedeckung zeichnet sich durch eine relative Vielfalt aus, die auf die Größe des Stadtgebiets und seine geomorphologischen Besonderheiten zurückzuführen ist. Die Stadt ist reich an Ziegelrohstoffen, Kohle und Naturstein.

Der Standort für die Errichtung der Abfallbehandlungsanlage liegt geomorphologisch an einem Hang. Die absoluten Oberflächenmarkierungen betragen 134,5 m (oben) und 124,5 m (unten). Das Fassungsvermögen der Belüftungszone beträgt 2,0 m, die Zusammensetzung und Struktur ist natürlicher Lehm. Die Tiefe des Grundwassers beträgt 5,0 m, bedingt geschützt. Das Grundwasser ist spontan und saisonal und befindet sich in einer Tiefe von 4,0 bis 5,0 m. Das Vorhandensein von Filtrationsphänomenen – Abfluss bei Regen.

Das Relief des Geländes ist mäßig. Gemäß der Sanitärklassifizierung gehört das Objekt zur Gebäudeklasse II mit der Größe der Sanitarschutzzone von 500 m³⁹.

³⁸ Uschhorod, Region Transkarpatien. Änderungen am Masterplan der Stadt vornehmen. Erläuterung, Kyjiw, 2015

³⁹ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>

6.2.3 Atmosphärische Luft

Laut dem „Regionalbericht über den Zustand der natürlichen Umwelt in der Oblast Transkarpatien im Jahr 2021“ kam es im Jahr 2020 zu einem leichten Rückgang der Schadstoffemissionen in die Luft aus stationären Schadstoffquellen. Die Schadstoffmengen, die im Jahr 2020 aus stationären Schadstoffquellen in das Luftbecken gelangten, gingen nach Angaben der Generaldirektion Statistik im Vergleich zu 2019 um 10,8 % zurück und beliefen sich auf 3,3 Tausend Tonnen gegenüber 3,7 Tausend Tonnen im Jahr 2019. Von der Gesamtzahl der Schadstoffemissionen entfallen 28,9 % auf Stoffe, die zu den Treibhausgasen gehören, insbesondere Methan. Hinzu kommen 0,2 Millionen Tonnen Kohlendioxidemissionen.

Von der Gesamtmenge der Schadstoffemissionen in die Luft entfallen 45,1% der Verschmutzung auf den Bezirk Uschhorod und 2,61 % auf die Stadt Uschhorod.

Die Schadstoffemissionen in die Atmosphäre aus stationären Schadstoffquellen beliefen sich im Jahr 2020 für die Stadt Uschhorod auf 86,4 Tonnen, das sind 34,2 Tonnen weniger als im Jahr 2019; Für den Bezirk Uschhorod lag dieser Indikator im Jahr 2020 bei 1.493,9 Tonnen, das sind 8,8 Tonnen weniger als im Jahr 2019.

Die Emissionsmengen von Schadstoffen aus stationären Schadstoffquellen pro Kopf sind im Vergleich zu 2019 gesunken (von 3,0 kg auf 2,6 kg).

Kraftfahrzeuge sind nach wie vor der größte Luftverschmutzer in der Stadt, die Zahl der Straßenfahrzeuge ist in den letzten Jahren erheblich gestiegen und die Anzahl der Tankstellen, die eine erhebliche Quelle der Luftverschmutzung darstellen, ist gewachsen.

Die Emissionen der häufigsten Schadstoffe aus stationären Quellen in die Luft blieben im Jahr 2019 im Vergleich zu 2018 nahezu unverändert. Die Emissionen von Staubfeststoffen sanken im Vergleich zum Vorjahr von 0,34 auf 0,30 Tausend Tonnen. Die Emissionen von Stickoxiden in die Luft blieben nahezu unverändert auf dem Niveau von 0,02 Tausend Tonnen. Die Emissionen von Schwefeldioxid in die Luft stiegen von 0,17 auf 0,2 Tausend Tonnen. Die Kohlenmonoxidemissionen stiegen von 0,94 auf 1,3 Tausend Tonnen.

Im Jahr 2020 beliefen sich die Emissionen aus stationären Quellen in die Luft, einschließlich der häufigsten Stoffe (Staub, Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid), für die Stadt Uschhorod auf: Staub – 0,005 Tausend Tonnen, Schwefeldioxid – 0,005 Tausend Tonnen, Dioxid Stickstoff 0,009 Tausend Tonnen, Kohlenmonoxid - 0,063 Tausend Tonnen; zusammen – 0,086 Tausend Tonnen, was letztendlich weniger ist als im Jahr 2019. Für den Bezirk Uschhorod belief sich die Gesamtmenge der Emissionen aus stationären Quellen in die Luft, einschließlich der häufigsten Stoffe, im Jahr 2020 auf 1.495.000 Tonnen, was weniger ist als im Jahr 2019.

Luftverschmutzungsüberwachungsstationen (PMS) in der Stadt Uschhorod befinden sich: PMS Nr. 1 – im Verwaltungs- und Wohngebiet der Stadt, Svobody Ave. 2; PSZ Nr. 2 – im Industriegebiet, str. Pariser Kommune, 2.

Die Analyse von Beobachtungsmaterialien zum Schadstoffgehalt der atmosphärischen Luft im Laufe des Jahres zeigt, dass Formaldehyd, Stickstoffdioxid, Staub, Stickoxide (II) und Kohlenoxide (II) auch im Jahr 2021 die vorrangigen Luftschadstoffe der Stadt Uschhorod bleiben. Der Index der atmosphärischen Luftverschmutzung mit 5 vorrangigen Schadstoffen betrug 4,82 (im Jahr 2020 – 5,20), darunter: der Index der Formaldehydverschmutzung – 2,36, Stickstoffdioxid – 1,23, Staub – 0,47, Stickoxide – 0,40 und Kohlenmonoxid – 0,36.

Im Jahr 2021 wurden in der Stadt Uschhorod keine hohen und extrem hohen Werte der Luftverschmutzung beobachtet. Formaldehyd blieb der Hauptschadstoff der Stadtluft. Die durchschnittliche jährliche Formaldehydkonzentration in der Luft betrug 2,0 GDKc.d. Im Januar, Mai, November - Dezember lag die Formaldehydkonzentration bei 2 GDKs.d, im Februar, Juni, Juli, September – 2,17...2,67 GDKs.d, im März – April, August und Oktober – 1.33...1,67 GDKs.d. Der durchschnittliche monatliche Grad der atmosphärischen Luftverschmutzung mit Stickstoffdioxid war im Januar, März, Mai, Juli-August und Oktober höher als GDKs.d; Im September, November und Dezember entsprach die durchschnittliche Konzentration dem durchschnittlichen täglichen MPC, in anderen Monaten des Jahres war sie niedriger als der MPC.d. Die durchschnittliche jährliche

Konzentration betrug 1,23 GDKs.d. Die atmosphärische Luftverschmutzung mit Stickoxiden war im Jahr 2021 niedriger als GDKs.d. Die durchschnittliche jährliche Konzentration betrug 0,40 GDKs.d. Die durchschnittliche jährliche Staubkonzentration betrug 0,47 GDKs.d. Die durchschnittliche jährliche Kohlenmonoxidkonzentration betrug 0,32 GDKc.d. Die höchste durchschnittliche monatliche Kohlenmonoxidkonzentration wurde im Februar und November beobachtet (0,4 GDKs.d.), die niedrigste – im Juni-Juli (0,27 GDKs.d.). Die durchschnittliche jährliche Konzentration von Schwefeldioxid in der atmosphärischen Luft der Stadt betrug im Jahr 2021 0,26 GDKs.d. Die atmosphärische Luftverschmutzung mit löslichen Sulfaten blieb im Jahresverlauf unter dem Wert von GDKs.d. Die durchschnittliche Verschmutzung betrug 0,04 GDKs.d. Die atmosphärische Luftverschmutzung durch Schwermetalle blieb den Beobachtungsergebnissen im Jahr 2021 zufolge niedriger als die GDKs.d. Der Cadmiumgehalt in der atmosphärischen Luft der Stadt wurde nicht festgestellt, mit Ausnahme von Januar, als die durchschnittliche Konzentration $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betrug. Die durchschnittliche Eisenbelastung beträgt $0,69 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der maximale Wert der atmosphärischen Luftverschmutzung mit Eisen wurde im Februar beobachtet ($0,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$), der minimale Wert der Belastung lag im Januar ($0,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Die durchschnittliche Manganbelastung betrug $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die maximale Verschmutzung wurde im November beobachtet ($0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$), die minimale Verschmutzung von $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde im August-Oktober beobachtet. Die durchschnittliche Kupferbelastung beträgt $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der maximale Verschmutzungsgrad wurde im Mai, November und Dezember ($0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$) beobachtet, der minimale im März ($0,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Die durchschnittliche Nickelbelastung beträgt $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die maximale Verschmutzung wurde im August, November bis Dezember beobachtet ($0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$); In den anderen Monaten des Jahres blieb die Verschmutzung bei $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die durchschnittliche Bleibelastung betrug $0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die maximale Belastung wurde im Januar und Mai beobachtet ($0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$), die minimale Belastung wurde im Juni beobachtet ($0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Die durchschnittliche Zinkbelastung beträgt $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die maximale Verschmutzung wurde im Oktober beobachtet ($0,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$), die minimale im Januar, Juni-Juli und September ($0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Die durchschnittliche Chrombelastung beträgt $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die maximale Verschmutzung wurde im Oktober beobachtet ($0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$), die minimale im Januar ($0,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Die Untersuchung der atmosphärischen Luft zur Bestimmung des Verschmutzungszustands im Jahr 2021 wurde von den Struktureinheiten des „Transkarpatischen Zentrums für Gesundheit und Wohlfahrt des Gesundheitsministeriums“⁴⁰ durchgeführt. Die Probenahme erfolgte an Streckenüberwachungsstellen und die Ergebnisse von Laboruntersuchungen wurden für 7 Inhaltsstoffe ermittelt und als maximale Einzelkonzentrationen ausgewertet. Es ist nicht möglich, die möglichen negativen Auswirkungen der atmosphärischen Luft auf die Gesundheit der Bevölkerung auch in einzelnen Regionen der Region anhand der Daten der angegebenen Laboratorien abzuschätzen, was auf die geringe Menge für eine aussagekräftige Analyse der Labordaten zurückzuführen ist Studien der atmosphärischen Luft.

Im Herbst 2022 wurde im Rahmen der Analyse eine Analyse der Auswirkungen der Hausmülldeponie im Dorf Barvinok auf die Luftqualität durchgeführt. Die Auswahl und Untersuchung der Luftproben wurde vom Integrierten Labor für Beobachtungen natürlicher Umweltverschmutzung des Transkarpatischen Regionalzentrums für Hydrometeorologie durchgeführt.

Den Ergebnissen der Analysen zufolge entsprach die Konzentration der untersuchten Stoffe zum Zeitpunkt der Untersuchung atmosphärischer Luftproben auf den Gehalt an Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Formaldehyd und Kohlenmonoxid den Anforderungen der Hygienestandards an den zulässigen Gehalt der darin enthaltenen chemischen Substanzen. Allerdings herrschte zum Zeitpunkt der Untersuchung praktisch kein Wind. Für eine eingehendere Analyse der Auswirkungen des MBB-Komplexes auf den Zustand der atmosphärischen Luft im Rahmen der Entwicklung einer Bewertung der Umweltauswirkungen der geplanten Tätigkeit des angegebenen Objekts ist die Durchführung zusätzlicher Qualitätsstudien der atmosphärischen Luft bei windigem Wetter und unter anderen hydrometeorologischen Bedingungen erforderlich.

⁴⁰ Staatliche Einrichtung „Transkarpatien-Regionalzentrum für die Kontrolle und Prävention von Krankheiten des Gesundheitsministeriums der Ukraine“

6.2.4 Aquatische Ressourcen

Oberflächengewässer

Unter Berücksichtigung der hydrografischen und wasserwirtschaftlichen Zoneneinteilung gehört das Gebiet der Stadt Uschhorod zum Einzugsgebiet des Flusses Theiß, das vollständig innerhalb der Grenzen einer Region – Transkarpatien – liegt⁴¹. Der Fluss Uzh fließt von Ost nach West durch die Stadt und ist ein Nebenfluss der Theiß.

Die bodenbildenden Gesteine des Theißbeckens sind quartäre Sedimente und Verwitterungsprodukte tertiärer und vulkanischer Gesteine. Innerhalb des Bezirks Uschhorod ist die Geschwindigkeit des Ush-Flusses nicht hoch, wodurch sich ein Teil des Sediments absetzt und der Fluss in seinen eigenen Sedimenten fließt.

Das Gebiet der Stadt Uschhorod liegt innerhalb der Grenzen des transkarpatischen artesischen Beckens, wo Grundwasser hauptsächlich geschichteter Natur ist und in neogenen und anthropogenen Sedimenten liegt.

Die Hauptwasserversorgungsquelle in der Region Transkarpatien ist Wasser aus Oberflächenquellen – den Flüssen Uzh, Svalivka, Zhdymer, Borzhava, Vycha, Tysa, Shopurka und artesischen Brunnen.

Laut dem „Regionalbericht über den Zustand der Umwelt in der Oblast Transkarpatien im Jahr 2021“ Von der Gesamtzahl der Wasserleitungen, an denen das „Transkarpatische OTSKPH des Gesundheitsministeriums“ und seine einzelnen Strukturabteilungen Trinkwasserforschung durchführten, entsprachen im Jahr 2021 5,5 % der Proben nicht den Standards für sanitäre und chemische Indikatoren Verteilung auf die entsprechenden Wasserleitungen: kommunal – 4,6 %; abteilungsbezogen – 14,4 %; ländlich – 4,6 %; lokal – 0. Von der Gesamtzahl der Quellen der dezentralen Wasserversorgung, an denen Laboruntersuchungen von Trinkwasser durchgeführt wurden, entsprachen 14,4 % der Proben nicht den Standards für sanitäre und chemische Indikatoren, wobei die Verteilung nach Quellenarten erfolgte: Minenbrunnen – 12 %; Einzugsgebiete – 7,9 %; artesische Brunnen – 11,2 %. Fälle von nichtinfektiösen Krankheiten im Zusammenhang mit chemischer Kontamination des Trinkwassers sowohl zentraler als auch dezentraler Wasserversorgung in der Region wurden nicht registriert. Der Nitratgehalt im Grundwasser entsprach im Jahr 2021 den Anforderungen von staatlichen Hygienevorschriften und -vorschriften, Fälle von Wasser-Nitrat-Methämoglobinämie bei Kindern wurden nicht registriert.

Um die möglichen negativen Auswirkungen der Abwasser- und Oberflächenwassereinleitung auf die Wasserqualität von Oberflächenreservoirs zu untersuchen, führten die einzelnen Struktureinheiten der Transkarpatischen ZGW des Gesundheitsministeriums im Jahr 2021 systematische Beobachtungen des Wasserzustands in 8 permanenten Reservoirs durch Kategorie I und in 38 Dauerreservoirs der Kategorie II mit Wasserentnahme für Laborforschung. Den Ergebnissen der Berichte zufolge entsprachen im Jahr 2021 4,2 % der zur Bestimmung hygienischer und chemischer Parameter entnommenen Wasserproben (Behälter der Kategorien I und II) nicht den Standards. Chemische Substanzen, deren Gehalt die maximal zulässige Konzentration überschreitet, sind Pestizide, Phenol und synthetische oberflächenaktive Substanzen.

Mikrobiologische Beurteilung der Wasserqualität im Hinblick auf die epidemische Situation

Von der Gesamtzahl der getesteten Wasserversorgungseinheiten des Transkarpatien ZGW des Gesundheitsministeriums und seiner einzelnen Struktureinheiten erfüllten 8 % nicht die Normen für mikrobiologische Indikatoren, wobei die Verteilung nach Art der Wasserversorgung erfolgte: kommunal – 5,8 %; abteilungsbezogen – 15,1 %; ländlich – 19,8 %; lokal – 0. Wasser aus dezentralen Wasserversorgungsquellen entsprach in 25,3% der Fälle nicht den Normen gemäß mikrobiologischen Indikatoren, darunter: Minenbrunnen – 27,4 %; Einzugsgebiete – 1,8 %; artesische Brunnen – 24,1%. Den Ergebnissen der Berichte zufolge wurden im Jahr 2021 231 Proben zur Bestimmung mikrobiologischer Indikatoren aus Gewässern der Kategorie II entnommen, von denen 34 die Standards nicht erfüllten (14,7 %).

⁴¹ https://buvrtysa.gov.ua/newsite/?page_id=18150

Strahlungsstatus von Oberflächengewässern

Zur Ermittlung der radiologischen Indikatoren des „Transkarpatischen ZGW des Gesundheitsministeriums“ und seiner einzelnen Strukturgliederungen wurden 5 Proben aus Gewässern der Kategorie I untersucht, es wurden keine Abweichungen festgestellt.

Unterirdische Gewässer

Bei allen erforschten oder betriebenen Grundwasserentnahmen in der Region handelt es sich um Versickerungsentwässerungen, daher hängt die Qualität des daraus entnommenen Grundwassers ausschließlich von den Eigenschaften des Oberflächenabflusses ab und bedarf eines besonderen Schutzes⁴².

Innerhalb des Territoriums werden Grundwasserleiter in den Ablagerungen der Ilnytsia-, Gutyna- und Chopa-Welt sowie im Grundwasserleiter der quartären Schwemmlandablagerungen entwickelt. Letzteres ist für die Organisation der zentralen Wasserversorgung von praktischer Bedeutung.

Auf dem Gebiet der Stadt Uschhorod gibt es mehr als 20 Mineralwässer, künstliche (Brunnen) und natürliche (Quellen), die im therapeutischen Sinne wertvoll sind. Ja, im nach ihm benannten Gorki Park gibt es Mineralwasser vom Typ „Jesentuki 17“ und im Bozdos-Park Wasser vom Typ „Narzan“, dessen Verwendung jedoch als begrenzt und irrational bezeichnet wird⁴³.

Derzeit wird von den 20 Thermalwasservorkommen auf dem Gebiet der Stadt Uschhorod die Lagerstätte Uschhorod (St. 5-T, städtisches Pumpenhaus) praktisch genutzt.

Im Herbst 2022 wurde im Rahmen der Analyse eine Analyse der Auswirkungen der Kläranlage im Dorf Barvinok auf die Qualität der Gewässer durchgeführt. Im Zusammenhang mit dem Wassermangel in den Beobachtungsbrunnen wurde zur Beurteilung des Verschmutzungszustands der Wasserressourcen beschlossen, Wasser aus der der Kläranlage am nächsten gelegenen offenen Quelle im Dorf Barvinok in Richtung zu entnehmen Stadt Uschhorod - Nilachka-Auen. Probenahmen und Analysen wurden vom Komplexen Labor für Beobachtungen natürlicher Umweltverschmutzung des Transkarpatischen Regionalzentrums für Hydrometeorologie durchgeführt.

Die folgenden Indikatoren lagen innerhalb der normativen Werte (gemäß der Verordnung des Gesundheitsministeriums vom 02.05.2022 Nr. 721): Ammoniumstickstoff – 0,7 mg/dm³ (MPC 2,0 mg/dm³), Nitrationen – 0,58 mg/dm³ (MPC 45,0 mg/dm³), Nitritionen – 0,008 mg/dm³ (MPC 3,3 mg/dm³), Phosphationen – 0,28 mg/dm³ (MPC 3,5 mg/dm³), Chloridionen – 30,13 mg/dm³ (MPC 350,0 mg/dm³), Sulfationen – 32,06 mg/dm³ (MPC 500,0 mg/dm³).

Die Indikatoren für organische Verschmutzung überstiegen den normativ zulässigen Gehalt, insbesondere wurde der HSC um fast das Zweifache des normativen Wertes überschritten. Ein Überschuss an organischen Verbindungen weist auf eine Kontamination des Reservoirs mit organischen Verbindungen aufgrund seiner möglichen Kontamination durch häusliche, industrielle und landwirtschaftliche Abwässer hin. Verschmutzung von Nilachka wurde nicht durch die Auswirkungen der Mülldeponie im Dorf Barvinok verursacht.

Für eine genauere Beurteilung der Auswirkungen der geplanten Tätigkeit der neuen Kläranlage auf die Verschmutzung der Wasserressourcen ist eine Untersuchung des Grundwassers im Bereich der geplanten Tätigkeit erforderlich.

6.2.5 Bodenzustand und Landdegradation

Nach den Ergebnissen einer agrochemischen Untersuchung von 202,42 Tausend Hektar landwirtschaftlicher Fläche in der Region Transkarpatien (2016-2020) sind 133,48 Tausend Hektar (65,9 %) der gesamten untersuchten Fläche saure Böden. Ein erheblicher Teil der Fläche (49,47 Tausend Hektar oder 24,4 %) wird von Gebieten mit einer sehr starken und stark sauren Reaktion der Bodenlösung eingenommen. Die übrigen Gebiete weisen eine mäßig saure (43,33 Tsd.

⁴² https://buvrtyisa.gov.ua/newsite/?page_id=17003

⁴³ Uschhorod, Region Transkarpatien. Änderungen am Masterplan der Stadt vornehmen. Erläuterung, Kyjiw, 2015

ha bzw. 21,4 %) und leicht saure (40,68 Tsd. ha bzw. 20,1 %) Reaktion der Bodenlösung auf. Gleichzeitig beträgt die Kategorie der Flächen mit nahezu neutraler und neutraler Reaktion der Bodenlösung 62,84 Tausend Hektar oder 31 % der landwirtschaftlichen Fläche. Der gewichtete Durchschnittsindikator von pH_{KCl} beträgt 5,24, was der leicht sauren Reaktion der Bodenlösung entspricht. So weist in der Oblast Transkarpatien mehr als die Hälfte der untersuchten landwirtschaftlichen Flächen einen hohen Säuregehalt auf, was einer der Hauptgründe für ihre geringe Fruchtbarkeit ist.

Das Humusproblem ist für die Böden Unterkarpatiens äußerst wichtig, da große Niederschlagsmengen (mehr als 1.000 mm pro Jahr) zu seiner Auswaschung beitragen, insbesondere in Hanglagen.

Laut der Verteilung der untersuchten Böden der Oblast Transkarpatien nach Qualitätsklassen sind nur 13,35 Tausend Hektar oder 6,6 % Böden von hoher Qualität. Davon gehören nur 0,68 Tausend Hektar (0,3 %) zur Klasse III (71–80 Punkte) und 12,67 Tausend Hektar (6,3 %) zur Klasse IV (61–70 Punkte). Böden mittlerer Qualität nehmen 109,18 Tausend Hektar oder 54 % ein. Davon entfielen 46,63 Tsd. Hektar (23 %) auf die V-Klasse (51–60 Punkte) und 62,55 Tsd. Hektar (31 %) auf die VI-Klasse (41–50 Punkte). Der größte Teil der Fläche wird jedoch von Böden geringer Qualität eingenommen – 83,47 Tausend Hektar oder 41,2 %. Davon entfielen 63,6 Tausend Hektar (31,4 %) auf die Bonitätsklasse VII (31–40 Punkte) und 19,87 Tausend Hektar (9,8 %) auf die Bonitätsklasse VIII (21–30 Punkte). Böden von sehr geringer Qualität nehmen 0,24 Tausend Hektar (0,1 %) ein und gehören zur Bonitätsklasse IX (11–20 Punkte).

In der Oblast Transkarpatien wurden 39.600 Hektar erodiertes Land registriert. Pro Hektar werden jährlich 34,8 Tonnen fruchtbarer Boden zerstört.

Die Entfernung erodierter Flächen von landwirtschaftlichen Flächen ist die ökologisch sinnvollste und wirtschaftlich sinnvollste Art ihrer Nutzung. Im Allgemeinen sollten in allen Boden- und Klimazonen der Region etwa 37,3 Tausend Hektar Ackerland aus der intensiven Bewirtschaftung entfernt werden, davon 23,0 Tausend Hektar gepflügt und auf Heufelder und Weiden übertragen und 14,3 Tausend Hektar aufgeforstet werden.

Im Herbst 2022 wurde im Rahmen der Analyse eine Analyse der Auswirkungen der Hausmülldeponie im Dorf Barvinok auf den Zustand des Bodens durchgeführt. Probenahme von Bodenproben an drei Stellen: vom Körper der Hausmülldeponie, in einer Entfernung von 50 m vom Körper der Hausmülldeponie und in einer Entfernung von 100 m von der Hausmülldeponie.

Den Ergebnissen der Analysen zufolge wurde in allen ausgewählten Bodenproben ein sehr hoher Gehalt an Gesamtstickstoff festgestellt und der Gehalt an Nitraten wurde überschritten. Der erhöhte Gehalt an Stickstoffverbindungen steht im Zusammenhang mit landwirtschaftlichen Tätigkeiten, was nicht auf eine direkte Auswirkung der Hausmülldeponie im Dorf Barvinok auf den Boden hinweist.

Schwermetalle, nämlich Zink, Nickel, Kobalt, Cadmium und Kupfer, wurden nicht in allen Proben nachgewiesen. Somit verstößt die Tätigkeit der Hausmülldeponie im Dorf Barvinok nicht gegen den normativen Zustand des Bodens.

Für eine detailliertere Beurteilung der Auswirkungen der geplanten Tätigkeit der neuen Hausmüllbehandlungsanlage auf die Bodenverschmutzung ist eine Probenahme am Standort der geplanten Tätigkeit erforderlich.

6.2.6 Abfallerzeugung und -management

Nach Angaben des Zentralamts für Statistik fielen im Jahr 2020 in der Region Transkarpatien 145.000 Tonnen Abfälle der Gefahrenklasse I-IV an, darunter 1.300 Tonnen Abfälle der Gefahrenklasse I-III.

Von der Gesamtmenge des erzeugten Abfalls wurden 3,2 Tausend Tonnen verbrannt, 0,26 Tausend Tonnen entsorgt und 161,0 Tausend Tonnen an speziell dafür vorgesehenen Orten abtransportiert. Nach den Hauptabfallgruppen waren im Jahr 2020 Hausmüll und ähnliche Abfälle mit 133,8 Tsd. Tonnen oder 92,3 % das größte spezifische Gewicht des Gesamtabfallaufkommens;

Holzabfälle – 5,6 Tausend Tonnen oder 3,8 %; Glasabfälle – 0,1 Tausend Tonnen oder 0,007 %; Papier- und Kartonabfälle – 2,0 Tausend Tonnen oder 1,4 %; Plastikmüll – 0,9 Tausend Tonnen oder 0,6 %; Textilabfälle – 0,6 Tausend Tonnen oder 0,4 %.

Das Abfallaufkommen aller Gefahrenklassen betrug 0,01 Tonnen pro Person und 1,1 Tonnen pro 1 km². Die größte Abfallmenge im Jahr 2020 entstand bei der Tätigkeit folgender Unternehmen:

- das Werk zur Herstellung von Elektrogeräten „Flextronics Ltd“ (1752,2 Tonnen der Gefahrenklassen I-IV, davon: 1226 Tonnen Altpapier und Kunststoffverpackungsabfälle)
- das Werk zur Herstellung von Elektrogeräten der Jabil Syorkit Ukraine Limited LLC (1.341,8 Tonnen der Gefahrenklassen I-IV, davon: 1.050 Tonnen Altpapier und Kunststoffabfälle),
- „EVK“ LLC, die in der Säge- und Hobelproduktion tätig ist (843 Tonnen Abfälle der Gefahrenklasse II, IV, davon 838 Tonnen Holzabfälle),
- „Perspektiva“ LLC, die sich mit der Herstellung von Furnieren, Sperrholz, Platten und Paneelen beschäftigt (770 Tonnen Abfälle der Gefahrenklasse IV, davon 745 Tonnen Holzsägemehl).

Im Rahmen der Umsetzung des EU-Projekts „Abfallwirtschaft – Europäisches Programm für gute Nachbarschaft und Partnerschaft, Ostregion“ im Jahr 2010 wurde der Beschluss der elften Sitzung der VI. Einberufung des Transkarpatischen Regionalrats Nr. 537 „Strategie von Abfallwirtschaft in der Region Transkarpatien über einen Zeitraum von 15 Jahren“. Gemäß der genehmigten Strategie zur Lösung des Problems der Abfallwirtschaft ist die Organisation einer zentralen Müllabfuhr in allen Siedlungen der Region, die schrittweise Reduzierung der Zahl der Deponien und deren Modernisierung vorgesehen. Die zentrale Sammlung und Entsorgung fester Abfälle auf dem Stadtgebiet erfolgt durch spezialisierte Unternehmen. Die Sammlung von Hausmüll aus der Bevölkerung und Wirtschaftssubjekten erfolgt ebenfalls selbstständig durch Unternehmen und Organisationen, separate private Strukturen und spezialisierte kommunale Dienste unter kommunalen Selbstverwaltungsorganen. Es gibt keine Entsorgungsmöglichkeiten für Hausmüll.

In der Stadt Uschhorod wurde die getrennte Sammlung von Hausmüll (Glas, Kunststoff, Altpapier und Altmetall) eingeführt. Ressourcenwertvolle Bestandteile des Hausmülls werden an spezialisierte Unternehmen (insgesamt 51 Wirtschaftseinheiten in der Region) übergeben. Der gesammelte Abfall wird überwiegend zur Entsorgung außerhalb der Region weitergeleitet. Produktionsanlagen zur Verarbeitung von PET-Behältern und anderen Polymerabfällen (Anlagen, Pressen, Brecher) sind in den Unternehmen tätig: KP „Vody Khustshchyny“, PE „Brenner“ (Khust), KP „Vtorma“, LLC „Karpaty LTD“ (Stadt Mukachevo, PP „Plastor“ (Dorf Svoboda, Bezirk Beregivu), TDV „Vinohradiv-Werk für Kunststoff-Sanitärprodukte“ (Stadt Wynohradiw), Recyclingstation „Proektna, 3“ (Stadt Uschhorod). Altreifen werden von FOP Breza O O entsorgt (Bezirk Uschhorod). Technologische Ausrüstung für die Entsorgung gefährlicher Abfälle ist bei „New Ecosvit“ LLC (Stadt Uschhorod, Standort: Bezirk Uschhorod, Dorf Kinches, Mikrobezirk Bazy) erhältlich.

Eines der Probleme beim Bau neuer Deponien zur Sammlung von Hausmüll und Anlagen zur Verarbeitung von Hausmüll in Unterkarpatien ist die Landknappheit. In Berggebieten ist es fast unmöglich, Grundstücke zu finden, die den Bau- und Hygienestandards für solche Bauten entsprechen.

Nach Angaben des Hauptamtes für Statistik sind in der Region 1 Müllentsorgungsanlage, 24 Müllverbrennungsanlagen zur Energieerzeugung, 5 Müllverbrennungsanlagen zur thermischen Verarbeitung und 35 weitere Müllbeseitigungsanlagen (außer Verbrennung) in Betrieb. Im Jahr 2020 fielen 5,6 Tausend Tonnen Holzabfälle bei Unternehmen der Holz- und Sägeindustrie an, von denen 3,2 Tausend Tonnen verbrannt wurden: 2,2 Tausend Tonnen – zur Energiegewinnung, 1,0 Tausend Tonnen zur thermischen Verarbeitung.

Nach Angaben des Registers der Abfalldeponien gibt es zum 1. Januar 2022 in der Oblast Transkarpatien 62 registrierte Deponien für Abfälle, davon 59 für Hausmüll, 2 für Holzabfälle (Sägemehl) und 1 ist für Kunstpelzabfälle. Die meisten bestehenden Mülldeponien haben ihre Kapazitäten erschöpft, sind zu 80-85 % gefüllt und viele Deponien sind erschöpft. Aufgrund der gebirgigen Natur, der hohen Bevölkerungsdichte, der Nachbarschaft mit 4 Ländern der Europäischen Union, dem einzigen Wasserbecken des Flusses Theiß, dem Schutzgebiet, einer Reihe von

Siedlungen (Rakhiv, Tyachiv, Vynohradiv, Berehovo, Perechyn und Velikiy Berezny) wird die Möglichkeit genommen, Grundstücke auszuwählen und Genehmigungen für Mülldeponien zu erteilen.

Auf dem Gebiet der Oblast Transkarpatien gibt es keine Lagerung ungeeigneter oder verbotener Pestizide und giftiger Chemikalien.

Ab 2023 wird der auf dem Gebiet der Stadt Uschhorod anfallende Hausmüll zur Entsorgung auf der Mülldeponie der Stadt Uschhorod (im Dorf Barvinok) abgegeben (Pass der Mülldeponie vom 19. Februar 2008, Registrierungsnummer Nr. 5-a). Die Umweltsicherheitskategorie ist „A“ (geringes Risiko). Die Standard-Sanitär-schutzzone (500 m) wird eingehalten. Der Eigentümer ist KP „KATP-072801“ (Uschhorod, Pogorelova Str., 3).

Der Standort der Siedlungsabfalldeponie in der Stadt Uschhorod (im Dorf Barvinok) ist Oblast Transkarpatien, Bezirk Uschhorod, Dorf Barvinok, die Entfernung von der Siedlung beträgt 3,2 km von der Stadt Uschhorod, die Entfernung von Wasserläufen und Stauseen beträgt 2,0 km, von den Wasserentnahmestellen 2,3 km. Die Auslegungsfläche der Hausmülldeponie beträgt 9,0 Hektar (davon sind 3 Hektar mit Deponien belegt). Elemente der Hausmülldeponie sind neben der Hauptstruktur – der Hausmülldeponie – Zufahrtsstraßen mit befestigtem Belag, die Wirtschaftszone, Hauptgebäude und Netze der Hausmülldeponie.

Die kommunale Mülldeponie der Stadt Uschhorod (im Dorf Barvinok) ist seit November 1998 im Rahmen des Projekts des Ukrkomundorproekt (Stadt Uschhorod) in Betrieb. Die geschätzte Betriebsdauer beträgt 25 Jahre. Aufzeichnungen über die Annahme und Beseitigung von Abfällen werden gemäß den Vereinbarungen und Aufzeichnungen über Transportflüge geführt. Zum 1. Januar 2023 belief sich die Gesamtmenge der beseitigten Abfälle auf 6,057 Mio. m³.

6.2.7 Beschreibung des Zustands der Vegetation und des Tierlebens

Die Flora von Transkarpatien, die 2 % des Territoriums der Ukraine einnimmt, umfasst etwa 1.900 Arten höherer Sporen- und Samenpflanzen, was der Hälfte der Artenvielfalt der Ukraine entspricht. Neben eingeführten Arten wachsen in der Region mehr als 2.600 Arten. Gemäß den allgemeinen botanischen und geografischen Merkmalen der Vegetationsdecke gehört das Gebiet der Region zur Unterprovinz Karpaten der mitteleuropäischen Provinz der Europäischen Laubregion. Das Transkarpatische Tiefland gehört zur mitteleuropäischen Florenprovinz.

Der Waldfonds der staatlichen Forstbetriebe der Region repräsentiert die produktivsten Bestände in der Karpatenregion. Die durchschnittliche Reserve pro Hektar beträgt 350 m³, der durchschnittliche jährliche periodische Zuwachs der Reserve beträgt 5 m³. Die Waldmassive der Oblast Transkarpatien stehen hinsichtlich Waldbedeckung und Holzreserven an erster Stelle in der Ukraine und gehören hinsichtlich der Fläche des Waldfonds zu den fünf besten Regionen. Waldmassive auf dem Territorium der Region befinden sich hauptsächlich im gebirgigen Teil, der 80 % des Territoriums ausmacht. Die Waldfläche der Region beträgt 52 % (im Jahr 1946 waren es 42 %). Laut Register beträgt der Naturschutzfonds der Region Transkarpatien mehr als 202,5 Tausend Hektar oder 15,5 % des Territoriums der Region und 4 % des Territoriums der Ukraine. Die größten Gebiete von nationaler Bedeutung sind das Karpaten-Biosphärenreservat, der Synevyr-Nationalpark, der Uzhan-Nationalpark und das Enchanted Territory.

Die moderne Flora der Region umfasst mehr als 2.000 Arten, was 50 % der Gesamtartenzahl der Ukraine entspricht. Davon sind 237 Pflanzenarten in den Anhängen des Übereinkommens zum Schutz der wildlebenden Pflanzen und Tiere sowie der natürlichen Lebensräume in Europa aufgeführt, 22 Pflanzenarten sind in den Anhängen des Übereinkommens über den internationalen Handel mit gefährdeten Arten freilebender Tiere und Flora (CITES) aufgeführt. Insgesamt sind 263 Pflanzenarten im Roten Buch der Ukraine aufgeführt, darunter 214 Gefäßpflanzenarten, 19 Pilzarten, 7 Algenarten, 23 Flechtenarten und 27 Pflanzengruppen sind im Grünen Buch der Ukraine aufgeführt. Die größte Vielfalt an Pflanzenarten aus dem „Roten Buch“ ist im Einzugsgebiet der Ukraine konzentriert Der Fluss Theiß, wo wissenschaftlichen Untersuchungen zufolge 145 Arten von Gefäßpflanzen vorkommen.

Die moderne Fauna der Region umfasst mehr als 30.000 Arten. Sowohl Wirbellose als auch Wirbeltiere kommen in der Region häufig vor. Unter den Wirbellosen gibt es Vertreter von mehr als 20 Organismenarten, von denen die meisten Protozoen sind. Etwa 400 Wirbeltierarten, 80 Säugetierarten, 287 Vogelarten, davon 197 nistend, 10 Reptilienarten, 16 Amphibien, 60 Fische, 100 Weichtiere.

Auf den Jagdfarmen Unterkarpatiens leben Tiere, die im Roten Buch der Ukraine aufgeführt sind: Dachse, Otter, Wildkatzen und Auerhühner, deren Zahl in den letzten Jahren allmählich zugenommen hat.

Die Gesamtzahl der Tierarten in der Region beträgt 30.428, was 68 % der Gesamtzahl der Arten der Ukraine entspricht, von denen 127 im Roten Buch der Ukraine aufgeführt sind, 12 Arten sind in den Anhängen des Übereinkommens über Internationales Handel mit gefährdeten Arten freilebender Tiere und Pflanzen aufgeführt, 237 Arten sind in den Anhängen des Übereinkommens zur Erhaltung der wildlebenden Tiere und Pflanzen sowie der natürlichen Lebensräume in Europa (Berner Konvention) aufgeführt, 21 Arten sind in den Anhängen des Übereinkommens zum Schutz wandernder Wildtierarten (Bonner Konvention, CMS) aufgeführt und 21 Arten sind gemäß dem Abkommen zum Schutz der Fledermäuse in Europa (EUROBATS) geschützt.

Den Informationen zufolge⁴⁴ sind Feuchtgebiete mit einer Fläche von 0,1 Tausend Hektar, Wälder und andere Waldgebiete – 0,3 Tausend Hektar - Bestandteile des Öko-Netzwerks der Stadt Uschhorod, es gibt keine Objekte des Naturschutzgebietfonds. Auf dem Territorium der Stadt Uschhorod sowie auf dem Territorium der geplanten Aktivität gibt es keine Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung, die durch die Ramsar-Konvention⁴⁵ geschützt sind und Objekte des Emerald-Netzwerks⁴⁶ sind.

Auf dem Gelände der geplanten Aktivität befinden sich keine materiellen Objekte, darunter architektonisches, archäologisches und kulturelles Erbe.

Auf dem Gebiet der geplanten Tätigkeit und im Einflussbereich des Objekts befinden sich keine Denkmäler der Architektur, Geschichte und Kultur (z. B. Gebäude), Erholungsgebiete oder Kulturlandschaften.

Ohne die Umsetzung der geplanten Aktivität werden die Indikatoren für die Qualität der Umwelt höchstwahrscheinlich auf dem aktuellen (Grund-)Niveau bleiben und die Umsetzung der geplanten Aktivität wird eines der Umweltprobleme der Region lösen – die Verringerung der Belastung des Haushalts Mülldeponie in der Stadt Uschhorod, aufgrund der Gewinnung ressourcenwerter Bestandteile aus der Menge des Hausmülls.

6.3 Beschreibung der Umweltfaktoren, die durch die geplante Aktivität voraussichtlich beeinflusst werden

Die geplante Tätigkeit ist der Betrieb des MBB-Komplexes in der Stadt Uschhorod. Der empfohlene Standort des MBB-Komplexes ist in der Abbildung 6.1 dargestellt.

6.3.1 Beschreibung des Gesundheitszustandes der Bevölkerung

Nach Angaben der Hauptstatistikabteilung des Oblast Transkarpatien betrug die ständige Bevölkerung von Uschhorod am 1. Januar 2022 115.449 Menschen⁴⁷.

Laut „Jahresbericht über den Gesundheitszustand der Bevölkerung, die sanitäre und epidemiologische Lage und die Ergebnisse der Tätigkeit des Gesundheitssystems der Ukraine. 2017.“⁴⁸ ist die Prävalenz von Krankheiten unter der erwachsenen Bevölkerung in der Region Transkarpatien im Zeitraum 2013-2017 gestiegen.

⁴⁴ https://ecozakarp.at.gov.ua/wp-content/nd/Zakarp_reh_dop_2021.pdf

⁴⁵ <https://www.ramsar.org/country-profile/ukraine>

⁴⁶ <https://emerald.eea.europa.eu/>

⁴⁷ <http://www.uz.ukrstat.gov.ua/>

⁴⁸ Jahresbericht über den Gesundheitszustand der Bevölkerung, die sanitäre und epidemische Situation und die Ergebnisse des Gesundheitssystems der Ukraine. 2017 / Gesundheitsministerium der Ukraine, Staatliche Universität „UISF Gesundheitsministerium der Ukraine“. – Kyjiw: „Medinform“ International Center, 2018. – 458 S.

Die Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung durch die Umsetzung der geplanten Tätigkeit sind angesichts des vorgeschlagenen Standorts des MBB-Komplexes – in der Nähe der aktiven Deponie – sowie der Einhaltung der Technologie der mechanischen und biologischen Behandlung, die Umsetzung der baulichen und technologischen Anforderungen des Projekts und behördlicher Empfehlungen nicht zu erwarten.

6.3.2 Beschreibung des Zustands von Fauna, Flora und Artenvielfalt

Der Standort ist frei von Bauarbeiten und befindet sich in der Sanitärzone der kommunalen Mülldeponie in der Stadt Uschorod (im Dorf Barvinok) neben den Waldplantagen der Forstabteilung Uschorod des Staatsunternehmens „Wälder der Ukraine“, im Norden gibt es eine Mülldeponie, im Osten einen Friedhof, im Westen und Süden private Grundstücke.

Die geplante Aktivität bringt keine wesentlichen Veränderungen für die Flora und Fauna mit sich.

Die Auswirkungen der geplanten Tätigkeit (während des Baus und des Betriebs) auf Pflanzen und Tiere sind teilweise von Bedeutung.

6.3.3 Beschreibung des Zustands der Grundstücke (einschließlich der Grundstücksgewinnung), des Zustands der Böden und der geologischen Umgebung

Das vorgeschlagene Grundstück ist frei von Bauarbeiten, es gibt Grünflächen.

Der Bau des MBB-Komplexes und sein Betrieb werden geringfügige Auswirkungen auf die geologische Umgebung haben, was sich in der Entfremdung von Grundstücken für den Standort der Anlage, einer Änderung der Topographie und einer Erhöhung der Bodenbelastung aufgrund des Gewichts von Gebäuden und Autos widerspiegeln wird.

Bei der mechanischen und biologischen Verarbeitung von Abfällen fällt am Ausgang Material an, das in die Umwelt abgegeben werden muss. Ein solches Material enthält praktisch keine organische Komponente und kann als bedingt inert angesehen werden. Daher ist die Auswirkung auf die Landressourcen im Vergleich zur einfachen Deponierung von Hausmüll geringer.

Auswirkungen der geplanten Tätigkeit (während Bau und Betrieb) auf den Boden – beeinflusst.

6.3.4 Beschreibung des Zustands der geologischen Umgebung

Zur Charakterisierung des Standortes der geplanten Tätigkeit werden auch die Besonderheiten des Standortes der Hausmülldeponie berücksichtigt.

Geomorphologisch liegt die Hausmülldeponie an einem Hang, auf dem zugewiesenen Gelände wurden drei erdverlegte Standorte zur Lagerung von Hausmüll (Gruben) errichtet. Die absoluten Oberflächenmarkierungen betragen 134,5 m (oben) und 124,5 m (unten). Das Fassungsvermögen der Belüftungszone beträgt 2,0 m, die Zusammensetzung und Struktur ist natürlicher Lehm. Die Tiefe des Grundwassers beträgt 5,0 m, bedingt geschützt. Grundwasser ist spontan und saisonal und befindet sich in einer Tiefe von 4,0 bis 5,0 m. Das Vorhandensein von Filtrationsphänomenen – Abfluss bei Niederschlägen.

Auswirkungen der geplanten Tätigkeit (während Bau und Betrieb) auf den Boden – beeinflusst.

6.3.5 Beschreibung des Zustands der Wasserumgebung

Das Grundstück für den Standort des MBB-Komplexes liegt weit entfernt von Oberflächengewässern und liegt auch nicht in den Sanitär- und Schutzzonen der Wasserversorgungsquellen.

Das heißt, die Auswirkungen auf Oberflächengewässer während des Baus und Betriebs sind nicht zu erwarten. Darüber hinaus werden solche Auswirkungen durch die Umsetzung folgender Maßnahmen minimiert: Durchführung von Umweltschutzunterweisungen für Mitarbeiter vor

Baubeginn; Aufrechterhaltung der Sauberkeit auf der Baustelle; Organisation der Abfallentsorgung; Einhaltung der Technologie der Arbeitsausführung und des weiteren Betriebs des Objekts; Abrechnung von Trink- und Brauchwasser; Anordnung eines geeigneten Entwässerungssystems.

Es empfiehlt sich, bereits bei der Erstellung der Projektdokumentation eine Bewertung der Auswirkungen auf das Grundwasser durchzuführen.

Die meisten MBB-Komplexe verfügen über geschlossene Wasserversorgungskreisläufe innerhalb des Unternehmens, was die Nutzung von Abwasser aus einer Stufe für andere Prozesse, die Rückführung von Wasser zum Anfang des Prozesses usw. beinhaltet.

Die Stufe der mechanischen Abfallverarbeitung ist eine Quelle von Abwasser aus den Wasch- und Sammelpipelines der Räumlichkeiten sowie von Sickerwasser aus Abfalllagerbereichen.

Solche Abwässer sind mit suspendierten Abfall- und Staubpartikeln, gelösten organischen Verbindungen, Erdölprodukten und Ölen (Leckagen aus gebrauchten Mechanismen) verunreinigt, weisen eine hohe Mineralisierung und einen hohen Grad an biologischer Kontamination auf.

Normalerweise wird das Abwasser über ein Regenwasserkanalsystem gesammelt, teilweise von Schwebstoffen und grobem Schmutz gereinigt und der biologischen Stufe des mechanisch-biologischen Behandlungsprozesses zugeführt.

Aerobe Abfallverarbeitungsprozesse erfordern eine konstante Wasserversorgung, um die Luftfeuchtigkeit des Abfalls auf einem Niveau von 40-60 % sicherzustellen. Wenn das Wasserverteilungssystem nicht perfekt ist, kann es zur Bildung von Sickerwasser kommen, das eine erhebliche Menge an leicht abbaubaren organischen Stoffen, Huminsäuren, Nitraten und Schwebstoffen enthält.

Dieses Filtrat wird nach teilweiser Reinigung von Schwebstoffen zurück in das Bewässerungssystem für kompostierte Abfälle geleitet.

Das heißt, die negativen Auswirkungen des Abwassers, das beim Betrieb des MBB-Komplexes entsteht, werden durch die Einhaltung des technologischen Prozesses sowie durch die Einrichtung eines geeigneten Entwässerungssystems minimiert.

Auswirkungen der geplanten Tätigkeit (während Bau und Betrieb) auf die aquatische Umwelt – beeinflusst.

6.3.6 Beschreibung des Zustands der atmosphärischen Luft

Beim anaeroben Prozess werden umweltschädliche Verunreinigungen in die Zusammensetzung des Biogases einbezogen und gelangen bei der Verbrennung in die Atmosphäre. Zu diesen Verunreinigungen gehören: Kohlenmonoxid, Stickoxide, Schwefeloxide, Schwefelwasserstoff. In Notsituationen und beim Ablassen über Sicherheitsventile können Methan und andere flüchtige organische Verbindungen eindringen.

Bei der mechanischen Bearbeitung gelangen Staub, Bioaerosol und Geruchsstoffe in die atmosphärische Luft.

Notfälle und schädliche Emissionen in die Luft sind nicht zu erwarten.

Wenn die Kompostierungstechnologie nicht befolgt wird, können Ammoniak und Kohlenmonoxid in die Atmosphäre gelangen. Aufgrund der Einhaltung der Hausmüllverarbeitungstechnologie wird erwartet, dass diese Auswirkungen minimiert werden.

Die Hauptquelle der Luftverschmutzung durch Biogasproduktionsprozesse ist die Verbrennung. Die Zusammensetzung der Gasemissionen ähnelt den Emissionen aus jedem thermischen Prozess. Der Unterschied liegt in der nahezu vollständigen Abwesenheit von Schwermetallen und Organochlorverbindungen.

Um die negativen Auswirkungen auf die atmosphärische Luft zu minimieren, ist die Installation eines Biofiltersystems erforderlich.

Für eine detailliertere Beurteilung der Auswirkungen auf die Luft im Rahmen des Umweltverträglichkeitsprüfungsverfahrens ist es erforderlich, die Luftqualität in der Nähe des Standorts der geplanten Tätigkeit zu messen.

Auswirkungen der geplanten Tätigkeit (während Bau und Betrieb) auf die Luftumgebung – beeinflusst.

6.3.7 Beschreibung von Klimafaktoren (einschließlich Klimawandel und Treibhausgasemissionen)

Durch die mechanisch-biologische Abfallbehandlung wird die Menge der auf Siedlungsabfalldeponien zu entsorgenden Abfälle reduziert, wodurch direkt Methanemissionen vermieden werden, die bei der Entsorgung auf Deponien und Siedlungsabfalldeponien auftreten können. Darüber hinaus verursacht die Verbrennung von Biogas zur Energieerzeugung weniger CO₂-Emissionen als die herkömmliche Verbrennung fossiler Brennstoffe.

Die Verbesserung der Luftqualität und -sicherheit (Reduzierung der SO_x-, NO_x- und Staubemissionen) durch die Verbrennung von weniger fossilen Brennstoffen zur Stromerzeugung und die Reduzierung der Biogasemissionen verringert das Risiko gefährlicher Methankonzentrationen auf Mülldeponien und verringert die Auswirkungen von Gerüchen in Wohngebieten⁴⁹.

Auswirkungen der geplanten Tätigkeit (während Bau und Betrieb) auf das Klima und Mikroklima – beeinflusst nicht.

6.3.8 Beschreibung materieller Objekte, einschließlich architektonischem, archäologischem und kulturellem Erbe, Landschaft

Den Angaben zufolge⁵⁰ sind die Bestandteile des Öko-Netzwerks der Stadt Uschhorod Feuchtgebiete mit einer Fläche von 0,1 Tausend Hektar, Wälder und andere Waldgebiete – 0,3 Tausend Hektar, es gibt keine Objekte des Naturschutzgebietsfonds.

Auf dem Territorium der Stadt Uschhorod sowie auf dem Territorium der geplanten Aktivität gibt es keine Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung, die durch die Ramsar-Konvention⁵¹ geschützt sind und Objekte des Emerald-Netzwerks sind⁵².

Auf dem Gebiet der Grundstücke der geplanten Aktivität befinden sich keine materiellen Objekte, darunter architektonisches, archäologisches und kulturelles Erbe.

Auswirkungen geplanter Aktivitäten (während Bau und Betrieb) auf geschützte Objekte – beeinflusst nicht.

6.3.9 Beschreibung der soziowirtschaftlichen Bedingungen

Unter Berücksichtigung der Lage des MBB-Komplexes, der vorherrschenden Windrichtung, der Einhaltung der Kompostierungstechnologie, der Umsetzung der baulichen und technologischen Anforderungen des Projekts und der behördlichen Empfehlungen besteht kein negativer Einfluss der geplanten Tätigkeit auf die soziale und vom Menschen geschaffene Umwelt erwartet.

Stattdessen werden positive Auswirkungen aus folgenden Gründen erwartet: Minimierung der Umweltverschmutzung und Reduzierung der Menge an Hausmüll, die auf Hausmülldeponien anfällt, Verringerung der vom Menschen verursachten Belastung der Hausmülldeponie, Sicherstellung der Entwicklung überdachter Siedlungen, Entwicklung der lokalen Infrastruktur für die Abfallbewirtschaftung, Verringerung der sozialen Spannungen aufgrund begrenzter Grundstücke für die Schaffung neuer Hausmülldeponien in Unterkarpatien. Die geplante Aktivität wird durch die Zahlung von Steuern an die lokalen Haushalte und die Schaffung neuer Arbeitsplätze zur Verbesserung der allgemeinen soziowirtschaftlichen Situation beitragen.

⁴⁹ <https://saf.org.ua/wp-content/uploads/2019/08/tna-ukraine-tfs-06w.pdf>

⁵⁰ https://ecozakarp.at.gov.ua/wp-content/nd/Zakarp_reh_dop_2021.pdf

⁵¹ <https://www.ramsar.org/country-profile/ukraine>

⁵² <https://emerald.eea.europa.eu/>

6.4 Beschreibung und Bewertung der möglichen Auswirkungen der geplanten Tätigkeit auf die Umwelt, insbesondere Ausmaß und Umfang dieser Auswirkungen, Art, Intensität und Komplexität, Wahrscheinlichkeit, erwarteter Beginn, Dauer, Häufigkeit und Unvermeidlichkeit der Auswirkungen

6.4.1 Durchführung von Vorbereitungs- und Bauarbeiten und Umsetzung geplanter Aktivitäten

In der Bauphase:

- auf die atmosphärische Luft – Beim Betrieb der Motoren von Baumaschinen und im Transportwesen ist beim Aufschütten des Bodens mit Schadstoffemissionen zu rechnen, die die maximal zulässigen Schadstoffkonzentrationen in der atmosphärischen Luft besiedelter Gebiete nicht überschreiten.

- Auswirkungen auf die aquatische Umwelt – unerwartet.

- Auswirkungen auf Flora und Fauna, geschützte Objekte – unerwartet, auf das Pflanzenleben – Es ist notwendig, eine detailliertere Bewertung des Vorhandenseins von Waldplantagen auf dem Gebiet des Standorts für die geplante Aktivität durchzuführen.

- Veränderungen im Klima und Mikroklima – unerwartet.

- Lärm und Vibrationen beim Betrieb von Baumaschinen.

Vom Menschen geschaffene Umwelt – verursacht keine Verletzung der umgebenden vom Menschen geschaffenen Umwelt unter den Bedingungen der umfassenden Einhaltung der Regeln für den Betrieb von Gebäuden, Bauwerken und technologischen Geräten.

Im Einflussbereich des Objekts befinden sich keine Denkmäler der Architektur, Geschichte und Kultur (als Bauobjekte), Erholungsgebiete oder Kulturlandschaften.

Boden- und Landressourcen – Bei der Planung des Objekts wird für die Entwicklung des Bodens gemäß den Anforderungen der geltenden Gesetzgebung und für die Verbesserung des Geländes nach Abschluss der Bauarbeiten gesorgt.

In der operativen Phase:

- auf die atmosphärische Luft – Schadstoffemissionen von Transportmotoren und Spezialgeräten sind zu erwarten;

- auf die Wasserumgebung – Entstehung von Abwasser ist zu erwarten; Eine Wasseraufnahme aus Oberflächen- und Grundwasserquellen sowie die Einleitung von Abwasser in Oberflächengewässer ist nicht vorgesehen;

- Es wird mit einem Anstieg an Industrie- und Haushaltsabfällen gerechnet;

- Lärm und Vibrationen beim Betrieb von technologischen Geräten, Transport;

- Flora und Fauna, geschützte Objekte – unerwartet;

- Klima und Mikroklima – unerwartet;

- vom Menschen geschaffene Umwelt – unter den Bedingungen der umfassenden Einhaltung der Regeln für den Betrieb von Gebäuden, Bauwerken und technologischen Geräten keine Verletzung der umgebenden vom Menschen geschaffenen Umwelt verursacht.

Im Einflussbereich des Objekts befinden sich keine Denkmäler der Architektur, Geschichte und Kultur (als Bauobjekte), Erholungsgebiete oder Kulturlandschaften.

- Boden und Landressourcen – verursacht unter den Bedingungen einer umfassenden Einhaltung der Betriebsregeln des Objekts keine negativen Auswirkungen.

6.4.2 Emissionen und Einleitungen von Schadstoffen, Lärm, Erschütterungen, Licht-, Wärme- und Strahlenbelastungen, Strahlung und anderen Einflussfaktoren sowie die Durchführung von Tätigkeiten im Bereich der Abfallwirtschaft

In der Bauphase:

Auswirkungen auf die atmosphärische Luft – Beim Betrieb der Motoren von Baumaschinen und Transportmitteln ist beim Aufschütten des Bodens mit Schadstoffemissionen zu rechnen, die die Werte der maximal zulässigen Schadstoffkonzentrationen in der atmosphärischen Luft besiedelter

Gebiete nicht überschreiten.

Auswirkungen auf die aquatische Umwelt – unerwartet.

Auswirkungen auf Flora und Fauna, geschützte Objekte – unerwartet.

Veränderungen im Klima und Mikroklima – unerwartet.

Vom Menschen geschaffene Umwelt – unter den Bedingungen der umfassenden Einhaltung der Regeln für den Betrieb von Gebäuden, Bauwerken und technologischen Geräten keine Verletzung der umgebenden vom Menschen geschaffenen Umwelt verursacht.

Im Einflussbereich des Objekts befinden sich keine Denkmäler der Architektur, Geschichte und Kultur (als Bauobjekte), Erholungsgebiete oder Kulturlandschaften.

Boden- und Landressourcen – Die Entwurfsdokumentation sieht die Entwicklung des Bodens gemäß den Anforderungen der geltenden Gesetzgebung und die Verbesserung des Territoriums nach Abschluss der Bauarbeiten vor.

Lärm und Vibrationen beim Betrieb von Baumaschinen.

In der operativen Phase:

- auf die atmosphärische Luft – Schadstoffemissionen von Transportmotoren und Spezialgeräten sind zu erwarten;

- auf die aquatische Umwelt – Es ist mit der Entstehung von Abwasser zu rechnen, eine Wasserentnahme aus Oberflächen- und Grundwasserquellen und eine Einleitung von Abwasser in Oberflächengewässer ist nicht zu erwarten;

- Es wird mit einem Anstieg an Industrie- und Haushaltsabfällen gerechnet;

- Lärm und Vibrationen beim Betrieb von technologischen Geräten, Transport;

- Flora und Fauna, geschützte Objekte – unerwartet;

- Klima und Mikroklima – unerwartet;

- vom Menschen geschaffene Umwelt – unter den Bedingungen der umfassenden Einhaltung der Regeln für den Betrieb von Gebäuden, Bauwerken und technologischen Geräten keine Verletzung der umgebenden vom Menschen geschaffenen Umwelt verursacht.

6.4.3 Risiken für die menschliche Gesundheit, Kulturerbestätten und die Umwelt, auch aufgrund möglicher Notsituationen

Unter Berücksichtigung der Lage des MBB-Komplexes, der vorherrschenden Windrichtung, der Einhaltung der Kompostierungstechnologie, der Umsetzung der baulichen und technologischen Anforderungen des Projekts und der behördlichen Empfehlungen besteht kein negativer Einfluss der geplanten Tätigkeit auf die soziale und vom Menschen geschaffene Umwelt erwartet.

Stattdessen werden positive Auswirkungen aus folgenden Gründen erwartet: Minimierung der Umweltverschmutzung und Reduzierung der Menge an Hausmüll, die auf Hausmülldeponien anfällt, Verringerung der vom Menschen verursachten Belastung der Hausmülldeponie, Sicherstellung der Entwicklung überdachter Siedlungen, Entwicklung der lokalen Infrastruktur für die Abfallbewirtschaftung, Verringerung der sozialen Spannungen aufgrund begrenzter Grundstücke für die Schaffung neuer Hausmülldeponien in Unterkarpatien. Die geplante Aktivität wird durch die Zahlung von Steuern an die lokalen Haushalte und die Schaffung neuer Arbeitsplätze zur Verbesserung der allgemeinen sozioökonomischen Situation beitragen.

6.4.4 Kumulative Auswirkungen anderer bestehender Einrichtungen, geplanter Aktivitäten und Einrichtungen, für die eine Entscheidung zur Durchführung der geplanten Aktivität getroffen wurde, unter Berücksichtigung aller bestehenden Umweltprobleme im Zusammenhang mit Gebieten von besonderer Umweltbedeutung, die betroffen sein können oder welche natürlichen Ressourcen genutzt werden können

Die Wahrscheinlichkeit, dass die Umsetzung des Projekts zu solchen möglichen Auswirkungen auf die Umwelt oder die menschliche Gesundheit führt, die an sich unbedeutend sind, aber insgesamt erhebliche (kumulative) Auswirkungen auf die Umwelt haben, ist unbedeutend.

6.4.5 Die Auswirkungen der geplanten Aktivität auf das Klima, einschließlich der Art und des Ausmaßes der Treibhausgasemissionen sowie der Empfindlichkeit der Aktivität gegenüber dem Klimawandel

Auswirkungen der geplanten Tätigkeit (während Bau und Betrieb) auf das Klima und Mikroklima – beeinflusst nicht.

6.5 Zusammenfassung der Beschreibung und Bewertung der möglichen Auswirkungen der geplanten Aktivitäten des MBB-Komplexes auf die Umwelt

Während des Betriebs des MBB-Komplexes sind verschiedene Risiken einer Beeinträchtigung der umgebenden natürlichen Umwelt möglich. Auf dieser Grundlage wurde eine allgemeine Einschätzung der Art und Menge der zu erwartenden Abfälle, Emissionen (Einleitungen), Wasser-, Luft-, Boden- und Untergrundverschmutzung, Lärm-, Vibrations-, Licht-, Wärme- und Strahlenbelastung infolge der geplanten Tätigkeit erstellt „Methodik zur Entwicklung einer Umweltverträglichkeitsprüfung natürliche Umgebung für Anlagen zur Entsorgung fester Haushaltsabfälle“⁵³ (genehmigt durch Verordnung des Ministeriums für Bauwesen, Architektur, Wohnungswesen und kommunale Dienstleistungen der Ukraine vom 10. Januar 2006 Nr. 8) und in der Tabelle 6.4 dargestellt.

Tabelle 6.4 – Folgenabschätzung (Abfälle, Emissionen (Einleitungen), Wasser-, Luft-, Boden- und Untergrundverschmutzung, Lärm, Vibration, Licht, Hitze und Strahlenbelastung durch Tätigkeiten) nach Art und Umfang

Einflussrichtung	Auswirkungen auf die Eigenschaften
Abfall	In den MBB-Komplex sollte nur Hausmüll gelangen (alle technologischen Optionen). Das Eindringen gefährlicher, medizinischer und industrieller Abfälle kann die Qualität des Produkts und die Effizienz des technologischen Zyklus des Komplexes beeinträchtigen und eine Gefahr für das Personal darstellen. Entsprechend der morphologischen Zusammensetzung des städtischen Hausmülls dürfen nicht mehr als 2 Masse-% gefährlicher, medizinischer oder industrieller Abfälle in den MBB-Komplex gelangen. Im Falle der Entdeckung und Identifizierung gefährlicher Abfälle während der Arbeit müssen Maßnahmen zu deren Beseitigung und Entsorgung gemäß den Anforderungen der geltenden Gesetzgebung der Ukraine ergriffen werden
Oberfläche und Grundwasser	Der Betrieb des MBB-Komplexes kann während des technologischen Betriebs zu unkontrollierten Schadstoffaustritten führen. Das aus „neuem“ Hausmüll erzeugte Filtrat zeichnet sich durch einen hohen CSB-Gehalt von über 10.000 mgO ₂ /l und eine hohe Konzentration an Schwermetallen aus. Der Salzgehalt des „jungen“ Filtrats erreicht 5-15 g/l. Sickerwasser stellt eine ernsthafte Bedrohung für Oberflächen- und Grundwasserressourcen dar, in vielen Fällen mit unsichtbaren Langzeitfolgen. Obwohl die Mengen an Sickerwasser im Vergleich zu kommunalem Abwasser deutlich geringer sind, stellen ihre Toxizität und Konzentration aufgrund der möglichen Verunreinigung von Trinkwasserquellen eine ernsthafte Gefahr für die menschliche Gesundheit und die Umwelt dar.

⁵³ <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0008667-06#Text>

Einflussrichtung	Auswirkungen auf die Eigenschaften
	<p>Das bauliche und technologische Konzept des Komplexes minimiert diese Risiken. Es wurden technische Entscheidungen hinsichtlich der Sammlung von Sickerwasserlecks und deren Weiterleitung an örtliche Aufbereitungsanlagen getroffen.</p> <p>Durch die Einhaltung technologischer Anforderungen ist es möglich, Lecks zu kontrollieren</p>
Boden und Untergrund	<p>Der Betrieb des MBB-Komplexes, der gemäß den Anforderungen des aktuellen SBO durchgeführt wird, stellt keine Gefahr für den Untergrund dar</p>
Atmosphärische Luft	<p>Bei der Arbeit und Bewegung von Geräten können folgende Schadstoffe entstehen: Distickstoffoxid, Kohlenmonoxid, Stoffe in Form von suspendierten Feststoffpartikeln (Mikropartikel und Fasern), Methan, Kohlendioxid, Stickstoffdioxid. Derzeit werden diese Stoffe nach den Ergebnissen labortechnischer Untersuchungen in geringen Mengen produziert, ohne die MPC-Normen zu überschreiten.</p> <p>Durch die Einhaltung technischer Vorschriften ist es möglich, den Schadstoffgehalt zu beeinflussen</p>
Akustische Wirkung	<p>Während der Arbeit sind stationäre und technologische Geräte, Maschinen und Mechanismen Quellen akustischer Verschmutzung. Um die Auswirkungen der Lärmbelastigung auf die Mitarbeiter des Komplexes zu minimieren, ist es notwendig, bei der Arbeit in einem Unternehmen mit Lärmbelastigung Arbeitsschutzmaßnahmen zu beachten.</p> <p>Während des Betriebs des MBB-Komplexes wird der technische Lärmpegel an der Grenze der Sanitärerschutzzone 75 dB nicht überschreiten</p>
Licht-, Wärme- und Strahlenbelastung	<p>Vereinzelt sind Fälle möglich, in denen radioaktiv kontaminierte Haushaltsgegenstände auf den MBB-Komplex fallen. Dabei kann es sich um Haushaltsgegenstände aus Krankenhäusern handeln, die Strahlung zu therapeutischen Zwecken einsetzen. Um solche Fälle auszuschließen, sollten im Kontrollbereich der Deponie Geräte zur Strahlungskontrolle von Müllfahrzeugen gemäß den Anforderungen der SBO B.2.4-2-2005 installiert werden.</p> <p>Ein Müllwagen, der die Strahlenschutznormen nicht erfüllt, wird zu einem separaten Standort gebracht und entladen. Es wird nach kontaminiertem Abfall gesucht, der von Sonderdiensten zur Dekontamination abtransportiert wird.</p>
Flora und Fauna	<p>Auswirkungen auf die lokale Fauna und Flora sind nicht zu erwarten</p>
Technologische Risiken/Unfälle, die Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen haben können	<p>Da bei der Verarbeitung gemischter Hausabfälle eine Biogasbildung einhergeht, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit einer Selbstentzündung des Abfalls nach 3 Tagen Exposition. Daher sollte die Möglichkeit spontaner Brände in der warmen Jahreszeit berücksichtigt werden. Um diese Auswirkungen zu bewältigen, ist es notwendig, die Verfügbarkeit einer ausreichenden Anzahl von Wasserbehältern und Feuerlöschgeräten auf dem Gelände des MBB-Komplexes sicherzustellen, eine detaillierte Schulung der Arbeitnehmer im Brandschutz bereitzustellen, den Zugang zum Arbeitsbereich einzuschränken und Arbeitnehmer mit geeigneter Schutzausrüstung (insbesondere Methankonzentrationsdetektoren</p>

Einflussrichtung	Auswirkungen auf die Eigenschaften
	etc.) bereitzustellen. Die Mitarbeiter des Komplexes müssen sich strikt an die Betriebsregeln der Sortier- und Verarbeitungsanlagen für Hausmüll und die technologischen Vorschriften des Unternehmens halten
Epidemiologische Auswirkungen auf die Bevölkerung	<p>Der MBB-Komplex stellt eine indirekte Bedrohung für die epidemiologische Situation dar. Hausmüll kann eine direkte Bedrohung für die Arbeitnehmer des Unternehmens darstellen und eine Quelle gefährlicher Infektionen durch einheimische Tiere wie Hunde, Nagetiere, Vögel usw. sein.</p> <p>Um diesen Einfluss zu bewältigen, ist es notwendig, die technologischen Vorschriften des Unternehmens sorgfältig zu befolgen. Bei der Ausfahrt müssen Spezialfahrzeuge eine Stelle zum Waschen von Rädern und Karosserien passieren. Um Vögel abzuschrecken, sind spezielle akustische und bioakustische Geräte installiert. Die Mitarbeiter des Komplexes müssen mit persönlicher Schutzausrüstung ausgestattet und in die Sicherheitsregeln beim Umgang mit Hausmüll eingewiesen sein</p>

SCHLUSSFOLGERUNGEN ZUM TEIL I

Basierend auf den Ergebnissen der Stufe I der Studie „Technische Machbarkeitsbewertung, Finanzanalyse und Machbarkeitsstudie des Systems zur getrennten Sammlung von Sekundärrohstoffen“, Teil I „Entwicklung der Machbarkeitsstudie für die getrennte Sammlung von Sekundärrohstoffen in der Stadt Uschhorod“ wurde folgendes erhalten:

1) **Die Analyse der internationalen und inländischen Erfahrungen bei der Entsorgung von Hausmüll und die Analyse der bestehenden Praktiken der getrennten Sammlung von Abfällen und der Methoden ihrer Verarbeitung in der Ukraine** zeigten die bestehenden Vor- und Nachteile in dieser Angelegenheit auf und ermöglichten die Feststellung, dass die Technologien der Lagerung von Hausmüll auf Deponien (die am wenigsten effiziente Methode der Abfallbewirtschaftung) und die Müllverbrennung (eine weniger verbreitete Methode) in der Ukraine am weitesten verbreitet war. Die in den EU-Ländern am häufigsten verwendeten Methoden sind Kompostierung, mechanisch-biologische Behandlung und Verbrennung von Abfällen.

Darüber hinaus ergänzen sich im europäischen Abfallwirtschaftssystem verschiedene technologische Fähigkeiten und Verarbeitungsprozesse optimal, was letztendlich zu einer effektiven Abfallwirtschaft führt. Daher sind die Erfahrungen der EU mit der Weigerung, Hausmüll auf Mülldeponien zu vergraben, und dem Einsatz neuer Methoden und Praktiken der Abfallbewirtschaftung für die Ukraine durchaus relevant. In der Anfangsphase der Entwicklung des Abfallmanagementsystems und seines effektiven Betriebs ist es ratsam, die Erfahrungen mit der getrennten Sammlung und Sortierung von Abfällen zu übernehmen, die Methoden und Praktiken schrittweise anzupassen und zu verbessern und ein eigenes Abfallmanagementsystem entsprechend den bestehenden Merkmale des Territoriums der Ukraine zu entwickeln.

Einer der wichtigsten Prozesse im vorgeschlagenen Konzept des Umgangs mit Hausmüll ist die Sortierung durch die Einführung eines Systems der getrennten Sammlung von Hausmüll in der gesamten Stadt, einschließlich wertvolle recycelbare Bestandteile (Papier, Pappe, Glas, Polymermaterialien, Metalle). Die Organisation der getrennten Sammlung von Hausmüll ist eine der vielversprechendsten Möglichkeiten, das Problem des Hausmülls zu lösen. Auf der Grundlage der verfügbaren Ausgangsdaten und der örtlichen Gegebenheiten ist in der Stadt Uschhorod die Schaffung und Entwicklung der wichtigsten Infrastruktureinrichtungen des Hausmüllsammelsystems geplant, die Folgendes umfassen: spezialisierte Sammelstellen für kommunale Abfälle; ein Containersystem für die getrennte Sammlung von Hausmüll (ressourcenwertvolle Bestandteile) und ein Containersystem für die Sammlung von gemischtem Hausmüll (einschließlich unterirdischer Container). Darüber hinaus ist im Einklang mit der Nationalen Abfallwirtschaftsstrategie in der Ukraine bis 2030 die Schaffung eines Netzes von Sammelstellen für die Wiederverwendung von Möbeln, Haushaltsgeräten, Kleidung und anderen gebrauchten Gütern sowie von Abfallsammelstellen für deren Reparatur (hauptsächlich WEEE) vorgesehen. Unter Berücksichtigung der Lage der unterirdischen Netze in der Stadt Uschhorod wurden **Möglichkeiten/Optionen für die Installation von Containerstandorten geschlossener Bauart und mit unterirdischen Containern analysiert. Ihr voraussichtlicher Arbeitsaufwand wurde ermittelt.**

2) Derzeit kann die Umsetzung von Projekten, die auf verschiedenen Optionen zur Behandlung von Hausmüll, einschließlich mechanischer und biologischer Behandlung, basieren, in der Ukraine und in ausgewählten Regionen mit einer Reihe von Risiken verbunden sein, die zu einer Verzögerung oder einem vollständigen Stopp der Projektdurchführung führen. Daher wurde das Thema im Zusammenhang mit der Bildung einer Sicherheitsgrundlage für die Umsetzung von Abfallbewirtschaftungsprojekten auf staatlicher, wirtschaftlicher, sozialer und technologischer Ebene im Rahmen der Durchführung einer faktoriellen PEST-Analyse betrachtet. Basierend auf den Ergebnissen der Analyse wurden **die Hauptrisiken bei der Umsetzung von Projekten zum Bau (Platzierung) der Verarbeitungs- (Sortier-) Anlage für Sekundärrohstoffe** (einschließlich verschiedener technologischer Optionen) ermittelt. Um ein effektives Unternehmensmanagement zu

etablieren, wird die Implementierung des ISO 31000 „Unternehmensrisikomanagementsystem (Enterprise Risk Management System)“ empfohlen.

3) **Untersuchung der Möglichkeit der Umsetzung des Bauprojekts einer Anlage zur Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen für die Stadt Uschhorod** durch Durchführung einer multifaktoriellen Analyse verschiedener technologischer Optionen zur Abfallbehandlung, Bewertung verschiedener Abfallbehandlungstechnologien und der gemittelten morphologischen Zusammensetzung Hausmüll für die Stadt Uschhorod wurde festgestellt, dass die akzeptabelste technologische Option gemäß den festgelegten Kriterien unter den Bedingungen der Stadt die Einführung einer mechanischen und biologischen Abfallbehandlung ist. Die Umsetzung des Baus des MBB-Komplexes wird es ermöglichen, die Menge der extrahierten ressourcenschonenden Bestandteile des Hausmülls zu erhöhen und Sekundärrohstoffe von besserer Qualität zu gewinnen.

4) Die folgenden 3 Optionen gelten als die wichtigsten **technologischen Schemata verschiedener Optionen für den Betrieb des Objekts der Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen für die Stadt Uschhorod**:

- A) Sortierung von Hausmüll mit Gewinnung von Sekundärrohstoffen; Gewinnung alternativer Brennstoffe RDF/SRF (bis zu 30 % der Gesamtmasse des Abfalls), Kompostierung von Bioabfällen (bis zu 40 % der Gesamtmasse) und Deponierung von unsortierten Rückständen und Inertabfällen (Option Nr. 1);
- B) Sortierung von Hausmüll mit Gewinnung von Sekundärrohstoffen; anaerobe Vergärung von Bioabfällen zur Gewinnung von Biogas (bis zu 40 % der Gesamtmasse); Deponierung von unsortierten Rückständen und Inertabfällen (Option Nr. 2);
- C) Sortierung von Hausmüll mit Gewinnung von Sekundärrohstoffen; Stabilisierung von Bioabfällen (bis zu 40 % der Gesamtmasse) und Deponierung unsortierter Reststoffe und Inertabfälle (Option Nr. 3).

5) Es wird **ein Schema für den Standort der geplanten Objekte und Strukturen der Verarbeitungs- (Sortier-) Anlage für Sekundärrohstoffe (MBB-Komplex) für die Stadt Uschhorod** auf dem ausgewählten Standort bereitgestellt. Es empfiehlt sich, eine Zuordnung der Bauabschnitte vorzusehen. Die erste Phase ist der Bau einer Müllsortieranlage, die zweite Phase ist der Bau einer Bioabfall-Kompostierungsanlage.

6) Für 3 grundlegende technologische Schemata verschiedener Optionen für den Betrieb des Objekts der Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen für die Stadt Uschhorod, **konsolidierte Schätzungen der Kosten ihrer Umsetzung - Bau (Standort) des Objekts der Verarbeitung (Sortierung) an Sekundärrohstoffen** (entsprechend den Möglichkeiten zur Fertigstellung des MBB-Komplexes) gewonnen:

- A) Bioabfallkompostierung (Kompostproduktion) (Option Nr. 1).
- B) Anaerobe Vergärung von Bioabfällen (Erzeugung von Biogas und dessen Nutzung in einem Blockheizkraftwerk) (Option Nr. 2).
- C) Stabilisierung von Bioabfällen (Annahme von Inertabfällen) (Option Nr. 3).

7) Nach den Ergebnissen **der Bewertung der Umweltauswirkungen verschiedener Projekte zum Bau einer Anlage zur Verarbeitung (Sortierung) von Sekundärrohstoffen in der Stadt Uschhorod** wurde festgestellt, dass während des Betriebs des MBB-Komplexes verschiedene Risiken der Auswirkungen auf die Umwelt möglich sind. Es erfolgt eine allgemeine Einschätzung der Art und Menge der zu erwartenden Abfälle, Emissionen (Einleitungen), Wasser-, Luft-, Boden- und Untergrundverschmutzung, Lärm-, Vibrations-, Licht-, Wärme- und Strahlenbelastung infolge der geplanten Tätigkeit.

TEIL II.
**MACHBARKEITSSTUDIE DER AM BESTEN GEEIGNETEN TECHNISCHEN
LÖSUNG FÜR DEN UMGANG MIT ORGANISCHEN ABFÄLLEN,
SORTIERTEN KOMMUNALEN UND GEWERBLICHEN GRÜNABFÄLLEN
IN DER STADT USCHHOROD**

ABSCHNITT I. ANALYSE TECHNISCHER LÖSUNGEN ZUR BIOABFALL- VERWALTUNG

1.1 Implementierung eines Bioabfallmanagementsystems (kommunale und gewerbliche Abfälle aus Grünflächen und andere biologisch abbaubare Abfälle)

Das System zum Umgang mit städtischen und gewerblichen Bioabfällen, einschließlich Abfällen aus Grünflächen und anderen biologisch abbaubaren Abfällen, umfasst eine Reihe von Maßnahmen für deren Sammlung, Transport und Verarbeitung (Verwertung und Entsorgung) in den geschaffenen Abfallbehandlungsanlagen.

Die Auswahl technischer Lösungen für die Bioabfallwirtschaft (Sammlung, Transport und Verarbeitung) hängt von vielen Faktoren ab und sollte je nach örtlichen Gegebenheiten nach mehreren Kriterien erfolgen (unter Berücksichtigung der natürlichen und klimatischen Bedingungen, des hygienischen Zustands und der quantitativen und qualitativen Parameter der Bioabfallbestandteile, der hygienischen und hygienischen Anforderungen, der Anforderungen für die Verwendung des Endprodukts, der technischen Möglichkeiten der Abfallbehandlungsanlagen usw.). Darüber hinaus sollten Technologien eine positive Umsetzungserfahrung aufweisen, die eine effiziente und wirtschaftlich sinnvolle Bewirtschaftung von Bioabfällen gewährleistet.

Für eine qualitativ hochwertige Vorbereitung zur Verarbeitung sollten Bioabfälle nicht mit anderen Abfallarten oder Materialien mit anderen Eigenschaften vermischt, also getrennt gesammelt werden. Die getrennte Sammlung von Bioabfällen (Kommunal- und Gewerbeabfälle aus Grünanlagen und andere biologisch abbaubare Abfälle) sollte vor der Verarbeitungsstufe erfolgen, was zusätzlich zur Effizienz des gesamten nachfolgenden Verarbeitungsprozesses beiträgt.

Modelle der getrennten Sammlung von Haushaltsabfällen, einschließlich Bioabfällen, werden in Abhängigkeit vom akzeptierten Modell der Abfallbewirtschaftung erstellt, das durch den regionalen Abfallbewirtschaftungsplan in der Region festgelegt wird. Für die getrennte Sammlung von Hausmüll und deren Umsetzung gelten die Bestimmungen „Methoden der getrennten Sammlung von Hausmüll“⁵⁴.

Die Schaffung der Voraussetzungen für die getrennte Sammlung von Bioabfällen und deren Umsetzung erfolgt in den folgenden Schritten:

- Bestimmung des Umfangs der Abfallentsorgungsdienstleistungen;
- Durchführung von Berechnungen des durchschnittlichen täglichen und durchschnittlichen jährlichen Aufkommens von Bioabfällen in der Zusammensetzung von Industrieabfällen, um die voraussichtlichen Mengen der Rohstoffgewinnung nach ihrer Verarbeitung zu bestimmen;
- Ermittlung der Verbraucher von aus Bioabfällen gewonnenen Rohstoffen und/oder Begründung der Notwendigkeit des Baus spezieller Anlagen zur Verarbeitung von Bioabfällen zur Gewinnung von Rohstoffen;
- Ermittlung der Anforderungen der Rohstoffverbraucher an die Qualität von Bioabfällen und die Kosten für deren Annahme zur Verarbeitung;
- Auswahl eines technologischen Schemas für die getrennte Sammlung von Bioabfällen;
- Auswahl der Typen und Berechnung der Anzahl der Behälter für die Sammlung von Bioabfällen, Kauf von Behältern;
- Auswahl eines rationalen Schemas für den Standort von Containern und Bau von Containerstandorten;
- Bestimmung des Systems und der Art des Transports von Bioabfällen;
- Auswahl der Typen und Anzahl speziell ausgestatteter Fahrzeuge für den Transport von Bioabfällen.

⁵⁴ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1157-11#Text>

Die getrennte Sammlung wird stufenweise umgesetzt, insbesondere in der ersten Phase – durch die Durchführung von Experimenten zur getrennten Sammlung von Bioabfällen in einzelnen Bereichen der Siedlung unter Verwendung verschiedener technologischer Schemata, um die für diese Siedlung am effektivsten und akzeptabelsten zu ermitteln. Es ist wichtig, ständig darauf zu achten, dass das richtige Aussehen erhalten bleibt und der ordnungsgemäße hygienische und technische Zustand der Containerstandorte und der darauf platzierten Container erhalten bleibt.

Angesichts der Bedeutung der Trennung von Bioabfällen vom Gesamtvolumen des Haushaltsabfalls für die Weiterverarbeitung sollte der Transport von Bioabfällen zur Behandlungsanlage mit speziell ausgestatteten Fahrzeugen erfolgen, für die ein System der organisierten getrennten Entsorgung von Bioabfällen erforderlich ist.

Die Behandlung von Bioabfällen besteht in der Verwertung und/oder Beseitigung (einschließlich Aufbereitung) und hängt vom anerkannten technischen Schema der Sammlung von Bioabfällen ab. Die Verwertung/Beseitigung von Bioabfällen erfolgt in Abfallbehandlungsanlagen gemäß der anerkannten Verarbeitungstechnologie (Listen der Vorgänge zur Verwertung/Beseitigung von Bioabfällen finden Sie im Gesetz der Ukraine „Über die Abfallbewirtschaftung“). Eine Wiederherstellung/Entsorgung der vorhandenen Mengen an Bioabfällen, die in der Siedlung anfallen, ist nur möglich, wenn Produktionskapazitäten für deren Verarbeitung vorhanden sind.

Derzeit ist der häufigste Vorgang in der Ukraine zur Beseitigung von kommunalem und gewerblichem Bioabfall, einschließlich Abfällen aus Grünflächen und anderen biologisch abbaubaren Abfällen, die Endlagerung auf Deponien für Hausmüll, ohne zu verarbeiten. Bioabfälle fallen regelmäßig vom Frühjahr bis zum Spätherbst an und werden direkt am Entstehungsort gesammelt. Sie stellen eine der Hauptfraktionen des Hausmülls dar und machen einen erheblichen Teil der Gesamtmenge des erzeugten Hausmülls aus. Daher wird der ordnungsgemäße Umgang mit ihnen große Möglichkeiten für ihre Wiederverwendung schaffen und auch ihre Masse auf Mülldeponien erheblich reduzieren. Die Umsetzung eines Systems zur Bewirtschaftung von Bioabfällen unter Einsatz der besten Technologien und entsprechend den am besten geeigneten technischen Lösungen ist aus ökologischer und ökonomischer Sicht sowie zur Erreichung angemessener Grenzen zur Begrenzung ihrer Lagerung und Ansammlung von großer Bedeutung. Dadurch werden bestehende Probleme und Bedrohungen im Zusammenhang mit Hausmüll teilweise gelöst.

1.2 Wahl der Bioabfallbehandlungsmethode

Derzeit werden zur Behandlung von Bioabfällen biologische, thermische, chemische, mechanische und gemischte Verfahren eingesetzt. Angesichts der Notwendigkeit, die Umwelt- und Energiesicherheit zu gewährleisten, ist der Einsatz der biologischen Verarbeitung von Bioabfällen zur Gewinnung nützlicher Produkte (Kompost und Biogas) besonders relevant.

Angesichts des großen Anteils von Bioabfällen in der Zusammensetzung des Hausmülls, einschließlich getrennt gesammelter Siedlungs- und Gewerbeabfälle aus Grünflächen und eines Teils der Bioabfälle aus gemischtem Hausmüll, ist der Einsatz biologischer Behandlungsmethoden (aerobe Kompostierung und anaerobe Fermentation) eine der vorrangigen Richtungen bei der Entwicklung des Bereichs Bioabfallmanagement in der Stadt Uschhorod. Dadurch ist es möglich, das Abfallvolumen bei der Gewinnung von Zielprodukten (einschließlich der Rückführung eines Teils der organischen Materialien zur Wiederverwendung) zu reduzieren und die Menge des auf Hausmülldeponien zu entsorgenden Abfalls deutlich zu reduzieren.

Ab dem Jahr 2023 ist der Einsatz der Technologie der anaeroben Bioabfallvergärung für die Bedingungen der Stadt Uschhorod, basierend auf der Analyse der Merkmale der gängigsten Bioabfallverarbeitungsmethoden, der verfügbaren Menge an Aufkommen und der Zusammensetzung von Bioabfallbestandteilen in der Stadt Uschhorod, aufgrund besonderer Anforderungen an den Betrieb der Anlagen und hoher Kosten für die Umsetzung und den weiteren Betrieb unpraktisch. 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 es möglich, die Methode der anaeroben Vergärung von Bioabfällen einzuführen, die eine erneuerbare Energiequelle darstellt.

Somit ist die optimale Methode zur Handhabung getrennt gesammelter Bioabfälle (kommunale und gewerbliche Abfälle aus Grünflächen und biologisch abbaubare Abfälle), die die Eigenschaft haben, einer anaeroben oder aeroben Zersetzung zu unterliegen, für die Umsetzung in der Stadt Uschhorod einfacher, aber mit größerer Compliance die Anforderungen Umweltsicherheit und mit den niedrigsten Kapitalinvestitionen und Betriebskosten im Vergleich zu alternativen Methoden der Abfallbehandlung (Müllverbrennung, anaerobe Fermentation, Deponierung von Hausmüll) – die Kompostierungsmethode. Wenn die Entsorgung auf Deponien 50-100 Jahre dauert, dauert die Kompostierung je nach klimatischen Bedingungen 6-18 Monate. 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 werden kann, getrennt gesammeltes Material erforderlich ist, um eine Kontamination des Endprodukts zu vermeiden. Die einfachste Möglichkeit zur Kompostierung ist der Einsatz von Einzelkompostern in den Innenhöfen einzelner Gebäude in der Stadt (Privathäuser).

In der Anfangsphase der Umsetzung des Bioabfallmanagementsystems in der Stadt Uschhorod, ihre Behandlung kann mit einer relativ einfachen technischen Lösung begonnen werden, beispielsweise mit einer zentralen Kompostierung von kommunalen und gewerblichen getrennt gesammelten Grünabfällen (Abfälle aus Landschaftsbau, Gärten usw.) und ähnlichen Abfällen, die nur eine minimale Vorbehandlung erfordern. Dadurch entsteht hochwertiger Kompost, der als Bodenverbesserer für landwirtschaftliche und andere Zwecke verwendet werden kann. Darüber hinaus haben einige Bewohner einzelner Gebäude in der Stadt Uschhorod (private Häuser) mit Grundstück die Möglichkeit, die Lagerung (Kompostierung) von Abfällen aus Grünflächen (abgefallene Blätter, gemähtes Gras und Äste nach dem Baumschnitt im Herbst und Frühling) in ihren eigenen Höfen zu 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 und gleichzeitiger intensiver Informationsarbeit mit der Bevölkerung.

1.3 Grundlagen des Bioabfall-Kompostierungsprozesses

1.3.1 Aufbereitung von Bioabfällen zur Kompostierung

In der Kompostierstation angelieferter Bioabfall befindet sich in der Regel in einem Zustand, der für die direkte Kompostierung nicht geeignet ist. Geschnittene Äste und Sträucher, Holz, Schnittgut, Baumstumpf- und Stammschnitt sowie Gras, Heu und Laub sollten vor der Einbringung in den Kompostbehälter zerkleinert werden, um eine optimale Zersetzung zu gewährleisten.

Für solche Arbeiten werden viele Geräte verwendet, die wichtigsten zwei Arten: Hochgeschwindigkeitsmaschinen – Schredder oder Brecher (Hammerbrecher, Hammermühle, Schneidmühlen usw.) und langsame Maschinen (Ein- oder Zweiwalzenbrecher, Schneckenmühlen, usw.).

Üblicherweise wird der Bioabfall vor der Kompostierung beim Entladen durch ein integriertes Sieb geleitet, so dass das Ausgangsprodukt eine bestimmte Partikelgröße im Bereich von 150–500 mm aufweist. Solches Material ist in der Regel sehr faserig und verfügt über frisch gebrochene Oberflächen, an die sich Mikroorganismen leicht anpassen können.

1.3.2 Management des Bioabfallzersetzungprozesses

Belüftung von Kompostmieten mit Sauerstoff

Kompostmieten, die nicht mit Kohlendioxid gesättigt sind, sollten Zugang zu Frischluft haben, die zwischen den Wendevorgängen innerhalb der Miete verteilt werden sollte. In den Mieten, die nicht mit Kohlendioxid gesättigt sind, ist das richtige Verhältnis von Querschnitt und Materialmischung (insbesondere auf das Volumen der Lufthohlräume, die Temperatur und die kontrollierte Sauerstoffbelüftung) wichtig, das die Aktivität des aeroben Prozesses in der Seite gewährleistet.

Durch ein zusätzliches Belüftungssystem kann zusätzlich zum regelmäßigen Umkippen eine ausreichende Sauerstoffversorgung optimiert werden.

Durch die künstliche Belüftung von Kompostmieten können Sie diese in größeren Größen anlegen und so die Fläche wirtschaftlich nutzen. Für einen garantiert aktiven aeroben Prozess werden in den Mieten unterschiedliche Belüftungsmethoden eingesetzt (positiver oder negativer Belüftungsdruck, temperatur- oder sauerstoffgesteuerte Belüftung usw.).

Feuchtigkeitsgehalt von Kompostmieten

Die Bewässerung gewährleistet die Aufrechterhaltung eines optimalen Feuchtigkeitsniveaus und die Verstärkung des Zersetzungsprozesses von Bioabfällen. Die Bewässerung kann manuell oder automatisch direkt beim Wenden erfolgen, was eine effizientere Methode ist. Feuchtigkeit verteilt sich seitlich über das gesamte Material. Die Bewässerung fester dreieckigen Mieten muss begrenzt werden, da das Wasser nur bis zu einer bestimmten Tiefe der Miete eindringt.

Kompostmieten umdrehen

Während des Zersetzungsprozesses verändert sich das Luft-Wasser-Boden-Verhältnis in Komposthaufen aufgrund mikrobieller Zersetzung und einer Reihe natürlicher Ursachen. Es treten lokale Veränderungen in der Struktur und Verteilung der Feuchtigkeit im Komposthaufen auf. Durch das große Gewicht des darüber liegenden Materials wird die untere Schicht der Miete verdichtet, überschüssige Feuchtigkeit sammelt sich an der Unterseite der Miete. Um konstante und gleichmäßige Zersetzungsbedingungen auf der gesamten Miete zu gewährleisten, ist es notwendig und wichtig, diese regelmäßig zu wenden. Ein Beispiel für den Einsatz einer Maschine zum Mietendrehen ist in Abb. 1.1 dargestellt.



Abbildung 1.1 – Der Betrieb der Maschine zum Wenden von Kompostmieten
(Quelle: <https://tehnix.hr/en/>)

Durch das Umkippen wird die Verdichtung des Materials geschwächt, wodurch Sauerstoff in der Miete eindringen kann. Gleichzeitig wird die Aktivität von Mikroorganismen angeregt, wodurch die Temperatur steigt. Das Eindringen einer neuen Sauerstoffdosis in die Miete verhindert das Auftreten einer anaeroben Zone und von Geruch. Bei der Inversion werden die Trocken- und Nasszonen vermischt und die Luftfeuchtigkeit ausgeglichen.

Regelmäßiges Umwälzen in der Phase der intensiven Zersetzung sorgt dafür, dass sich beim Mischen der Innen- und Außenzone der Seite alle Partikel lange genug im Zentrum des Haufens befinden und hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Dies gewährleistet eine Desinfektion und Zerstörung von Pflanzensamen.

Das Wenden sorgt zudem für eine höhere Homogenität und Qualität des Komposts. Aufgrund der Homogenität des Materials verringert sich die Siebmenge und die Kompostmenge steigt.

Das Wenden von Komposthaufen wird durch den Zersetzungsprozess und den Grad der Verdichtung des Haufens gesteuert. Bei der Zersetzung wird der Bioabfall mineralisiert, sein Volumen und sein Gewicht verändern sich. Praktisch nimmt die Größe und das Volumen der Poren seitlich ab, wodurch die Sauerstoffsättigung abnimmt, was sich negativ auf das Lebensumfeld der aeroben Mikroorganismen auswirkt und deren Aktivität hemmt. Während der Stagnation sinkt die Temperatur.

Spätestens wenn die Temperatur im Tagesverlauf auf 5°C sinkt, sollte die Miete gewendet werden.

Die Anzahl der Umdrehungen der Miete hängt von der Art des verwendeten Materials, seiner Strukturstabilität, der gewählten Größe der Miete, der Sedimentation der Miete und dem Zersetzungszustand des Bioabfalls ab. Um die Notwendigkeit des Umdrehens zu bestimmen, wird daher Folgendes verwendet:

- Stadium intensiver Zersetzung – die Miete wird 2-3 Mal pro Woche gewendet;
- Reifestadium des Komposts – die Miete wird 1-2 Mal pro Woche gewendet.

Um eine konstante Luftfeuchtigkeit in der Kompostmiete aufrechtzuerhalten, empfiehlt es sich, die Miete abzudecken, um die Einwirkung von Regen, Wind, Sonne und Hitze zu vermeiden. Hierzu werden spezielle Kompostiermembranen oder lichtdurchlässige Folien verwendet.

Das Abdecken der Miete kann für die Aufrechterhaltung eines hohen Dampflevels und die Freisetzung organoleptischer Gase von Vorteil sein, deren Menge mit der Zeit nach der Inversion zunimmt.

1.3.3 Veredelung des fertigen Komposts

Sieben ist notwendig, um fertigen Kompost oder aus Kompost hergestellte Böden und Substrate zu veredeln.

Siebung

Im Allgemeinen ist der resultierende Kompost nicht sofort nach der Zersetzung verkaufsfertig. Es muss gesiebt werden, um die erforderliche Partikelgröße der Charge oder nach Wunsch des Käufers zu erhalten. Zu diesem Zweck gibt es verschiedene Siebung-Geräte (Tabelle 1.1).

Tabelle 1.1 – Liste der zum Sieben von Kompost verwendeten Geräte und deren Anwendungen

Gerätetyp	Anwendung
Vibrationssieb	Trockener Kompost, Steine und Erde, Kies, Sand
Trommelsieb	Kompost mit normaler Luftfeuchtigkeit, Erde, Sand, Kies, verschiedene Abfälle
Sieb „Stern“	Normalerweise feuchter und nicht feuchter Kompost, Rinde, Torf, Erde
Trommelscheibe	Nasser Kompost, Erde, verschiedene Abfälle
Rotationsdurchlaufsieb	Nasser Kompost, nasser Abfall

Schadstoffabscheidung

Freisetzung von Luft

Bei der Luftzerlegung, der sogenannten Luftstromtrennung, handelt es sich um ein mechanisches Sortierverfahren mit Luftstrom. Je nach Form und Größe der einzelnen Partikel wird das Sortiergut in zwei oder mehrere Fraktionen aufgeteilt.

Luftabscheider werden je nach Richtung des Luftstroms in drei Gruppen eingeteilt: Querstromabscheider (Luft strömt über den Materialstrom), Gegenstromabscheider (Luft strömt entgegen dem Materialstrom) und Zickzackabscheider (Luft strömt im Materialstrom). Fließrichtung mehrmals wechseln). Querstromabscheider werden am häufigsten zur Kompostierung eingesetzt.

Luftabscheider können an zwei Stellen im Kompostierungsprozess eingesetzt werden:

- bei der Vorbereitung eingehender Materialien für die Kompostierung und Zersetzung, um leichte Materialien wie Folien (dünne Folien) und Plastiktüten zu entfernen;
- bei der Veredelung des fertigen Komposts zur Entfernung von Folienresten und groben Partikeln, die nach der abschließenden Siebung zurückbleiben, damit diese später wieder in den Kompostierungsprozess zurückgeführt werden können.

Luftabscheider sind sowohl stationär als auch mobil erhältlich und werden in der Regel für die abschließende Siebung des fertigen Komposts direkt nach der Ausrüstung zur Entfernung großer Partikel eingesetzt.

Magnetabscheider

Metallpartikel werden durch einen Magnetabscheider aus dem Kompost entfernt, der mithilfe eines Elektro- oder Permanentmagneten Eisen- und Metallreste aus dem Materialstrom entfernt. Viele mobile Geräte (Brecher, Schredder, Siebanlagen usw.) verfügen über einen solchen Abscheider in Form einer Magnettrommel am Austrittspunkt des Förderbandes oder eines Obermagneten an der Bandausrüstung. Der ideale Ort für die magnetische Trennung ist der Auslaufabschnitt am Ende des Bandes, da der gesamte Materialstrom in der Nähe des Magneten fließt und dort die beste Trennung der Metallpartikel aus dem Fluss erfolgt.

Zentrifugalabscheider

Zentrifugalabscheider werden zur Abtrennung von Nichteisenmetallen eingesetzt. Derzeit werden sie häufig in der Kompostierung eingesetzt, sind jedoch wichtig, um ein absolut reines Endprodukt zu erhalten, da Buntmetalle nicht durch Sieben entfernt werden können.

Stein- und Glasseparatoren

Feststoffabscheider sind notwendig, um Steine und Glas aus dem Kompost zu entfernen. Sie nutzen den Unterschied in der Elastizität und den Schlageigenschaften harter Materialien im Vergleich zu weicheren Kompostpartikeln.

Der Kompost gelangt in spezielle Trenntrommeln, in denen eine ähnliche Aufteilung erfolgt. In einigen Fällen werden pneumatische Konzentratoren zur Trennung von Glas und Steinen eingesetzt.

Um das Überkorn im Endsiebvorgang von Steinen zu befreien, gibt es verschiedene Siebvorrichtungen bzw. Windsichter. Runde Partikel (Steine, Kies) werden durch Hochgeschwindigkeitsbandgeräte mit Walzen abgetrennt.

1.3.4 Maßnahmen zur Emissionsminimierung bei der Kompostierung

Geruchsreduzierung

Alle Kompostierstationen verströmen auch bei optimaler Prozessführung einen typischen Geruch. Um den Geruch zu minimieren, ist es notwendig, eine schnelle Verarbeitung des angelieferten Materials, die Unterdrückung anaerober Prozesse, eine optimale Kontrolle des Prozesses, die Aufrechterhaltung eines guten Zustands der Kompostierstation, eine regelmäßige

Reinigung der Straßen usw. unter Berücksichtigung der meteorologischen Bedingungen sicherzustellen. Es ist wichtig, spezielle Geräte und entsprechende Ausrüstung zu verwenden. Zum Beispiel ein Dampfkondensator zur Reduzierung der Kompostrauchbildung, ein System zum Versprühen von Konzentrat, das Gerüche neutralisiert, und ein Wickler, der die frisch umgedrehten Mieten mit einer Folie (halbdurchlässige Membran) bedeckt usw.

Anpassen des Geräuschpegels

Eine Kompostieranlage nutzt für die biologische Behandlung von Bioabfällen eine Vielzahl mobiler Geräte (Frontlader, Häcksler, Siebmaschinen, Kippmaschinen) und/oder stationärer Geräte (Belüfter, Förderbänder, Mischer) und kann einen hohen Lärmpegel verursachen. Eine weitere Lärmquelle ist der zum Betrieb der Kompostieranlage gehörende Verkehr (Im- und Export, innerbetrieblicher Verkehr). Generell lässt sich die Lärmentwicklung von Maschinen und Fahrzeugen nicht verhindern. Regelungen zum täglichen Fahrzeugverkehr und zu den Betriebszeiten der Kompostierstation sollten vorab mit den örtlichen Behörden und der Bevölkerung abgestimmt werden.

Minimierung der Emissionen von Mikroorganismen

Während der Anlieferungs-, Zersetzungs-, Wende- und Verpackungsprozesse können Staub und in der Luft befindliche Mikroorganismen aus der Kompostierstation freigesetzt werden. Um einen hygienisch sicheren Betrieb zu gewährleisten, müssen folgende Maßnahmen für den technologischen Prozess, die Bau- und Transportausrüstung sowie den Schutz des Personals vorgesehen werden:

- Das Personal muss bei der Arbeit mit Kompost Masken tragen;
- Maschinen müssen mit einem Staubschutz ausgestattet sein;
- Fahrerkabinen von Fahrern mobiler Pkw müssen mit entsprechenden Filtersystemen ausgestattet sein;
- Verkehrswege müssen staubfrei und Maschinen und Geräte sauber sein;
- Es wird empfohlen, bei der Planung von Aufgaben mit hohen Emissionen die Windrichtung und die Umgebung zu berücksichtigen;
- Lüftungssysteme in Wohnhäusern und Schutzbelüftungssysteme in mobilen Anlagen sollten regelmäßig gemäß den Empfehlungen des Herstellers gereinigt und gewartet und jährlich überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie ordnungsgemäß funktionieren.

Sammlung und Verarbeitung der zugeteilten Flüssigkeit

Auch die folgenden flüssigen Emissionen sind an der Kompostierstation möglich:

- Flüssigkeiten aus Bioabfällen, die zusammengesetzt sind;
- Wasser aus der Aufbereitung (Wasser aus der Bewässerung oder Regenwasser bei der offenen Kompostierung);
- Kondensat (bei geschlossener Kompostierung);
- Abwasser aus der Reinigung;
- Abwasser aus offenen Lagerstätten, von Straßen und Dächern.

Wenn erwartet wird, dass durch Bioabfälle oder aufgrund klimatischer Bedingungen eine große Menge Flüssigkeit freigesetzt wird, ist es wichtig, den Standort entsprechend zu nivellieren, um die Flüssigkeitsansammlung zu konsolidieren und sicherzustellen, dass die entstehende Flüssigkeit gesammelt und behandelt (zur Befeuchtung der Kompostmieten verwenden) oder entsorgt wird, wenn sie nicht benötigt wird.

Verhinderung der Gasbildung

Kohlendioxid und andere Gase wie Lachgas (N_2O) und Methan (CH_4), die bei der mikrobiellen Zersetzung entstehen, wirken sich auf die Umwelt aus. Während die Freisetzung von Kohlendioxid ein natürliches Nebenprodukt der mikrobiellen Zersetzung und ein unvermeidbarer Prozess ist, kann

die Freisetzung von Methan und Lachgas (Lachgas) durch eine ordnungsgemäße Steuerung des Kompostierungsprozesses reduziert werden.

Mit einem geeigneten C/N-Verhältnis und ausreichend Sauerstoff können Methanemissionen reduziert werden. Tatsächlich spielen eine richtige Kombination der Eingangsmaterialien und ein ausreichendes Volumen an Seitenwandporen die wichtigste Rolle. Die kleinsten Seiten und häufiges Wenden sind eine wirksame Gegenmaßnahme. Bei der Reifung des Komposts und bei Temperaturen unter 45 °C kommt es zu erheblichen Lachgasemissionen, die jedoch durch die Schaffung großer Seitenwände und die Reduzierung des Wendens verringert werden können.

1.4 Bewertung verschiedener 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: geschlossene und offene, deren Hauptunterschied in der Tabelle 1.2 dargestellt ist.

Mit zunehmender Komplexität der Verarbeitungstechnologie steigen die Kosten, aber auch die Leistungsfähigkeit der Technologie und der Wert des resultierenden Materials am Ausgang.

Bei *einem geschlossenen System* erfolgt die Kompostierung in einem teilweise geschlossenen Raum, um Emissionen aus der Bioabfallbehandlungsanlage zu vermeiden. Der Bau erfordert erhebliche Kosten, daher wird nur die Phase der intensiven Zersetzung von Bioabfällen in einem geschlossenen Raum durchgeführt.

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.

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.

Bei der Planung der Errichtung einer Anlage zur Verarbeitung von Bioabfällen (Kompostierungsstation) ist eines der Kriterien für die Auswahl eines Kompostiersystems immer die optimale Nutzung des verfügbaren Raums unter Berücksichtigung der erhöhten Kosten für deren Planung und Abdeckung.

Tabelle 1.2 – 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

Es wurde eine vergleichende Analyse der folgenden technischen Lösungen für die zentrale Bioabfallkompostierung durchgeführt, die für die Implementierung in der Stadt Uschhorod möglich sind:

- geschlossenes Kompostierungssystem in Tunneln (geschlossene Reihen);
- kombiniertes Kompostierungssystem in abgedeckten Mieten (Bleche, Membran mit Metallrahmen);
- Offenes Kompostierungssystem in den Mieten mit Belüftung.

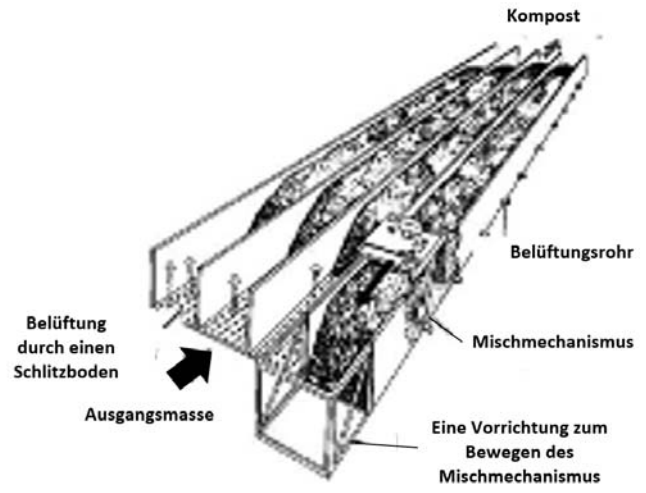
Kompostierung in Tunneln

Eine mögliche Option für geschlossene Kompostierungssysteme ist die Tunnel- und geschlossene Reihenkompostierung, bei der die zu verrottenden Materialien während des Prozesses mehrmals gerührt und ruhen gelassen werden. Die Kompostierung im Tunnel erfolgt in einer kubischen Betonkonstruktion, der Zersetzungsprozess erfolgt in der Regel kontinuierlich, ist aber auch sequenziell möglich.

Komposttunnel verfügen über eine im oberen Teil geschlossene Prozesskammer zur Kompostierung, in geschlossenen Kompostreihen wird das Material zwischen zwei Betonwänden ohne Dach gelagert (Abb. 1.2, a, 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. Geschlossene Reihen können bei einem unbelüfteten System bis zu 2,2 m und mit einem belüfteten System bis zu 3,5 m lang sein.



a



b

Abbildung 1.2 – Ein Beispiel für ein Kompostierungssystem in einem Tunnel (*a*) und in geschlossenen Reihen (*b*)

Das Kompostmaterial wird von einer automatischen Vorrichtung umgedreht, die sich entlang eines Tunnels oder einer geschlossenen Reihe bewegt. Das Gerät sorgt für Lockerheit 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 Entleersystem erhältlich, und wenn der Tunnel oder die geschlossene Reihe breit genug ist, kann ein Radlader 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. Das Schema des Kompostierungsprozesses im Tunnel ist in Abb. 1.3 dargestellt.

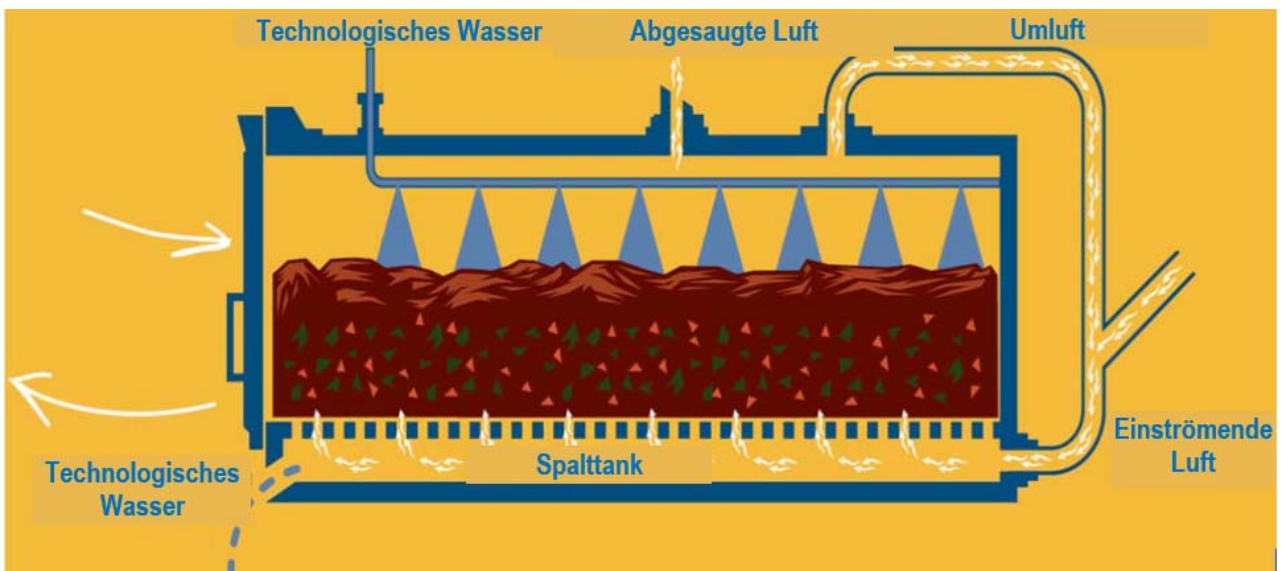


Abbildung 1.3 – Schema des Kompostierungsprozesses im Tunnel

Kompostierung in überdachten Mieten

Die überdachte Kompostierung 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 bei vollständiger Kontrolle der Emissionen aus sowie hochwertige Eigenschaften von Kompost.

Eine der Möglichkeiten der technischen Umsetzung ist *die Kompostierung in den mit Blechen abgedeckten Mieten* (Abb. 1.4). Die geometrischen Merkmale der Anlagenkonstruktion und der Bioabfallseite sind in der Tabelle 1.3 dargestellt. Das Diagramm des Kompostierungsprozesses in überdachten Banken ist in Abb. 1.5 dargestellt.



Abbildung 1.4 – Ein Beispiel für ein Kompostierungssystem in überdachten Mieten (mit Blechen abgedeckt)

Tabelle 1.3 – Merkmale der Struktur zur Kompostierung in überdachten Mieten

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, m ²	10,5
Länge einer Reihe, m	50,0
Die Gesamtfläche einer Struktur, m ²	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 Bodenfeuchtigkeit auf einem Niveau von nicht weniger als 60 % zu halten. Im Falle eines Temperaturabfalls in der Mitte des Randes sollte dieser angefeuchtet werden, bis die optimale Luftfeuchtigkeit erreicht ist, indem der Rand 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.



Abbildung 1.5 – Schema des Kompostierungsprozesses in überdachten Mieten

Eine weitere Möglichkeit der technischen Umsetzung – die Kompostierung in den Mieten mit einer Membran zum Schutz vor Geruchsemissionen – erfolgt durch die Installation einer semipermeablen Membran auf statischen Blöcken von Kompostieranlagen, die mit einem Zwangsbelüftungssystem kombiniert werden muss (Abb. 1.6). 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 1.6 – Ein Beispiel für ein Kompostierungssystem an den Seiten mit einer Membran
(Quelle: <https://www.compost-systems.com/en/products>)

Kompostierung in belüfteten Mieten

Die einfachste technische Lösung im Hinblick auf mögliche Kosten ist ein System der offenen Kompostierung in unbefestigten Mieten, bei dem Bioabfälle direkt auf der obersten Bodenschicht (ohne Bodenverdichtung) kompostiert werden (Abb. 1.7, a). Allerdings sind in diesem Fall besondere Anforderungen an den Standort zu beachten (z. B. Schutz des Grundwassers).

Die häufigste Variante des offenen Kompostierungssystems ist die Kompostierung auf einer verstärkten Unterlage (Abb. 1.7, b). Je nach Material, Standort und Anlage können zusätzliche besondere Maßnahmen zur Emissionskontrolle erforderlich sein (Abschirmung der Mieten, Belüftungssystem, Begrenzung der Größe und Art der Miete, Sammlung von Filterwasser, Eggen der Seiten).

Die Einlagerung von Bioabfällen erfolgt in der Regel mit einem Gabelstapler. Die Mieten haben eine Höhe von 1,8 bis 3,0 m. Die Form der Mieten ist möglich: dreieckig, trapezförmig oder flach.



Abbildung 1.7 – Ein Beispiel für ein Kompostierungssystem auf unverstärkter (a) und verstärkter (b) Mieten (Quelle: <https://www.compost-systems.com/en/products>)

Die durchschnittliche Dauer des Zersetzungsprozesses beträgt etwa 10-60 Wochen. Varianten der Umsetzung der Belüftung in offenen Kompostierungssystemen an den Rändern sind in Abb. 1.8 dargestellt. Bei der Verlegung in Mieten mit aktiver Belüftung sollte das Ausgangsmaterial eine durchschnittliche Partikelgröße in der Größenordnung von 1 cm haben, bei der Verlegung in Mieten mit passiver (natürlicher) Belüftung – 5 cm. Die geometrischen Eigenschaften der Mieten sind in der Tabelle 1.4 angegeben.

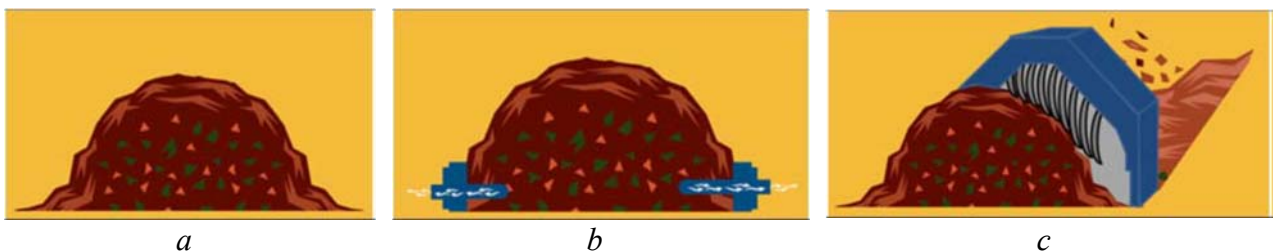


Abbildung 1.8 – Varianten der Belüftung des Kompostierungssystems in offenen Mieten: a – passive Belüftung durch Erwärmung („Rauch“-Effekt); b – aktive Belüftung durch Luftzufuhr über Rohre; c – Aktive Belüftung durch regelmäßiges Drehen der Mieten

Tabelle 1.4 – Merkmale der Mieten

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

Bei der Kompostierung von Bioabfällen in dreieckigen Mieten wird ein spezieller „Raucheffekt“ genutzt (Abb. 1.9). Heiße Luft von der Miete steigt nach oben und Frischluft wird unten durch Ansaugen angesaugt, wodurch ein natürlicher Luftstrom durch die Seite entsteht, der in Kombination mit einem günstigen Verhältnis von Oberfläche zum Volumen der Seite dafür sorgt seine effektive Belüftung. Der „Rauch“-Effekt funktioniert nur bei sehr sperrigem Material, wie z. B.

Abfällen von Astschnitten, und die Höhe der Miete kann bis zu 3 m betragen. Bei der Zugabe von nassen Materialien, wie zum Beispiel organischen Abfallfraktionen oder Klärschlamm, sollte die Höhe der Miete auf 1,5-2 m begrenzt werden. Regelmäßiges Umkippen der Miete verhindert dessen Sedimentation und bildet Luftkanäle und gewährleistet zudem eine lockere Lage Struktur des Sideboards mit einer gleichmäßigen Luftströmung durch seinen Kern.



Abbildung 1.9 – Ein Beispiel für einen „rauchigen“ Effekt in den offenen Mieten einer dreieckigen Form (Quelle: <https://tehnix.hr/en/>)

Die optimale Zersetzung des Kompostmaterials erfolgt in kurzer Zeit. Neben dem Vorteil einer erhöhten Belüftung im Vergleich zu einer Trapez- oder Flachmiete haben dreieckige Mieten aufgrund der geringen Größe den Vorteil einer gezielten sequentiellen Bearbeitung. Dadurch kann das gesamte in einer Woche gesammelte Kompostmaterial in einem separaten Haufen zusammengefasst und getrennt von dem Material behandelt werden, das in der Folgewoche anfällt. Durch die Zusammenführung von Materialien aus mehreren Wochen zu einer Flachseite werden die Mieten, die umgedreht werden müssen, tatsächlich verschoben, was sich auch positiv auf die Betriebskosten der Bioabfallanlage auswirkt. Ein weiterer Vorteil der Mieten in Dreiecksform ist die effiziente Ableitung von Regenwasser. In der Praxis zeigt sich, dass das Wasser nur 20 cm eindringt und an den Seiten eine große Menge Regenwasser abfließt.

Die dreieckigen und flachen Mieten hat im Vergleich zu den trapezförmigen Mieten eine effektivere 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 „Rauch“-Effekt bei der aktiven Belüftung in diesem Fall nicht funktioniert. Wird der Müll nicht ausreichend mit Sauerstoff versorgt, wird er nicht richtig gewendet, erhöht sich dadurch die Kompostierungszeit und es kommt zu einer Geruchsbelästigung durch die Aktivierung anaerober Prozesse. Im Kern kann es zu einer Überhitzung kommen, die sich auf die Verringerung der mikrobiellen Aktivität auswirkt. Darüber hinaus gelangt sämtliches Regenwasser an die exponierten, ungeschützten Mieten, was zu Staunässe und Erdrutschen führen kann. Aus diesem Grund sind kontrollierte Zersetzungsprozesse in einer flach geformten Miete schwieriger und erfordern viel mehr Zeit für den Materialabbau als in einer dreieckförmigen Miete.

Lässt sich eine Kompostierung mit einer geraden Miete einer flachen Form aufgrund von Platzmangel 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.

1.5 Empfehlungen zur Umsetzung der Bioabfallverarbeitung durch Kompostierung in der Stadt Uschhorod

Basierend auf den Ergebnissen der Analyse und Bewertung verschiedener technischer Lösungen von Kompostierungssystemen wurde festgestellt, dass die Kompostierung ein flexibler Prozess ist, der sowohl einfach als auch hochtechnologisch in der Umsetzung sein kann, aber einer der eher vielversprechenden Bereiche der Bioabfälle ist Bewirtschaftung als relativ einfache und sichere Methode seiner Verarbeitung und kann als Umweltschutztechnologie angesehen werden, bei der die Zerstörung von Bioabfällen stattfindet und das Ergebnis des Prozesses Kompost ist, der als verwendet werden kann Dünger und Material zur Förderung der Erholung der Bodenschicht, zur Rekultivierung von geschädigten Flächen, städtischen Grünflächen, Parks, Wäldern usw. Darüber hinaus kann es eine Möglichkeit sein, kostenlose, natürliche und nützliche Düngemittel für die Bevölkerung zu erhalten die über eigene Rasenflächen, Gärten und Grundstücke verfügen und gleichzeitig die Menge und das Volumen der Abfallansammlung aus Grünflächen und einen Teil des Bioabfalls aus gemischtem Hausmüll reduzieren.

Biologische Methoden der Bioabfallverarbeitung sind sowohl aus ökologischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht wirksam. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass kein erheblicher Arbeits- und Materialaufwand erforderlich ist und dass sie sowohl einzeln (direkt in den Haushalten) als auch zentral (für die gesamte Siedlung) angewendet werden können. Bei der zentralen Kompostierung ist es notwendig, eine getrennte Sammlung von Siedlungs- und Gewerbeabfällen aus Grünflächen und eines Teils von Bioabfällen aus gemischtem Hausmüll sicherzustellen, die dann zu speziell ausgestatteten Anlagen zur Verarbeitung (Kompostierungsstationen) transportiert werden.

Um das System der Bioabfallbewirtschaftung umfassender umzusetzen, ist es notwendig, eine angemessene Umweltbildung der Bevölkerung zu gewährleisten, um Informationen über Methoden der ökologisch sicheren und wirtschaftlich vorteilhaften Bewirtschaftung von Bioabfällen zu verbreiten und restriktive und einzuführen Fördermaßnahmen auf Landesebene.

Angesichts der dringenden Notwendigkeit, in der Stadt Uschhorod moderne Bioabfallverarbeitungstechnologien einzuführen, sollte die endgültige Wahl der Kompostierungstechnologie anhand mehrerer Kriterien in Abhängigkeit von den örtlichen Bedingungen getroffen werden, um eine effektive und wirtschaftlich sinnvolle Bewirtschaftung von Bioabfällen zu gewährleisten. Abfall, um seine Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren, indem das Volumen seiner Ansammlung verringert wird. Die Bildung eines wirksamen Systems zur Bewirtschaftung und Handhabung städtischer und gewerblicher Abfälle aus Grünflächen und eines Teils von Bioabfällen aus gemischtem Hausmüll ist eine der Voraussetzungen für die Gewährleistung der ökologischen Sicherheit des Stadtgebiets und die Umsetzung der Grundsätze seiner nachhaltigen Entwicklung.

Im Allgemeinen sollte die Errichtung einer Bioabfallverarbeitungsanlage im Kompostierungsverfahren die folgenden Schritte umfassen:

- Analyse der Material- und Ressourcenbasis von Hausmüll, der Menge an kompostierbarem Bioabfall;
- Bestimmung der Kompostmengen und Möglichkeiten ihrer weiteren Umsetzung;
- Ermittlung eines verfügbaren Grundstücks für den Bau einer Bioabfallverarbeitungsanlage und Organisation des Kompostierungsprozesses;
- Erfassen und Analysieren von Daten über Bioabfälle und den Standort des Standorts, um die Anforderungen der aktuellen behördlichen Dokumentation zu erfüllen;
- Auswahl der Kompostierungstechnologie, technischer Lösungen und Ausrüstung, Entwicklung der notwendigen technologischen Prozesse und Formulierung von Rezepturen für Kompostmischungen entsprechend den Bedürfnissen der Stadt und des Marktes;
- Bewertung bestehender Alternativen und Auswahl einer rationellen Technologie unter Berücksichtigung der verfügbaren Erfahrungen auf diesem Gebiet;
- Entwicklung der Entwurfs-, Technologie- und sonstigen Dokumentation der Anlage zur Verarbeitung von Bioabfällen im Hinblick auf die Möglichkeit ihres Baus und Betriebs;

- Inbetriebnahme und Sicherstellung des nachhaltigen Funktionierens der Bioabfallverarbeitungsanlage im Kompostierungsverfahren;
- regelmäßige Bewertung der Aktivitätsergebnisse mit entsprechender Anpassung, falls erforderlich, um Finanz-, Umwelt- und andere Indikatoren zu verbessern.

1.6 Analyse der Möglichkeit einer Zusammenarbeit im Bereich der Abfallwirtschaft zwischen Gemeinden

Die Ziele und Vorgaben des Bereichs Abfallwirtschaft müssen mit den EU-Richtlinien und der Strategie für die Entwicklung dieses Bereichs in der Ukraine im Einklang stehen. In der Region Transkarpatien, einschließlich der Stadt Uschhorod, besteht das Ziel darin, alle Einwohner mit einem organisierten System der Abfallsammlung und -beseitigung zu versorgen, das kostengünstig sein und eine effektive Sammlung und Beseitigung von Hausmüll gewährleisten soll. Hausmüll muss gemäß den staatlichen Normen, Standards und Regeln entsorgt werden. Eine der Hauptrichtungen der Landespolitik in diesem Bereich besteht darin, die integrierte Nutzung von Material und Rohstoffen sicherzustellen und die größtmögliche Beseitigung von Abfällen durch die direkte, wiederholte oder alternative Nutzung ihrer wertvollen Bestandteile zu fördern.

Ungelöste Fragen der Abfallwirtschaft, einschließlich Bioabfälle, wirken sich negativ auf den ökologischen und sozialen Zustand des Territoriums der Gebietskörperschaften aus. Ständig entstehen neue spontane Deponien, bestehende Deponien entsprechen nicht den modernen Umweltnormen und -standards, schöpfen ihr Potenzial aus, sind überlastet, Abfälle werden oft ohne Sortierung und Entsorgung gelagert, Zufahrtsstraßen zu Deponien müssen repariert werden usw. Natürliche Deponien bedecken jedes Jahr immer größere Gebiete, was zu einer Erhöhung der ökologischen Gefährdung führt. Erstens handelt es sich dabei um große kontaminierte Flächen, die über viele Jahre hinweg unbenutzbar bleiben. Zweitens führt diese Situation zu einer weiteren Belastung der Umwelt mit giftigen Stoffen und Treibhausgasen. Drittens wird das Potenzial der Sekundärnutzung von Ressourcen nicht genutzt. Der Problemkomplex des Umweltschutzes und der öffentlichen Gesundheit erfordert eine systematische Herangehensweise.

Derzeit liegen nur begrenzte Erfahrungen mit interkommunalen Kooperationsansätzen zwischen Gebietskörperschaften im Bereich der Abfallwirtschaft vor. Obwohl es Beispiele dafür gibt, dass Gemeinden Abfallentsorgungsanlagen gemeinsam nutzen, arbeiten die Gemeinden im Allgemeinen unabhängig an der Implementierung ihrer eigenen Abfallentsorgungssysteme. Die Zusammenarbeit im Bereich der Abfallbewirtschaftung zwischen den Gemeinden der Region Transkarpatien ist aufgrund der großen Unterschiede in den Standards für die Bereitstellung solcher Dienstleistungen für die Bevölkerung, insbesondere für den Teil der Bevölkerung, der in Berggebieten lebt, sehr begrenzt. In der Realität gibt es in vielen Gemeinden überhaupt keine Abfallsammeldienste.

Versuche, ein umfassendes System der Hausmüllentsorgung auf der Grundlage von Zusammenarbeit, interregionaler Zusammenarbeit und Bündelung der Ressourcen lokaler Gemeinschaften zu organisieren, haben bisher nicht zu den gewünschten Ergebnissen geführt. Die Zusammenarbeit der Gebietskörperschaften in jedem Bereich ist jedoch ein Instrument, mit dem die Gemeinden zusätzliche Mittel anziehen und große Projekte umsetzen können, die sie alleine nicht umsetzen können, die Qualität der Leistungserbringung verbessern und zusätzliche Einnahmen erzielen können.

Für die erfolgreiche Umsetzung des Projekts sind eine detaillierte Planung, die Berechnung möglicher Risiken, die Vertragserstellung und eine erfolgreiche Kommunikation zwischen den Gemeinden erforderlich. Zu den Phasen der Umsetzung der Zusammenarbeit der Gebietskörperschaften gehören:

- Initiierung der Möglichkeit einer Zusammenarbeit mit potenziellen Gemeinschaften;
- Identifizierung potenzieller Kooperationsfelder und gemeinsamer Projekte;
- Vorbereitung von Kooperationsvorschlägen und deren Vorlage zur Prüfung und Genehmigung durch den Gemeinderat;

- Beginn der Verhandlungen mit potenziellen Gemeinden über eine Zusammenarbeit und Bildung einer Kommission zur Ausarbeitung eines Entwurfs eines Kooperationsabkommens;
- Einrichtung einer gemeinsamen Kommission für gemeinschaftliche Zusammenarbeit zur Ausarbeitung eines Vertragsentwurfs;
- Genehmigung des Vertragsentwurfs;
- Umsetzung eines gemeinsamen Projekts.

Gemeinden können von einer interkommunalen Zusammenarbeit im Bereich des PA-Managements profitieren, die Folgendes umfassen kann:

- gemeinsame Umweltaktivitäten und Informationskampagnen in Gemeinden;
- Schaffung eines interkommunalen Zentrums für die Entsorgung von Hausmüll;
- Kauf gemeinsamer Zusatzausrüstung, die den Siedlungen mehrerer Gemeinden dienen wird;
- Gründung eines gemeinsamen Versorgungsunternehmens zur Erhöhung der Kapazität des Abfallmanagementsystems usw.

Derzeit besteht auf regionaler Ebene ein Verständnis für die Notwendigkeit einer gezielten Tätigkeit in diesem Bereich, und die lokalen Behörden werden bei der Lösung des Problems der Abfallwirtschaft unterstützt. Die Analyse des aktuellen Zustands des Abfallmanagementsystems jeder Gemeinde ist der erste und notwendigste Schritt auf dem Weg zum Verständnis der Richtungen weiterer Aktivitäten und zur Lösung des gesamten Problems. All dies schafft die notwendigen Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung von Projekten in diesem Bereich, um die Effizienz des Haushaltsabfallmanagementsystems zu verbessern.

Nach und nach werden geeignete Bedingungen für die maximale Nutzung der Vorteile der Zusammenarbeit zwischen den Gebietskörperschaften im Oblast Transkarpatien geschaffen. „Strategie der Abfallbewirtschaftung im Oblast Transkarpatien bis 2030“⁵⁵ sieht vor, dass die Abfallsammeldienste auf Bezirksebene organisiert werden. Dies erfordert die Zusammenarbeit lokaler Selbstverwaltungsbehörden bei der Planung, Organisation und Vergabe von Verträgen für die Bereitstellung geeigneter kommunaler Abfallentsorgungsdienste. Die Errichtung großer regionaler Siedlungsabfalldeponien und Abfallbehandlungsanlagen ist eine kostengünstigere Lösung im Vergleich zu separaten Siedlungsabfalldeponien, die ihre Dienstleistungen nur innerhalb eines Bezirks erbringen.

Die räumliche Struktur der Siedlungen auf dem Territorium der Gemeinden, die landschaftlichen und ökologischen Merkmale der Gebiete, das bestehende System der Partnerschaft zwischen verschiedenen Gemeinden, ihre finanzielle und wirtschaftliche Lage, die mentalen Merkmale der Bevölkerung usw. haben einen erheblichen Einfluss auf die Möglichkeit der Unterbringung Abfallentsorgungsanlagen in bestimmten Gebieten. Eines der Probleme beim Bau neuer Abfallbehandlungsanlagen in Transkarpatien ist die Landknappheit. In Berggebieten ist es fast unmöglich, Grundstücke zu finden, die den Bau- und Hygienestandards für solche Bauten entsprechen. Bei der Planung des Abfallwirtschaftssystems in der Region wird davon ausgegangen, dass Abfälle von Bergsiedlungen ins Tiefland transportiert werden, was zu zusätzlichen sozialen Spannungen unter der Bevölkerung dieser Gebiete führt. Nach geltendem Recht ist es äußerst schwierig, bei öffentlichen Anhörungen die Zustimmung der Bevölkerung einzuholen. Daher ist es wichtig, die Bedürfnisse der Gemeinschaften zu analysieren und mögliche Wege zur Lösung bestehender Probleme zu ermitteln. Das größte Kooperationspotenzial haben benachbarte Gebietsgemeinschaften, die sich im selben Cluster und in der gleichen Subregion befinden. Ab 2023 grenzt die Territorialgemeinde Uschorod an die Territorialgemeinden Onokivska, Baranynska und Kholmivska (Abb. 1.10).

⁵⁵ https://oda.carpathia.gov.ua/sites/default/files/imce/strategia_vidhody_2030.pdf

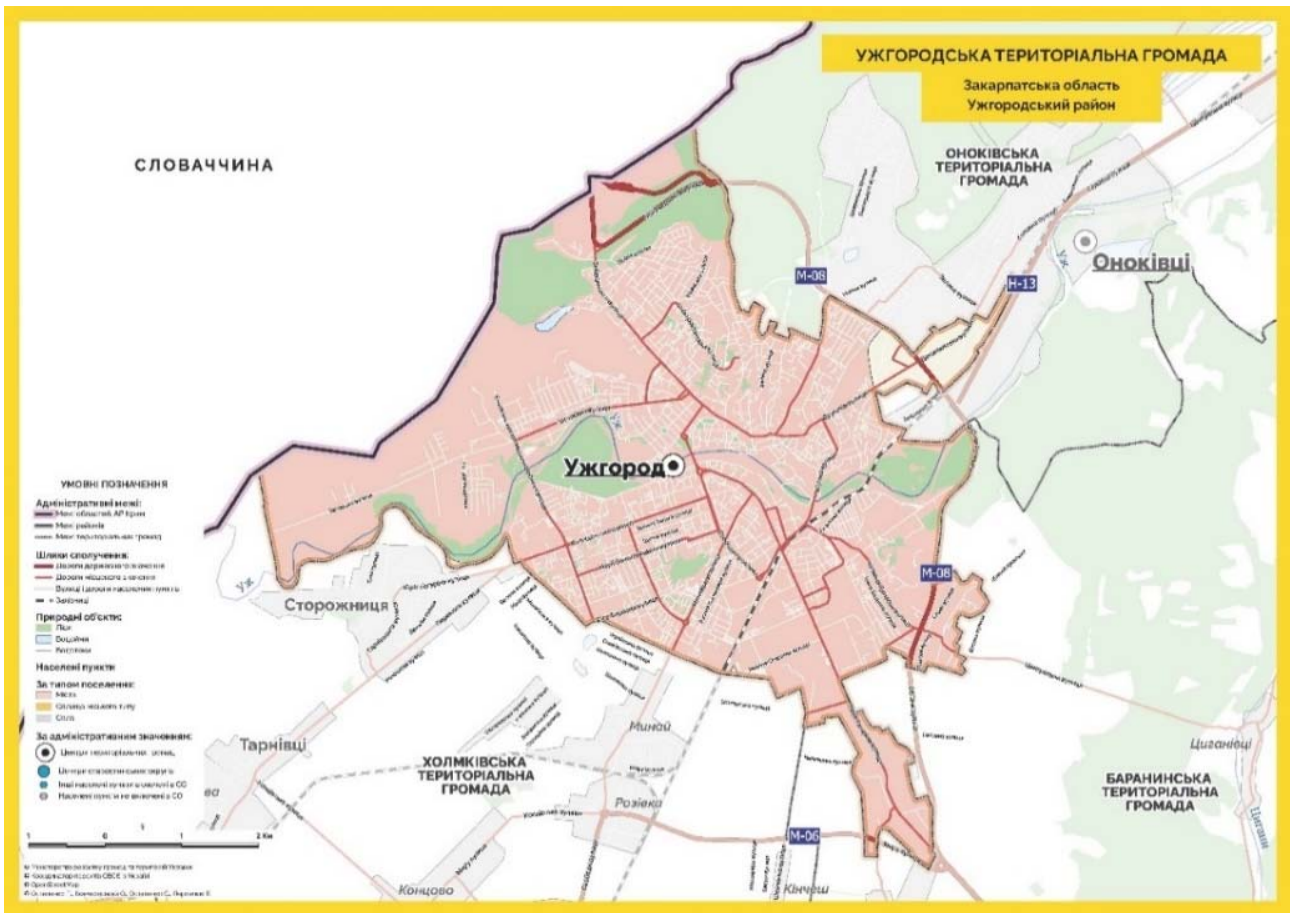


Abbildung 1.10 – Standort der Territorialgemeinschaft Uschhorod⁵⁶

In der Anfangsphase der Umsetzung des Abfallwirtschaftssystems können benachbarte Gemeinden als potenzieller Versorgungsbereich der Dienstleistung in Betracht gezogen werden, da der Bau einer zentralen Abfallbehandlungsanlage wirtschaftlich günstiger ist, wenn die umliegenden Gemeinden versorgt werden. Es ist notwendig, eine detaillierte Analyse alternativer Optionen für die Planung eines rationalen Modells des Haushaltsabfallmanagementsystems in jeder der Gebietsgemeinschaften durchzuführen, wobei die Interaktionsgrenzen eine ausreichende Menge an Ressourcen abdecken und die Vorteile der nahen gegenseitigen Lage optimal nutzen sollten.

Einige Komponenten des Abfallmanagementsystems haben das Potenzial, Einnahmen zu generieren. Allerdings wird das Abfallmanagementsystem insgesamt Kosten verursachen, die von den Einwohnern/juristischen Personen und den Gebietskörperschaften der Region getragen werden müssen. Die Kosten für Anwohner/juristische Personen und Gebietskörperschaften werden minimiert, wenn die Einnahmen aus den profitablen Komponenten des Abfallmanagementsystems vom öffentlichen Sektor einbehalten und zum Ausgleich der Kosten anderer Komponenten verwendet werden. Die Bildung von Kooperationsinitiativen der Gebietskörperschaften ist für die Steigerung der Effizienz der Abfallbeseitigungskosten von großer Bedeutung.

Durch eine stärkere und bessere Zusammenarbeit in der Abfallwirtschaft können eine Reihe von Vorteilen erzielt werden, darunter die folgenden:

- Verbreitung und Harmonisierung von Wissen und Erfahrungen;
- Einführung einer neuen Qualität der Dienstleistungen für die Bürger;
- Verbesserung der Servicequalität;
- effizienterer Einsatz von Fahrzeugen und Geräten;
- Steigerung der Wirtschaftlichkeit (aufgrund der Größenordnung) durch den gemeinsamen Abschluss eines Vertrags zur Erhaltung von Territorien;

⁵⁶ <http://surl.li/dlogs>

- zunehmende Möglichkeiten für die Einführung umweltfreundlicher Technologien;
- Diversifizierung/Verteilung von Kosten/Risiken auf dem Weg zur Umsetzung einer gemeinsamen Initiative.

Diese Ansätze werden es nicht nur ermöglichen, das Entsorgungsvolumen von Hausmüll und seine negativen Auswirkungen auf die Umwelt zu reduzieren, sondern bieten auch die Möglichkeit, Sekundärrohstoffe zu gewinnen, das Volumen der Ressourcenrückgewinnung zu erhöhen und einen potenziellen Absatzmarkt für Unternehmen zu schaffen benachbarte Gebietsgemeinden sorgen für die Sammlung und Beseitigung von Abfällen auf die wirtschaftlichste Art und Weise und sorgen für die Nachhaltigkeit des Abfallmanagementsystems auf dem Gebiet der Stadt Uschhorod.

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

2.1 Rahmenbedingungen für den Standort von Bioabfallverarbeitungsanlagen im Kompostierungsverfahren

Anlagen zur Aufbereitung von Bioabfällen (Standorte und Kompostierungsanlagen) können flächendeckend errichtet werden, es empfiehlt sich jedoch, diese überwiegend in der Nähe der Orte anzusiedeln, an denen die entsprechenden Abfälle anfallen. Stellplätze dürfen nicht an Hängen mit einer Neigung von mehr als 10 % sowie in unmittelbarer Nähe von Tälern und Stauseen platziert werden. Um den Abtransport und Verkauf der gewonnenen Kompostierungsprodukte zu organisieren, ist es wünschenswert, Standorte und Bauwerke für die Kompostierung in der Nähe von Verkehrsstraßen zu errichten, wobei die Ein- und Ausgänge für die Zufahrt von Lastkraftwagen geeignet sein sollten. Wie beim Bau der meisten Bioabfallverarbeitungsanlagen wird aufgrund unangenehmer Gerüche und der Anwesenheit von Schädlingen empfohlen, einen gewissen Abstand zu Wohngebieten einzuhalten. Gemäß SHV 173-96⁵⁷ muss die Sanitär- und Schutzzone mindestens 300 m betragen.

2.2 Ermittlung der verfügbaren Standorte der Bioabfallverarbeitungsanlage nach der Kompostierungsmethode in der Stadt Uschhorod

Für die Möglichkeit der Einführung eines Bioabfallmanagementsystems in der Stadt Uschhorod besteht einer der Schritte parallel zur Einführung des Systems der getrennten Sammlung von Siedlungs- und Gewerbeabfällen aus Grünflächen und eines Teils von Bioabfällen aus gemischten Abfällen darin Bestimmen Sie den verfügbaren Platz für den Standort der Anlage zur Behandlung von Bioabfällen und die Fläche, die für die Platzierung von Kompostieranlagen und -strukturen (Kompostierungsstation) gemäß den bestehenden Bedingungen erforderlich ist.

Zu Beginn der Umsetzung wird die Kompostierstation für die Verarbeitung von Bioabfällen konzipiert, die bei der getrennten Sammlung in separaten Behältern (oder Säcken) in der Stadt Uschhorod anfallen und den Hauptrohstoff für die Kompostierstation darstellen von den Lagerstätten zur Verarbeitung mit Spezialfahrzeugen durch die Wirtschaftseinheit im Bereich der Abfallwirtschaft angeliefert. Zukünftig empfiehlt es sich, bei der Standortbestimmung die Aussicht auf eine sukzessive Steigerung der Verarbeitungskapazitäten zu berücksichtigen, indem die Liste der Abfälle, die von der Kompostierstation zur Verarbeitung angenommen werden, um getrennt gesammelte sonstige Siedlungs- und Gewerbeabfälle erweitert wird ist am besten für die Kompostierung geeignet und bietet die Möglichkeit, Bioabfälle aus benachbarten Gemeinden anzunehmen, um das erforderliche Niveau der Zielindikatoren zu erreichen, die in der Nationalen Abfallwirtschaftsstrategie in der Ukraine bis 2030 festgelegt sind⁵⁸.

2.2.1 Standort für die Errichtung einer Bioabfallverarbeitungsanlage

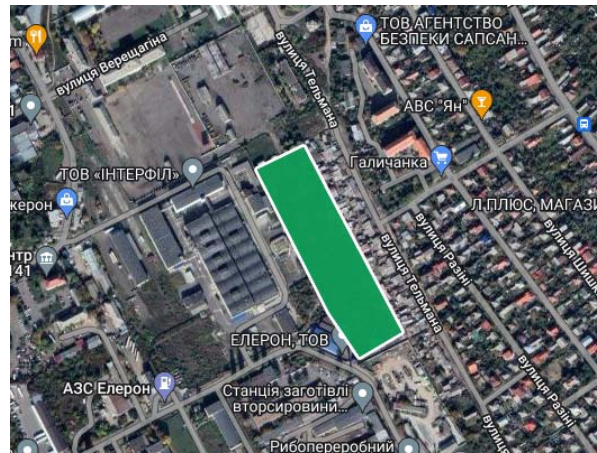
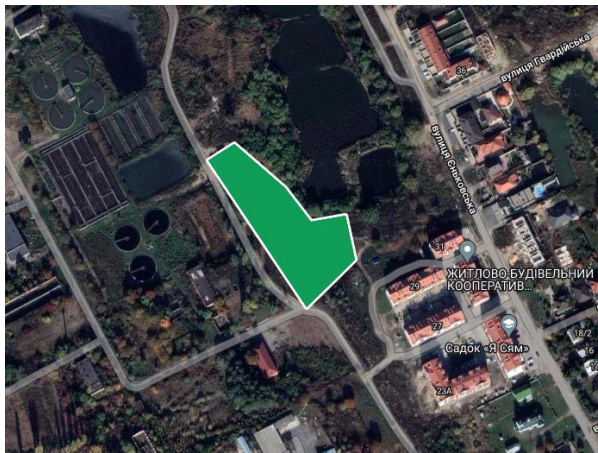
Es wird empfohlen, die Grundstücksfläche für den Standort der Bioabfallverarbeitungsanlage (Kompostierungsstation) gemäß den Anforderungen der SBO B.2.2-35077234-001⁵⁹ zu übernehmen. Zukünftig wird die Fläche des Baugrundstücks bis zu 1 ha betragen, ausgenommen Verwaltungs- und Wirtschaftsgebäude (je nach technischer Entscheidung). Die Grenzen werden durch die Abmessungen des Geländes der Kompostierstation bestimmt, das umlaufend von einem Zaun umgeben ist.


⁵⁷ SHV 173-96 „Staatliche Hygienevorschriften für die Planung und Entwicklung von Siedlungen“ // <http://surl.li/hivnz>
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>

⁵⁹ SBO B.2.2-35077234-001:2011 „Gebäude und Strukturen. Unternehmen zur Sortierung und Verarbeitung fester Haushaltsabfälle. Anforderungen an die technologische Gestaltung“

Die Umsetzung des Projekts zum Bau einer Bioabfallbehandlungsanlage (Kompostierungsstation) für die Stadt Uschhorod ist innerhalb der Grenzen des auf dem Stadtgebiet gelegenen Geländes vorgesehen:

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



 – Gebiet des Grundstücks

a

b

Abbildung 2.1 – Platzierung des Standorts für den Standort der Bioabfallverarbeitungsanlage (Kompostierungsstation) für die Stadt Uschhorod

Das Grundstück Nr. 1 grenzt im Westen an die Aufbereitungsanlagen des zentralen Abwassersystems der Stadt Uschhorod, im Süden an die Wohnungs- und Baugenossenschaft „Ozerny Kray“, im Osten an einen unbenannten Stausee und im Süden an das Grundstück Nr. 1 nördlich durch ein Ödland. Das Grundstück ist frei von Bebauung, es gibt keine Grünflächen. Das Grundstück wird nicht genutzt. Liegt am rechten Ufer der Stadt. Die Topographie des Geländes ist flach. Die Stelle hat eine unregelmäßige Form. Flächenmäßig liegt das geplante Kompostierungsgrundstück Nr. 1 innerhalb der Stadt Uschhorod. Westlich, in einer Entfernung von etwa 700 m, verläuft die Staatsgrenze der Ukraine zur Slowakei.

Standort Nr. 2 grenzt im Norden an das Territorium der Notfall- und Rettungseinheit der Stadt Uschhorod und an ein Ödland, im Osten an ein Wohngebäude und ein Baustofflager, im Norden an LLC „Eleron“ (Tankstelle) und die Recyclingstation „Proektna, 3“, aus dem Westen – „Interfil“ LLC (das Unternehmen ist auf die Herstellung von Kosmetikprodukten, dekorativer Kosmetik und Haushaltswaren spezialisiert). Das Grundstück ist frei von Bebauung, es gibt keine Grünflächen. Das Grundstück wird nicht genutzt. Liegt am linken Ufer der Stadt. Die Topographie des Geländes ist flach. Die Konfiguration des Grundstücks ist rechteckig und hat die richtige Form. Flächenmäßig liegt das geplante Kompostierungsgrundstück Nr. 2 innerhalb der Stadt Uschhorod. Westlich vom Standort, in einer Entfernung von etwa 800 m, befindet sich ein alter Steinbruch.

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

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);
- Abteilung für den Kompostierungsprozess – je nach Technologieoption – Tunnel, überdachte oder offene Mieten (Durchführung der Phase der intensiven Zersetzung und der Phase der Reifung);
- Abteilung für die Zerkleinerung und das 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).

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 Grundstücks sollten Bereiche zum Wenden der Seiten und Manövriermaschinen zum Wenden der Mieten vorgesehen sein.

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

Der gewerbliche Kompostlagerbereich der Kompostierstation 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 Mieten und dementsprechend der Saisonalität abgeleitet 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).

2.3 Architektonische Planungs- und Baulösungen der Bioabfallverarbeitungsanlage

Die wesentlichen Planungsentscheidungen des geplanten Gebäudes (Kompostierungsstation) werden durch folgende Faktoren bestimmt:

- durch die Verfügbarkeit eines baufreien Baugrundstücks in der Stadt;
- technologische Lösungen.

Die zu entwerfende Kompostierstation besteht aus:

1. Sortieranlagenstandorte.
2. Flächen zum Kompostieren in den Mieten.
3. Räumlichkeiten für Hilfs- und technische Zwecke.
4. Äußere räumliche Metallkonstruktionen zur Befestigung technologischer Geräte.

Mögliche Standorte des Gebäudes sind der westliche (Grundstück Nr. 1) oder südöstliche (Grundstück Nr. 2) Teil des Territoriums der Stadt Ushchorod. Die Hauptfassade des Gebäudes liegt im Norden.

Die geplanten Durchgänge dienen der technischen und feuerwehrtechnischen Instandhaltung der Station. Für den Durchgang der Arbeiter vom Eingang zu den Durchgängen wurde ein Gehweg mit einer Breite von 1,25 m konzipiert.

Der geplante Durchgang befindet sich auf der Südwestseite des Firmengeländes.

Die erforderliche Fläche der Kompostierungsstation beträgt je nach gewählter technischer Lösung 0,67 oder 0,77 Hektar.

Die Vorstationszone befindet sich am Eingang vom südwestlichen Teil der Baustelle. Die Gestaltung einer Freifläche für den Personenkraftwagenverkehr erfolgt in Abhängigkeit von der zulässigen Mitarbeiterzahl gemäß SBO B.2.3-5⁶⁰ und SBO B.2.5-15⁶¹.

Auf der Baustelle der Kompostierstation befinden sich temporäre Gebäude, die in Zukunft abgebaut werden sollen. Die grüne Vegetation auf dem Grundstück bleibt erhalten.

Das Grundstück der Station ist von einem 1,6 m hohen Zaun aus Wellpappe umgeben.

Die gesamte technologische Ausrüstung der Station befindet sich unter dem Dach schnell auf- und abzubauen Bauwerke.

Beispielsweise können es „LLENTAB“-Konstruktionen in Form von gebogenen Tragbögen aus hochwertigem Stahl sein. Das Produkt ist von UkrSEPRO zertifiziert und verfügt über Genehmigungen für die Verwendung in der Ukraine. Bauwerke können abgebaut, verschoben und an einem neuen Standort wieder aufgebaut werden, wobei die Qualität des neuen Bauwerks zu 100% erhalten bleibt.

Das Gebäude der Kompostierstation ist aus leichten Metallkonstruktionen konzipiert. Stahlkonstruktionen bestehen aus kaltgebogenen Profilen unter Verwendung von Schraubverbindungen. Kaltgebogene Profile werden durch Walzen oder auf speziellen Biegemaschinen hergestellt. Es wird feuerverzinkter Stahl in Rollen verwendet. Die einzelnen Elemente werden mit Schrauben der Klasse M12 miteinander verbunden.

Die Größe des Gebäudes beträgt 60 x 24 m. Als Basis verwenden wir LLENTAB-Profilrahmen (oder ähnliches). Die Hauptformen von LLENTAB-Profilen sind: Z-Profile (Dach- und Wandträger), C-Profile (Säulen, Fachwerke, Rahmenelemente), H-Profile (obere und untere Fachwerkgerüste). In alle Elemente werden bei der Herstellung Montagelöcher gestanzt (siehe Abb. 2.2).

Die Säulen bestehen aus C-förmigen Profilen vom Typ 2xC. LLENTAB 2xC170-Profil: 3-6 mm dick.

Aufbau der LLENTAB-Eindeckung. Aufbau der LLENTAB-Eindeckung. Dachbinder übernehmen eine tragende Funktion für das Dach. Die Elemente der Fachwerke bilden die Ober- und Untergurte, die durch Streben miteinander verbunden sind. Am häufigsten werden Riemen aus Profilen in Form eines „Omega“ oder aus einem Doppel-C-Profil hergestellt. Streben – aus einem einzigen C-Profil. Riemen können in verschiedenen Winkeln installiert werden. Die Neigung des Obergurtes bestimmt die resultierende Neigung der Eindeckung.

Wandbalken LLENTAB. Pfetten sind eine sekundäre Wandkonstruktion, die an den Säulen befestigt wird. Es handelt sich um ein System aus horizontalen Profilen, die Windlasten wahrnehmen, die auf die Wand aus Wellpappe oder Sandwichpaneelen einwirken. Pfetten werden in der Regel in Form von ungeschnittenen Balken ausgeführt. Das Eigengewicht der Umfassungskonstruktion wird auf die Fundamente oder Fundamentbalken übertragen.

⁶⁰ SBO B.2.3-5:2018 Straßen und Wege der Siedlungen. Mit Änderung Nr. 1 // <http://surl.li/nlkpa>

⁶¹ SBO B.2.2-15:2019 Gebäude und Strukturen. Wohngebäude. Materielle Bestimmungen. Mit Änderung Nr. 1

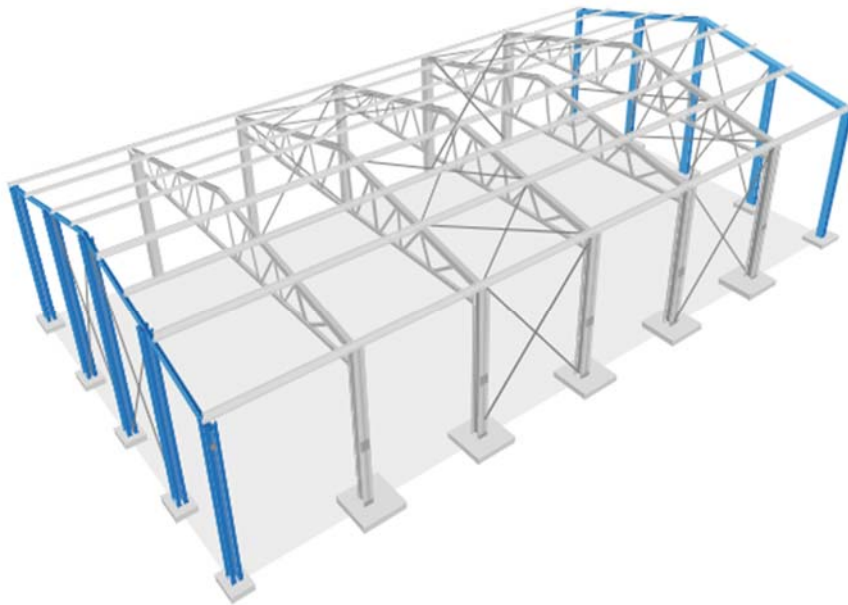


Abbildung 2.2 – Zwei-Gefälle-Konstruktionskonzept mit tragender Stirnwand
(LLENTAB-Technologie)

LLENTAB-Dachträger. Dachträger sind eine sekundäre tragende Struktur der Eindeckung, die an den Dachbindern des Gebäudes befestigt wird. Diese Profile nehmen die auf das Dach wirkende Vertikallast auf. Träger sind in Form von ungeschnittenen Balken ausgeführt. Sie sind Teil der Dachverstärkung und bewahren den Obergurt des Dachstuhls vor Stabilitätsverlust. Z-Profile werden am häufigsten als Dachpfetten verwendet.

Durch den modularen Aufbau können Sie neue Abschnitte hinzufügen, um die Länge des Bahnhofsbereichs zu vergrößern. Der Vorteil der Bauwerke liegt bei akzeptablen Bodenverhältnissen darin, dass bei Spannweiten bis zu 40 m keine Fundamente errichtet werden müssen. Die Bauwerke haben eine Garantie von 30 Jahren.

Gestaltung des Geländes und Entwässerung von Oberflächenabwässern

Die Gestaltung der Geländeentlastung muss unter Berücksichtigung der Geländeentlastung, der Markierung bestehender Straßen, des Mindestumfangs der Erdarbeiten und der zuverlässigen Ableitung von Regenwasser aus dem geplanten Bauwerk erfolgen.

Vorbereitung des Geländes – Verfüllung vom örtlichen Boden bis zur Projektmarkierung mit Planung der Geländeoberfläche.

Die Ableitung von Oberflächenabwasser aus dem Bahnhofsgelände erfolgt entlang der geplanten Straßenoberfläche mit einer Mindestneigung von 0,05 zur bestehenden Straße.

Blockmodulaurüstung zur Abwasserbehandlung

Geplant ist die Installation blockmodularer lokaler Kläranlagen (WWTP) zur Behandlung von Industrie- und Haushaltsabwässern, die in der Kompostierungsstation anfallen. Blockmodulanlagen sind für die Tiefenbiologische Reinigung von Abwasser mit einem Volumen von bis zu 25 m³/Tag ausgelegt.

Für den Betrieb der Kompostierstation sehen wir blockmodulare Behandlungsanlagen vom Typ BIOTAL BP2R (oder vergleichbarer Kapazität) vor (siehe Abb. 2.3).

Das Projekt sieht die Platzierung eines VOC mit einer Auslegungskapazität von 8 m³/Tag vor. Die Abmessungen des Gebäudes betragen: Breite 4,5 m, Länge 6 m, Tiefe 3 m.

Die Installation der Bauwerke erfolgt auf einer gemeinsamen Stahlbetonplatte, auf der sechs Stahlbetonbrunnen installiert sind. Polypropylen-Bioreaktoren vom Typ SBR2 und SBR3 werden in zwei Vertiefungen platziert. Im Brunnen der Aufnahmekammer sind Belüftungssysteme und

Abwasserpumpen installiert. Für die Ansammlung von überschüssigem Belebtschlamm ist eine Schlammkapazität vorgesehen. Im Schacht des Biofilters sind die Beschickung des Biofilters und der Umluftheber montiert. Die Desinfektion des behandelten Abwassers erfolgt im Kontakttank.

Die BIOTAL-Anlage besteht aus einer Aufnahmekammer (AK), an deren Eingang ein Sieb zur Rückhaltung grober Verunreinigungen vorgesehen ist, einem dreistufigen SBR-Reaktor, einem belüfteten selbstreinigenden biologischen Umlauffilter (UF) und einem Kontakttank (KT) und ein Schlamm-tank-aerober Stabilisator für überschüssigen Belebtschlamm. In diesem Fall arbeiten Mikroorganismen effektiv in jedem Belebungsbecken, zwischen denen es keine Konkurrenz gibt, da ihre verschiedenen Gruppen innerhalb enger Grenzen der Schadstoffkonzentrationen effektiv arbeiten, die während des Reinigungsprozesses entlang der Abwasserbewegung aus PK-D abnehmen nach KR, das heißt, das Wasser wird stufenweise aufbereitet.

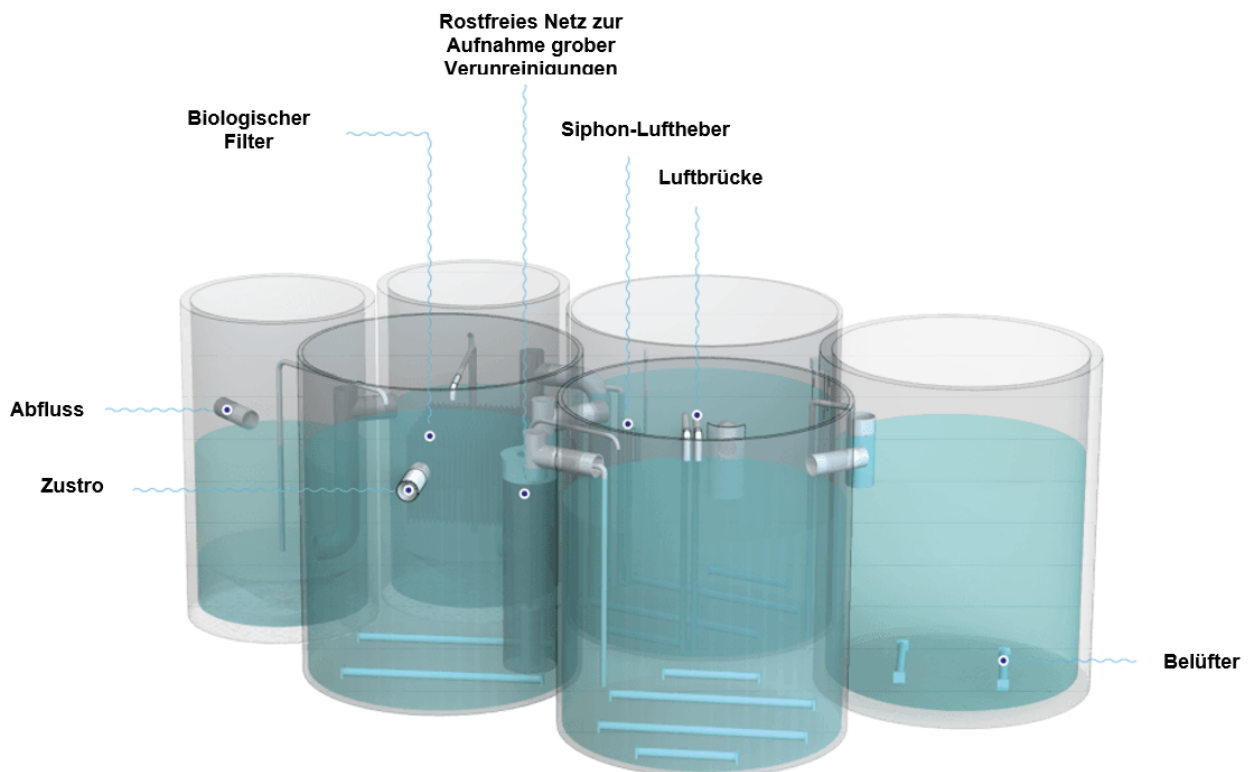


Abbildung 2.3 – Blockmodul-Kläranlagen BIOTAL BP2R (Produktion in Riwné)

In der BIOTAL-Anlage die hydraulische Verbindung zwischen PK-D und dem ersten SBR-Reaktor, zwischen dem zweiten und dritten SBR-Reaktor, zwischen dem dritten SBR-Reaktor und dem Biofilter-Dünnschicht-Absetzbecken sowie dazwischen B. des Biofilter-Dünnschicht-Absetzbehälters und des Kontaktbehälters, wird vom Programm regelmäßig unterbrochen, indem die Geräte, die diese Verbindung herstellen, ausgeschaltet werden. Die hydraulische Kommunikation erfolgt zwischen PK-D und SBR-1 – Versorgungspumpen, SBR-1 und SBR-2 – hydraulischer Durchfluss, SBR-2 und SBR-3 – hydraulischer Durchfluss oder umgekehrte Luftheber, zwischen SBR-3 und BF-TV – gesteuertes Siphon, Siphon-Luftheber oder Pumpen und schließlich zwischen BF-TV und KR – hydraulischer Durchfluss.

Bei der schrittweisen Bewegung des gereinigten Abwassers von Zone zu Zone erfolgt die Reinigung schrittweise in 6-8 Phasen im Rahmen eines von 5 Programmen, außerdem ändert sich im Sparmodus die Zusammensetzung der Phasen – gereinigtes Abwasser nicht abgepumpt und überschüssiger Belebtschlamm wird nicht entfernt.

Das BIOTAL-System verfügt über drei Schlammsysteme: in PC-D, in einem dreistufigen Reaktor SBR und BF-TV und erfolgt durch Vierkreis-Rezirkulation von umgekehrt belebtem Schlamm – von SBR-2 zu SBR-1, von SBR-3 zum PC, von SBR-3 in SBR-1, mit BF-TV und mit

KR im PC. Dieser Aufbau der Technologie ermöglichte es, das Trimul-System im Gleichgewicht zu halten, da das Pumpen des Abwassers während des Reinigungsprozesses von PC zu SBR-1, von SBR-3 zu BF-TV und von BF-TV zu KR danach erfolgt Absetzzyklen - in PC, SBR-3 und BF-TO, mit teilweiser Durchmischung des Schlammes aus diesen Strukturen im Rezirkulationsprozess vor den Absetzzyklen.

Die Abwasserbehandlung in der BIOTAL-Anlage erfolgt in der folgenden Reihenfolge:

1 – Das gerade in der Anlage angekommene Abwasser wird in der Auffangkammer-Denitrifizierer vorbehandelt.

2 – Abwasser, das im vorherigen Zyklus in die Anlage gelangt ist, wird im ersten und zweiten SBR-Reaktor behandelt;

3 – Im dritten SBR-Reaktor wird Abwasser behandelt, das vor zwei Zyklen in die Anlage gelangt ist;

4 – In einem biologischen Filter-Dünnschicht-Absetzbecken wird das vor drei Zyklen gereinigte Abwasser gereinigt;

5 – Im Kontaktbecken wird Abwasser aufbereitet, das vor vier Zyklen in der Anlage angekommen ist. Während dieses Prozesses wird das gereinigte Abwasser schrittweise von der ersten zur letzten Stufe der VOC-Behandlung transportiert, indem diese Stufen mithilfe von hydroautomatischen Geräten oder Pumpen regelmäßig hydraulisch verbunden werden.

Landschaftsbau

Das Projekt sieht einen Bereich für die Erholung der Mitarbeiter sowie einen Bereich zum Rauchen vor.

Entlang des Gebäudeumfangs ist ein Asphaltbetonbelag mit einer Breite von 1 m vorgesehen.

Straßen sind mit Asphaltbeton bedeckt. Einfahrten, Gehwege und Spielplätze werden durch Bordsteine begrenzt.

Um normale sanitäre und hygienische Bedingungen auf dem Gelände der Baustelle zu gewährleisten, ist die Begrünung baufreier Flächen geplant:

- Anpflanzung von Zierbäumen;
- Aussaat der Rasen mit mehrjährigen Gräsern.

Bei der Pflanzung neuer Bäume wird bis zu 50 % Pflanzenerde zugegeben. Beim Anlegen von Rasenflächen wird eine Schicht Pflanzenerde mit einer Dicke von 0,15 m hinzugefügt, bei der Anordnung von Blumenbeeten eine Schicht von 0,20 m.

Technologischer Transport und Ausrüstung

Die vorhandenen Straßen und Zufahrten auf dem Gelände der Kompostierstation gewährleisten die technische und brandschutztechnische Instandhaltung der Anlage. Die Breite von Industriezufahrten wird mit 3,5 m angenommen.

Zur Kompostaufbereitung werden Geräte und Fahrzeuge aus der Serienproduktion eingesetzt. Technologische Ausrüstung des Kompostierungsprozesses: Hierbei handelt es sich um ein System von Förderbändern, einen Trichter, eine Zerkleinerungsausrüstung zur Zerkleinerung von Bioabfällen, Biofässer (oder biothermische Kammern, Gruben, Parzellen oder Stapel), Zerkleinerungsausrüstung zur Zerkleinerung von Kompost mit einem Magnetabscheider, einen Greifkran (Beispiele für die verwendeten Geräte sind in Abb. 2.4, 2.5 dargestellt).

Bioabfälle müssen mit einem Bulldozer in den Bereich der Seitenverlegung gebracht werden, der Füller kann mit Traktorkarren oder Muldenkippern angeliefert werden.

Die Miete muss mit einem Bulldozer, einem Greifkran und Spezialausrüstung geformt und gemischt werden. Zum Beispiel der Dauerlader PND-250, der Mischlader SZU-20, umgebaute Streuer für organische Düngemittel: PTR-10, RZHT-10 oder MZHT-10, Futtermischungsverteiler RSP-10 usw.

Wenn kein Plattenbeschicker vorhanden ist, kann das Entladen des Komposts in den Brecher mit einem Greifkran erfolgen.



Abbildung 2.4 – Förderband für Kompost



Abbildung 2.5 – Kompostshaker A.TOM 5300

Die Gestaltung des Arbeitskörpers des Greifkrans muss der geometrischen Form des Bodens des Trichterspeichers entsprechen.

Beträgt die Dichte von Bioabfall und Kompost weniger als $0,2 \text{ t/m}^3$, sollte der Löffel des Greifers sechs- oder achtlappig, bei höherer Dichte zweibackenförmig sein. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Dichte des Materials während des Kompostierungsprozesses von $0,2 \text{ t/m}^3$ auf $(0,6-0,8) \text{ t/m}^3$ ansteigt. Die folgenden Indikatoren können grob akzeptiert werden:

- nach dem ersten Monat der Kompostierung – $0,45 \text{ t/m}^3$;
- nach dem zweiten Monat – $0,6 \text{ t/m}^3$;
- nach dem dritten oder vierten Monat – $0,7 \text{ t/m}^3$.

Der Plan der Kompostierstation mit einem Beispiel für die Lage der geplanten Hauptabteilungen, Objekte und Bauwerke ist im Anhang G dargestellt.

2.4 Bestimmung der Parameter der Hauptprozesse der Bioabfallverarbeitungsanlage durch die Kompostierungsmethode

2.4.1 Bildung des Belüftungsregimes in der Miete

In den Zeiträumen zwischen den Rührvorgängen gelangt durch Konvektion, dem sogenannten Rohreffekt, seitlich Frischluft ein. Die erwärmte und CO_2 -reiche Luft in der Seite verdunstet tendenziell nach oben, und an ihre Stelle tritt kühlere und frischere Luft, hauptsächlich von den Seiten am Fuß der Miete (Abb. 2.6). Daher kann eine hochwertigere Kompostmischung erhalten werden, wenn der Temperaturunterschied zwischen der Innenseite der Seite und der Außenluft größer ist und die Belüftung in der Miete intensiver ist.

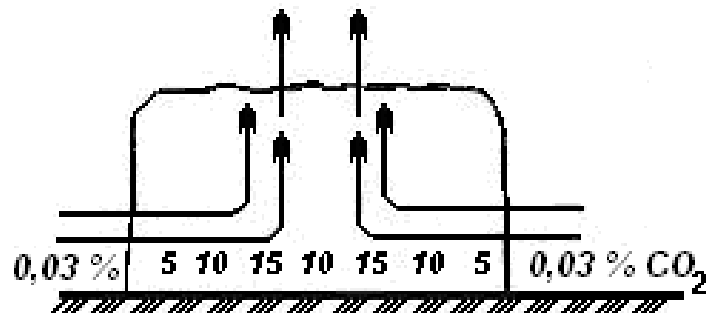


Abbildung 2.6 – Rohreffekt an der Miete

Im Sommer entsteht kein ausreichend starker Röhreneffekt und es bilden sich daher anaerobe Kerne.

Um einen guten Rohreffekt in der Miete aufrechtzuerhalten, wird ihre Breite bei jedem Mischen verringert.

Die äußere Schicht an der Peripherie des Grats, insbesondere an seinen Seiten, ist normalerweise trocken und bietet keine Bedingungen für die Entwicklung von Mikroorganismen. Aus diesem Grund bleibt dieser Bereich kalt. Direkt hinter der Außenschicht werden die günstigsten Bedingungen für die Entwicklung thermophiler Actinomyceten geschaffen. Durch die starke Belüftung läuft die Gärung in dieser Zone schnell ab und das Material „brennt“ fast aus. Es bildet sich eine trockene (Luftfeuchtigkeit unter 50 %), sehr helle Schicht, die als „verbrannte“ Randzone bezeichnet wird. Solches Material wird nährstoffarm.

Im Gegensatz zu diesen sehr gut belüfteten Zonen ist der Luftzutritt zur Plattenunterseite meist unzureichend und die Luftfeuchtigkeit hoch. Unter diesen Bedingungen laufen ähnliche Prozesse wie die Buttersäuregärung ab. Die Temperatur liegt hier nicht über 40°C - 45°C . Es entsteht der sogenannte anaerobe Kern.

In der Mitte, also im Zentrum des Komposthaufens, entstehen die günstigsten Bedingungen für die Gärung. In dieser Zone herrscht ausreichend Luft, optimale Luftfeuchtigkeit, die Temperatur steigt schnell auf $(55-65)^\circ\text{C}$. Hier vermehren sich thermophile Mikroorganismen. Dies ist die

sogenannte Braunkompostzone – die „weiße Brennzone“. Bei breiten Haufen und bei der Langzeitkompostierung werden zwei weitere Kompostierzonen unterschieden – Überhitzungszonen, die sich in den oberen Ecken des Seitenteils entlang seiner Länge befinden. In diesen Zonen erreicht die Temperatur oft (72-82)°C.

Einige Tage nach der Bildung des Komposthaufens setzt sich die Kompostmischung ab, der Haufen wird ca. 50 cm tiefer, wodurch die Dichte der Masse zunimmt und der Sauerstoffzugang zur Haufenmitte abnimmt. Durch die Verdunstung von Wasser während des Gärprozesses sinkt auch der Feuchtigkeitsgehalt des Materials. Dadurch verschlechtern sich die Fermentationsbedingungen und es entsteht die Notwendigkeit, die Miete umzurühren. Im optimalen Fall sollte die Durchmischung der Miete wie folgt erfolgen: Das Material verschiedener Zonen sollte aufgelockert und gut belüftet werden, Wasser sollte hinzugefügt werden, außerdem sollten entsprechende mineralische Zusatzstoffe hinzugefügt werden und die Miete sollte neu geformt werden. Mietezone sollten wie folgt platziert werden: Seitenteile – aus dem Material, das sich in der braunen Zone befand („weiße Brennzone“), die ausgebrannten trockenen Stellen der alten Miete in den Sockel der neuen Miete verlegen, der anaerobe „Kern“ muss in der günstigsten Zone platziert werden, d. h. in der Mitte der neuen Miete, die Miete sollte mit Material aus der alten braunen Zone bearbeitet werden (Abb. 2.7). Die neue Miete sollte (10-20) cm schmaler als die alte sein, um das Luftregime darin zu verbessern.

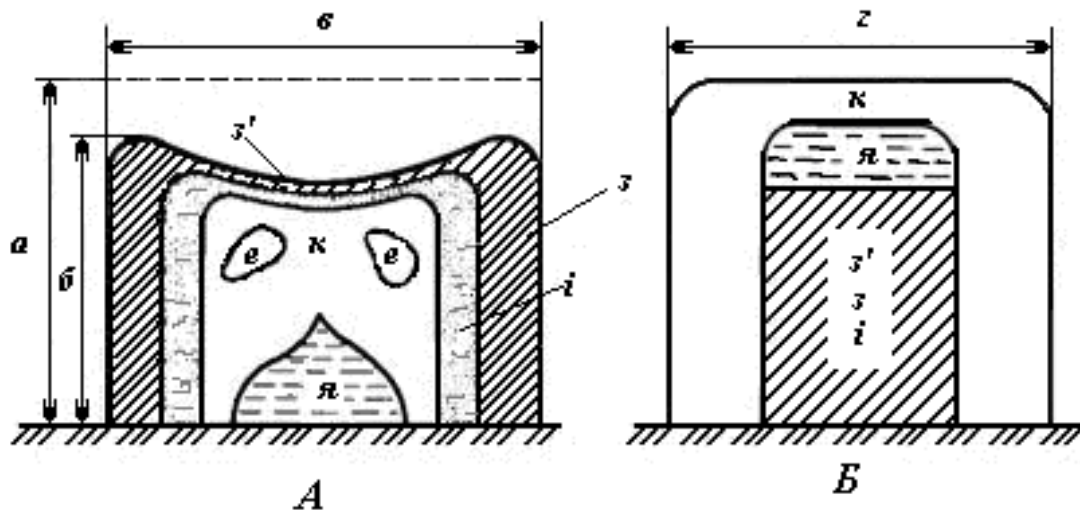


Abbildung 2.7 – Zonierung im Kompostmieten

A – Querschnitt der alten Miete; B – ein Querschnitt der neuen Miete, in der die Zonen der alten Miete entsprechend platziert sind: z – trockene und kalte Zone; z' – kalte und manchmal feuchte Zone; i – verbrannte (blasse) Zone; kappa – braune (günstigste) Zone; eta – anaerober (riechender) Kern; e – verbrannter Bereich; a – die Höhe der Miete unmittelbar nach ihrer Entstehung; b – die Höhe der Miete vor dem nächsten Mischen; b – die Breite der alten Miete; gamma – Breite der neuen Miete (etwas weniger als die Breite der alten).

2.4.2 Lagerung von fertigem Kompost

Nach Abschluss des Kompostierungsprozesses muss das Material mit einem Greifer in den Aufnahmetrichter der Sortier- und Zerkleinerungsabteilung und anschließend mit einem Plattenbeschicker des Trichters auf ein Sieb mit einem Sieblochdurchmesser von 60 mm umgeladen werden.

Fertiger Kompost muss an den Verbraucher oder an einen Lagerort geschickt werden.

Die Breite der Miete, m, während der Lagerung wird durch die Formel bestimmt:

$$A = \frac{L_k - 2c - d}{2}, \quad (2.1)$$

- wo L_k – Spannweite des Krans, m;
 c – Abstand von der Spur zur Miete, m;
 d – Breite des Durchgangs zwischen den Mieten, m.

Die Länge der Miete bei einem Neigungswinkel von 45° wird durch die Formel bestimmt:

$$B = \frac{K_1 \cdot \Pi_{mic}}{(a - h_{cp}) \cdot h_{cp} \cdot \gamma_{cp}}, \quad (2.2)$$

- wo K_1 – der Koeffizient, der die Hinterfüllung der Mieten mit Inertmaterial berücksichtigt ($K_1=1,07$);
 Π_{mic} – monatliche Produktivität des Grundstücks, T;
 a – Mietenbreite, m;
 h_{cp} – durchschnittliche Höhe der Miete, m;
 γ_{cp} – durchschnittliche Bioabfalldichte in der Miete, t/m^3 .

2.4.3 Das Verfahren zur Bestimmung der Anteile der Komponenten zur Herstellung einer Kompostmischung auf Basis von Bioabfällen

Die Kompostmischung muss gleichzeitig hinsichtlich Nährstoffen und Feuchtigkeit mit einer relativen Schätzung der entsprechenden Massenmengen an organischem Material gemäß der folgenden Formel ausgeglichen werden:

$$s = \frac{M_{ow}}{M_{oCN}}, \quad (2.3)$$

- wo M_{ow} – die Massenmenge an organischem Material (als Feuchtigkeitsabsorber), um den Feuchtigkeitsgehalt der Mischung auszugleichen, T;
 M_{oCN} – Massenmenge an organischem Material (als Energiekomponente), um die Mischung hinsichtlich der Nährstoffe auszugleichen.

M_{ow} sollte wie folgt definiert werden:

$$M_{ow} = \frac{M_z (W_z - W_{cm})}{W_{cm} - W_o}, \quad (2.4)$$

- wo W_z , W_o – bzw. der Feuchtigkeitsgehalt der organischen Substanz des Bioabfalls und der organischen Substanz des Zusatzstoffs, %;
 W_{cm} – technologisch festgelegter Feuchtigkeitsgehalt der Kompostmischung, %;
 M_z – Massenmenge an organischer Substanz.

M_{oCN} wird wiederum durch die Formel bestimmt:

$$M_{oCN} = \frac{k M_z (100 - W_z)}{100 - W_o}, \quad (2.5)$$

- wo k – der Korrektorkoeffizient, der den Gehalt an biogenen Nährstoffen im organischen Material berücksichtigt, muss nach der Formel berechnet werden:

$$k = \frac{N_z k_{CN} - C_z}{C_o - N_o k_{CN}}, \quad (2.6)$$

- wo N_z, N_o – bzw. der Stickstoffgehalt in der Trockenmasse der organischen Substanz und im organischen Material, %;
 C_z, C_o – bzw. der Kohlenstoffgehalt in der Trockenmasse der organischen Substanz und im organischen Material, %;
 k_{CN} – das optimale Verhältnis von Kohlenstoff und Stickstoff für die effektive Lebensaktivität von Mikroorganismen.

Wenn $s < 0,9$, muss der Feuchtigkeitsgehalt der Mischung ausgeglichen werden, indem die Mischung angefeuchtet wird, während die Komponenten gemischt werden, wobei Wasser pro Masse eingeführt wird. Dies wird durch die folgende Formel ermittelt:

$$M_b = \frac{M_{oCN}(W_{cm} - W_o) - M_z(W_z - W_{cm})}{100 - W_{cm}}, \quad (2.7)$$

- wo M_b – die Masse an Wasser, um die Mischung zu befeuchten.

Wenn $s > 1,1$, muss die Mischung vor dem Mischen der Komponenten auf Feuchtigkeit ausgeglichen werden, indem getrockneter Recyclingkompost mit einer vorläufigen Bestimmung seines Feuchtigkeitsgehalts hinzugefügt wird. Deren Massenmenge muss durch die Formel bestimmt werden:

$$M_{pk} = \frac{M_z(W_z - W_{cm}) - M_{oCN}(W_{cm} - W_o)}{W_{cm} - W_{pk}}, \quad (2.8)$$

- wo M_{pk} – Massenmenge an getrocknetem Recyclingkompost, T;
 W_{pk} – Feuchtigkeitsgehalt von getrocknetem Recyclingkompost, %.

Im Wertebereich $0,9 < s < 1,1$ dürfen keine weiteren Komponenten zugeführt werden, da die Mischung als ausgewogen gilt.

Unter Berücksichtigung der ermittelten Massenanteile der Komponenten besteht die Möglichkeit, die technologisch vorgegebene Feuchte der hergestellten Mischung zu überprüfen:

- im Falle einer Befeuchtung der Kompostmischung:

$$W_{cm} = \frac{M_z W_z + M_{oCN} W_o + M_b 100}{M_{cm}}, \quad (2.9)$$

- im Falle der Einführung von recyceltem Kompost oder Strukturbestandteilen:

$$W_{cm} = \frac{M_z W_z + M_{oCN} W_o + M_{pk} W_{pk}}{M_{cm}}. \quad (2.10)$$

2.4.4 Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts der Kompostmischung

Um die Wassermenge zu berechnen, die erforderlich ist, um die Feuchtigkeit der Kompostmischung auf einem Niveau von 60 % des Gesamtfeuchtigkeitsgehalts zu erzeugen und aufrechtzuerhalten, ist Folgendes erforderlich:

- Es ist notwendig, die Gesamtfeuchtigkeitskapazität der Kompostmischung zu bestimmen,
- Es ist erforderlich, die Wassermenge zu berechnen, die hinzugefügt werden muss, um eine Befeuchtung bis zu 60 % Luftfeuchtigkeit aus der vollen Feuchtigkeitskapazität sicherzustellen.

Die Gesamtfuchtigkeitskapazität muss in Metallrohren mit einem Durchmesser von 70 mm und einer Höhe von 140 mm ermittelt werden, deren unteres Ende mit einem Metallgewebe mit Löchern von 0,25 mm Durchmesser bedeckt ist, auf das Filterpapier gelegt wird.

Ein Monolith der Kompostmischung sollte mit einem Spezialbohrer geschnitten, mit einem Kolben aus dem Bohrer gedrückt, in ein Metallrohr mit Netz überführt und auf einer technischen Waage gewogen werden. Stellen Sie dann das Röhrchen in eine Porzellantasse und gießen Sie Wasser bis zur Markierung (30-50) mm hinein.

Die vollständige Sättigung der Kompostmischung mit Feuchtigkeit sollte durch tägliches Wiegen überprüft werden. Dazu wird das Röhrchen mit der Kompostmischung aus dem Gefäß mit Wasser entnommen, die überschüssige Feuchtigkeit vorsichtig mit Filterpapier angefeuchtet und gewogen. Das Erhalten ähnlicher Ergebnisse der vorherigen und nachfolgenden Wägung (der Unterschied beträgt nicht mehr als (0,05-0,12) g) weist auf die Feststellung einer konstanten Masse hin. Danach sollte die Kompostmischung aus dem Röhrchen in einen Porzellanbecher umgefüllt, gründlich gemischt und (10-15) g an verschiedenen Stellen entnommen werden, um den Feuchtigkeitsgehalt zu bestimmen. Der abgewogene Teil der Kompostmischung sollte in ein tariertes Glasgefäß gegeben werden und die Masse des Glases mit der Kompostmischung auf 0,01 genau bestimmt werden. Anschließend sollte die geöffnete Kiste in einen Trockenschrank gestellt und die Kompostmischung bei einer Temperatur von (100-105)°C auf eine konstante Masse getrocknet werden. Nach 6 Stunden Trocknung sollte die Biomasse zum ersten Mal gewogen werden, weitere Wiegen sollten alle 2 Stunden bis zur Gewichtskonstanz erfolgen.

Die Gesamtfuchtigkeitskapazität, GF , muss anhand der Formel berechnet werden:

$$GF = [(b-c)/(c-a)] \cdot 100, \quad (2.11)$$

wo a – Masse des leeren Beutels, g;

b – die Masse der Kiste mit der Kompostmischung vor dem Trocknen, g;

c – die Masse der Kiste mit der Kompostmischung nach dem Trocknen, g.

Der Gesamtfuchtigkeitsgehalt für jede Probe der Kompostmischung sollte dreimal bestimmt werden. Dann müssen Sie die Wassermenge ermitteln, die erforderlich ist, um die Kompostmischung auf 60% des vollen Feuchtigkeitsgehalts zu sättigen. Wenn beispielsweise der Gesamtfuchtigkeitsgehalt der Kompostmischung 38,8 % beträgt, sind 60 % davon 23,2 %, sodass bei Experimenten zur Sättigung der Biomasse auf 60 % des vollen Feuchtigkeitsgehalts für jedes Kilogramm trockene Biomasse 232 g / ml sollte Wasser hinzugefügt werden.

ABSCHNITT III. VERGLEICHENDE ANALYSE MÖGLICHER OPTIONEN DER BIOABFALLBEHANDLUNG IN USCHHOROD

3.1 Vergleichende Finanzanalyse möglicher Optionen für den Umgang mit Bioabfällen in der Stadt Uschhorod

Für die folgenden drei technischen Lösungen zur zentralen Verarbeitung von Bioabfällen durch Kompostierung in einer Kompostierstation wurde eine vergleichende Finanzanalyse möglicher Optionen der Bioabfallbewirtschaftung (einschließlich sortierter (getrennt gesammelter) Siedlungs- und Gewerbeabfälle aus Grünflächen und eines Teils der Bioabfälle aus gemischtem Hausmüll, die in der Stadt Uschhorod ankommen) durchgeführt:

- Option 1 (O1) – geschlossenes Bioabfall-Kompostierungssystem in Tunneln;
- Option 2 (O2) – kombiniertes Bioabfall-Kompostierungssystem in Mieten, bedeckt mit einer Membran mit Metallrahmen;
- Option 3 (O3) – ein offenes System zur Bioabfallkompostierung auf Deponien mit natürlicher Belüftung.

Die Einführung eines Systems zur zentralen Kompostierung getrennt gesammelter Bioabfälle in der Stadt Uschhorod erfordert Investitionen in die Vorbereitung des Standorts und in die Verarbeitungsausrüstung, die ausreicht, um bis zu 1.600 Tonnen Bioabfälle pro Jahr zu verarbeiten. Die Indikatoren des Masterplans der Kompostierstation nach verschiedenen technischen Lösungen für die Bioabfallverarbeitung sind in der Tabelle 3.1 dargestellt.

Tabelle 3.1 – Indikatoren des Masterplans der Kompostierstation nach verschiedenen technischen Lösungen für die Bioabfallverarbeitung

Nr	Charakteristisch	Einheit	Projektindikator		
			O1	O2	O3
1	Landfläche (Bedarf)	Ha	0,67	0,67	0,77
2	Der Bereich der Kompostierungsanlage	Ha	0,08	0,08	0,12
3	Lagerfläche für kommerziellen Kompost	Ha	0,10	0,10	0,12
4	Bereich von Autobahnen und asphaltierten Straßen	Ha	0,32	0,32	0,36
5	Landschaftsbaugebiet	Ha	0,17	0,17	0,17

Die geschätzten Kosten für den Bau einer Kompostierungsstation hängen stark von den örtlichen Gegebenheiten ab. Für die Berechnungen wurden die Indikatoren der Sammlungen der Ressourcenelementschätzungsstandards für Reparatur- und Bauarbeiten verwendet⁶². Der Preis kann bei Festlegung der örtlichen Gegebenheiten festgelegt werden. Der Gehaltsfonds basiert auf dem durchschnittlichen Gehalt in der Region Transkarpatien unter Berücksichtigung der akzeptierten Personalzahl der Kompostierstation.

3.1.1 Finanzielle Analyse der technischen Lösung zur Aufbereitung von Bioabfällen gemäß Option 1

Die ungefähre Personalliste der Mitarbeiter der Kompostierstation ist in der Tabelle 3.2 dargestellt.

Die elektrische Energiebilanz der Kompostierstation ist in der Tabelle 3.3 dargestellt, die technischen Kennzahlen der Kompostierstation sind in der Tabelle 3.4 dargestellt.

Die notwendigen Investitions(kapital)kosten für den Bau einer Kompostierstation sind in der Tabelle 3.5 dargestellt.

⁶² Geschätzte Normen der Ukraine. Standards zur Schätzung von Ressourcenelementen für Reparatur- und Bauarbeiten. Anweisungen zur Anwendung der Ressourcenelementschätzungsstandards für Reparatur- und Bauarbeiten (RESSr) // https://e-construction.gov.ua/laws_detail/2718383894184331215?doc_type=6

Tabelle 3.2 – Ungefähre Personalliste der Mitarbeiter der Kompostierstation gemäß Option 1

Nr	Position	Anzahl der Arbeiter, Personen
1	Leiter des Bezirks	1
2	Operator	3
3	Empfänger	1
4	Reparaturarbeiter	1
Gesamt		6

Anmerkungen: Zu den Aufgaben der Bediener gehören die Mietenbildung, die Einhaltung des Verhältnisses der Rohstoffkomponenten für die Kompostierung und Laboruntersuchungen der Hauptindikatoren sowie die Überwachung der Kompostqualität.

Tabelle 3.3 – Die Bilanz der elektrischen Energie der Kompostierstation gemäß Option 1

Nr	Name	Nummer, MW/Jahr	Die Stromkosten	
			Tarif, UAH pro kW	Summe, Millionen Griwna
1	Der Gesamtbedarf an Strom pro Jahr	24,0	1803,49	0,043

Anmerkungen: Die Berechnung erfolgte auf Grundlage des Tarifs vom 31.07.2023 für die 2. Klasse von Unternehmen, nämlich 1.803,49 UAH pro 1 kW. Der Berechnung zufolge beträgt der Gesamtstromverbrauch des Unternehmens 24 MW pro Jahr bei einer Lastberechnung von 1,6 Tsd. t/Jahr.

Tabelle 3.4 – Technische Indikatoren der Kompostierstation gemäß Option 1

Nr	Indikator	Wert
1	Produktionskapazität der Kompostierstation, t/Jahr	1 600
2	Anzahl der Arbeitsschichten/Stunden	1/8
3	Anzahl der Arbeitstage	250
4	Anzahl der Arbeitsstunden pro Jahr	2000
5	Menge des verarbeitbaren Bioabfalls, t/Jahr	1 600
6	Die Fläche des Grundstücks, die für die Kompostierstation benötigt wird, ha	0,67
7	Die Anzahl der Arbeitskräfte, Personen	6
8	Bauzeit der Kompostierungsanlagen, Monate	12

Tabelle 3.5 – Investitions(kapital)kosten für den Bau einer Kompostierstation nach Option 1.

Name der Ausgaben	Geschätzter Wert,	
	Millionen Griwna	Millionen Euro
Kapitalkosten für den Bau von Kompostieranlagen	6,4	0,159
Einschließlich Kosten für Bau- und Installationsarbeiten	1,6	0,040
Kosten für Design und Urheberrecht, technische Überwachung	1,3	0,032
Gesamt:	7,7	0,191

Anmerkungen: Zum 31.07.2023 beträgt der Euro-Hrywnja-Wechselkurs 40,26 Griwna für 1 Euro

3.1.2 Finanzielle Analyse der technischen Lösung zur Aufbereitung von Bioabfällen gemäß Option 2

Die ungefähre Personalliste der Mitarbeiter der Kompostierstation ist in der Tabelle 3.6 dargestellt.

Tabelle 3.6 – Geschätzte Personalliste der Mitarbeiter der Kompostierstation gemäß Option 2

Nr	Position	Anzahl der Arbeiter, Personen
1	Leiter des Bezirks	1
2	Operator	3
3	Empfänger	1
4	Reparaturarbeiter	1
Gesamt		6

Anmerkungen: Zu den Aufgaben der Bediener gehören die Mietenbildung, die Einhaltung des Verhältnisses der Rohstoffbestandteile für die Kompostierung und die Laboruntersuchung der Hauptindikatoren sowie die Überwachung der Kompostqualität.

Die elektrische Energiebilanz der Kompostierstation ist in der Tabelle 3.7 dargestellt, die technischen Kennzahlen der Kompostierstation sind in der Tabelle 3.8 dargestellt.

Die notwendigen Investitions(kapital)kosten für den Bau einer Kompostierstation sind in der Tabelle 3.9 dargestellt.

Tabelle 3.7 – Die Bilanz der elektrischen Energie der Kompostierstation gemäß Option 2

Nr	Name	Nummer, MW/Jahr	Die Stromkosten	
			Tarif, UAH pro kW	Summe, Millionen Griwna
1	Der Gesamtbedarf an Strom pro Jahr	16,0	1803,49	0,029

Anmerkungen: Die Berechnung erfolgte auf Grundlage des Tarifs vom 31.07.2023 für die 2. Klasse von Unternehmen, nämlich 1.803,49 UAH pro 1 kW. Der Berechnung zufolge wird der Gesamtstromverbrauch des Unternehmens 16 MW pro Jahr betragen, bei einer Lastberechnung von 1,6 Tausend t/Jahr.

Tabelle 3.8 – Technische Indikatoren der Kompostierstation gemäß Option 2

Nr	Indikator	Wert
1	Produktionskapazität der Kompostierstation, t/Jahr	1 600
2	Anzahl der Arbeitsschichten/Stunden	1/8
3	Anzahl der Arbeitstage	250
4	Anzahl der Arbeitsstunden pro Jahr	2000
5	Menge des verarbeitbaren Bioabfalls, t/Jahr	1 600
6	Die Fläche des Grundstücks, die für die Kompostierstation benötigt wird, ha	0,67
7	Die Anzahl der Arbeitskräfte, Personen	6
8	Bauzeit der Kompostierungsanlagen, Monate	12

Tabelle 3.9 – Investitions(kapital)kosten für den Bau einer Kompostierstation nach Option 2

Name der Ausgaben	Geschätzter Wert,	
	Millionen Griwna	Millionen Euro
Kapitalkosten für den Bau von Kompostieranlagen	6,10	0,152
Einschließlich Kosten für Bau- und Installationsarbeiten	1,53	0,038
Kosten für Design und Urheberrecht, technische Überwachung	1,20	0,030
Gesamt:	7,30	0,182

Anmerkungen: Zum 31.07.2023 beträgt der Euro-Hrywnja-Wechselkurs 40,26 Griwna für 1 Euro

3.1.3 Finanzielle Analyse der technischen Lösung zur Aufbereitung von Bioabfällen gemäß Option 3

Die ungefähre Personalliste der Mitarbeiter der Kompostierstation ist in der Tabelle 3.10 dargestellt.

Tabelle 3.10 – Ungefähre Personalliste der Mitarbeiter der Kompostierstation gemäß Option 3

Nr	Position	Anzahl der Arbeiter, Personen
1	Leiter des Bezirks	1
2	Operator	3
3	Empfänger	1
4	Reparaturarbeiter	1
Gesamt		6

Anmerkungen: Zu den Aufgaben der Bediener gehören die Mietenbildung, die Einhaltung des Verhältnisses der Rohstoffbestandteile für die Kompostierung und die Laboruntersuchung der Hauptindikatoren sowie die Überwachung der Kompostqualität.

Die elektrische Energiebilanz der Kompostierstation ist in der Tabelle 3.11 dargestellt, technische Indikatoren der Kompostierstation – in der Tabelle 3.12.

Die notwendigen Investitions(kapital)kosten für den Bau einer Kompostierstation sind in der Tabelle 3.13 dargestellt.

Tabelle 3.11 – Die Bilanz der elektrischen Energie der Kompostierstation gemäß Option 3

Nr	Name	Nummer, MW/Jahr	Die Stromkosten	
			Tarif, UAH pro kW	Summe, Millionen Griwna
1	Der Gesamtbedarf an Strom pro Jahr	3,20	1803,49	0,006

Anmerkungen: Die Berechnung erfolgte auf Grundlage des Tarifs vom 31.07.2023 für die 2. Klasse von Unternehmen, nämlich 1.803,49 UAH pro 1 kW. Der Gesamtstromverbrauch des Unternehmens wird der Berechnung zufolge 3,2 MW pro Jahr bei einer Lastberechnung von 1,6 Tsd. t/Jahr betragen.

Tabelle 3.12 – Technische Indikatoren der Kompostierstation gemäß Option 3

Nr	Indikator	Wert
1	Produktionskapazität der Kompostierstation, t/Jahr	1 600
2	Anzahl der Arbeitsschichten/Stunden	1/8
3	Anzahl der Arbeitstage	250
4	Anzahl der Arbeitsstunden pro Jahr	2000
5	Menge des verarbeitbaren Bioabfalls, t/Jahr	1 600
6	Die Fläche des Grundstücks, die für die Kompostierstation benötigt wird, ha	0,77
7	Die Anzahl der Arbeitskräfte, Personen	6
8	Bauzeit der Kompostierungsanlagen, Monate	12

Tabelle 3.13 – Investitions(kapital)kosten für den Bau einer Kompostierstation gemäß Option 3

Name der Ausgaben	Geschätzter Wert,	
	Millionen Griwna	Millionen Euro
Kapitalkosten für den Bau von Kompostieranlagen	4,48	0,111
Einschließlich Kosten für Bau- und Installationsarbeiten	1,12	0,028
Kosten für Design und Urheberrecht, technische Überwachung	1,00	0,025
Gesamt:	5,48	0,136

Anmerkungen: Zum 31.07.2023 beträgt der Euro-Hrywnja-Wechselkurs 40,26 Griwna für 1 Euro

3.1.4 Vergleichende Finanzanalyse verschiedener technischer Lösungen zur Bioabfallverarbeitung

Es wird eine vergleichende Finanzanalyse der möglichen Umsetzung von drei Optionen für den Umgang mit Bioabfällen gegeben, darunter sortierte (getrennt gesammelte) Siedlungs- und Gewerbeabfälle aus Grünflächen und ein Teil der Bioabfälle aus gemischtem Hausmüll, die in der Stadt Uschhorod ankommen in der Tabelle 3.14 dargestellt.

Tabelle 3.14 – Vergleichende Finanzanalyse verschiedener Möglichkeiten der Bioabfallbewirtschaftung in der Stadt Uschhorod (Stand Inbetriebnahme der Kompostierstation, 2025)

Nr	Eigenschaften von Indikatoren	Maßeinheit	O1	O2	O3
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 P. 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 P. 1)	t/Jahr	240	240	240
4	Die Menge des Feuchtigkeitsverbrauchs (Filtrat, Verdunstung der Mischung) bei der Verarbeitung von Bioabfällen (45 % von P. 1)	t/Jahr	640	640	640
5	Installationskapazität der Kompostierstationsausrüstung	kWt	15	10	2
6	Mengen des Stromverbrauchs pro Jahr (P. 5 und P. 1)	kW/Jahr	24 000	16 000	3 200
7	Mengen des Wasserverbrauchs der Kompostierungsstation für technologische, wirtschaftliche und Trinkbedürfnisse	m ³ /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	6,40	6,10	4,48
10	Kapitalkosten für den Kauf von Maschinen und Mechanismen	Millionen Griwna	8,96	7,68	6,72
11	Kapitalkosten für Design, Urheberrecht und technische Überwachung	Millionen Griwna	1,3	1,2	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
12.2	– für zentrale Entwässerung	Millionen Griwna/Jahr	0,008	0,008	0,008

Nr	Eigenschaften von Indikatoren	Maßeinheit	O1	O2	O3
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	0,043	0,029	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	16,66	14,98	12,20
20	Geschäftsaufwand	Millionen Griwna/Jahr	2,05	2,04	2,02
22	Kosten für kommerziellen Kompost	Griwna/Tonne	3210,00	3188,13	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	884,00	875,25	860,88

Nach den Ergebnissen einer vergleichenden Finanzanalyse der möglichen Optionen für die Umsetzung und Implementierung technischer Lösungen für die Bewirtschaftung von Bioabfällen in der Stadt Uschhorod, einschließlich sortierter (getrennt gesammelter) Siedlungs- und Gewerbeabfälle aus Grünflächen und Teilen davon Bioabfälle aus gemischten Abfällen, die in der Stadt Uschhorod anfallen, wird Folgendes festgestellt:

- Der Indikator für den Grad der Bioabfallbehandlung beträgt für alle Varianten technischer Behandlungslösungen 85 %, der Grad der Abfallentsorgung wird durch die Gewinnung von Bioabfällen auf 15 % reduziert;
- Abhängig von der gewählten Variante der technischen Lösung zur Verarbeitung von Bioabfällen betragen die Kosten für die Kompostierung zu Beginn der Projektumsetzung etwa 860,88 bis 884,00 UAH/t (ohne Berücksichtigung des geplanten Gewinns);
- Geringere Kosten für die Kompostierung erfordern die einfachste technische Lösung für die Bioabfallverarbeitung – ein offenes System der Kompostierung auf Deponien mit natürlicher Belüftung;
- Die Kosten der Kompostierung nach jeder Variante der technischen Behandlungslösung hängen direkt von der Menge der verarbeiteten Bioabfälle ab und können bei steigender Menge der Bioabfallverarbeitung entsprechend schrittweise gesenkt werden, auch durch die Übernahme der zulässigen Bioabfallmenge Nachbargemeinden und die Möglichkeit, den fertigen Kompost gewinnbringend zu verkaufen (die Einnahmen aus dem Einzelhandelsverkauf von Produkten können bis zu 0,64 Millionen Griwna/Jahr betragen).

SCHLUSSFOLGERUNGEN ZUM TEIL II

Basierend auf den Ergebnissen der Arbeiten in Phase II der Studie „Bewertung der technischen Fähigkeiten, Finanzanalyse und Machbarkeitsstudie des Systems zur getrennten Sammlung von Sekundärrohstoffen“, Teil II „Machbarkeitsstudie der am besten geeigneten technischen Lösung für den Umgang mit organischen Abfällen, sortierten kommunalen und gewerblichen Grünabfällen in der Stadt Uschhorod“, lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- 1) Das System zum Umgang mit städtischen und gewerblichen Bioabfällen, einschließlich Abfällen aus Grünflächen und anderen biologisch abbaubaren Abfällen, umfasst eine Reihe von Maßnahmen für deren Sammlung, Transport und Verarbeitung (Verwertung und Entsorgung) in speziellen Abfallbehandlungsanlagen. Für eine qualitativ hochwertige Vorbereitung zur Verarbeitung sollten Bioabfälle nicht mit anderen Abfallarten oder Materialien mit anderen Eigenschaften vermischt, also getrennt gesammelt werden. Die getrennte Sammlung von Bioabfällen sollte der Verarbeitungsstufe vorausgehen, was zusätzlich zur Effizienz des gesamten Weiterverarbeitungsprozesses beiträgt;
- 2) Eine der vorrangigen Entwicklungsrichtungen im Bereich der Bioabfallwirtschaft, einschließlich getrennt gesammelter städtischer und gewerblicher Abfälle aus Grünflächen und eines Teils der Bioabfälle aus gemischten Siedlungsabfällen, in der Stadt Uschhorod ist der Einsatz der biologischen Behandlung Methoden (anaerobe Fermentation und aerobe Kompostierung), die es ermöglichen, das Abfallvolumen bei der Gewinnung von Zielprodukten zu reduzieren (einschließlich der Rückführung eines Teils der organischen Materialien zur Wiederverwendung) und die Menge des auf Mülldeponien zu entsorgenden Abfalls erheblich zu reduzieren;
- 3) Basierend auf den Merkmalen der gängigsten Methoden zur Behandlung von Bioabfällen, der verfügbaren Menge an Aufkommen und der Zusammensetzung von Bioabfallbestandteilen in der Stadt Uschhorod sowie der Verwendung der anaeroben Fermentationstechnologie von Bioabfällen für die Bedingungen der Stadt Uschhorod ist aufgrund der besonderen Anforderungen an den Betrieb solcher Anlagen und der hohen Kosten für die Umsetzung und den weiteren Betrieb unpraktisch. Langfristig ist die Einführung der Methode der anaeroben Vergärung von Bioabfällen jedoch möglich, wenn es wirtschaftlich machbar ist;
- 4) Ab 2023 ist die Kompostierungsmethode die optimale Methode zur Handhabung getrennt gesammelter Bioabfälle für den Einsatz in der Stadt Uschhorod. Es ist einfacher, entspricht aber eher den Anforderungen der Umweltsicherheit und erfordert im Vergleich zu alternativen Methoden der Abfallbehandlung die geringsten Kapitalinvestitionen und Betriebskosten.;
- 5) Trotz der Einfachheit der Kompostierungsmethode erfordert ihre Umsetzung die Einhaltung der relevanten Anforderungen an den Prozess und die Überwachung (Aufbereitung von Bioabfällen, schrittweises Management der Zersetzung (Belüftung der Mieten, Aufrechterhaltung des Feuchtigkeitsniveaus, Drehen der Mieten), Veredelung des fertigen Komposts (Siebung und Trennung von Verunreinigungen) sowie die Umsetzung von Maßnahmen zur Minimierung verschiedener Emissionen (Geruch, Lärm, Mikroorganismen, Flüssigkeit, Gase);
- 6) Angesichts der Tatsache, dass das Spektrum der Kompostierungstechnologien äußerst breit ist und von einfach bis technisch komplex und mit präziser Verwaltung reicht, wurde eine vergleichende Analyse von drei möglichen technischen Lösungen für die zentrale Kompostierung von Bioabfällen zur Implementierung und Umsetzung in der Stadt Uschhorod durchgeführt:
 - geschlossenes Kompostierungssystem in Tunneln (geschlossene Reihen);
 - kombiniertes Kompostierungssystem in abgedeckten Mieten (Bleche, Membran mit Metallrahmen);
 - Offenes Kompostierungssystem in den Mieten mit Belüftung;

- 7) Die Einführung eines Systems zur zentralen Kompostierung getrennt gesammelter Bioabfälle in der Stadt Uschhorod erfordert Investitionen in den Bau einer Kompostierstation mit einer Kapazität von 1.600 Tonnen Bioabfällen pro Jahr. Berechnungen ergaben eine ungefähre Personalliste von Mitarbeiter, die Bilanz der elektrischen Energie, technische Kennzahlen der Kompostierungsstation und die notwendigen Investitions (Kapital-) kosten für deren Bau nach verschiedenen technischen Lösungen;
- 8) basierend auf den Ergebnissen einer vergleichenden Finanzanalyse möglicher Optionen für die Umsetzung technischer Lösungen für die Bewirtschaftung von Bioabfällen in der Stadt Uschhorod, einschließlich sortierter (getrennt gesammelter) Siedlungs- und Gewerbeabfälle aus Grünflächen und eines Teils der Bioabfälle aus erhaltenen Mischabfällen in der Stadt Uschhorod wurde festgestellt, dass je nach gewählter Option der technischen Lösung zur Verarbeitung von Bioabfällen die Kosten für die Kompostierung zu Beginn der Projektumsetzung zwischen etwa 860,88 und 884,00 UAH/t (ohne geplanten Gewinn) liegen werden. Zum Vergleich: Die Kompostierungskosten in EU-Ländern betragen 1.098-2.562 UAH/t (30-70 EUR/t). Niedrigere Kompostierungskosten sind durch die einfachste technische Lösung für die Verarbeitung von Bioabfällen erforderlich – ein offenes Kompostierungssystem in Deponien mit natürlicher Belüftung;
- 9) Die Zusammenarbeit der Gebietskörperschaften in jedem Bereich ist ein Instrument, mit dem die Gemeinden zusätzliche Mittel anziehen und große Projekte umsetzen können, die sie alleine nicht umsetzen können, die Qualität der Leistungserbringung verbessern und zusätzliche Einnahmen erzielen können. Für die erfolgreiche Umsetzung des Projekts sind eine detaillierte Planung, die Berechnung möglicher Risiken, die Vertragserstellung und eine erfolgreiche Kommunikation zwischen den Gemeinden erforderlich. In der Anfangsphase der Umsetzung des Abfallwirtschaftssystems können Nachbargemeinden als potenzielles Versorgungsgebiet in Betracht gezogen werden, da der Bau einer Abfallbehandlungsanlage wirtschaftlich günstiger ist, wenn die angrenzenden Gemeinden versorgt werden. Es ist notwendig, eine detaillierte Analyse alternativer Optionen für die Planung eines rationalen Modells des Haushaltsabfallmanagementsystems in jeder der Gebietskörperschaften durchzuführen. Gleichzeitig müssen die Interaktionsgrenzen ausreichend Ressourcen abdecken und die Vorteile der räumlichen Nähe optimal nutzen;
- 10) Die Kosten der Kompostierung je nach Variante der technischen Behandlungslösung hängen direkt von der Menge des verarbeiteten Bioabfalls ab. Sie können schrittweise reduziert werden, indem das Volumen der Bioabfallverarbeitung unter Berücksichtigung des hohen Anteils von Bioabfällen im Hausmüll erhöht wird, unter anderem durch die Übernahme der zulässigen Menge an Bioabfällen aus Nachbargemeinden und die Möglichkeit des Verkaufs Fertigkompost mit Gewinn (die Einnahmen aus dem Einzelhandelsverkauf der Produkte können bis zu 0,64 Mio. UAH/Jahr betragen).

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.

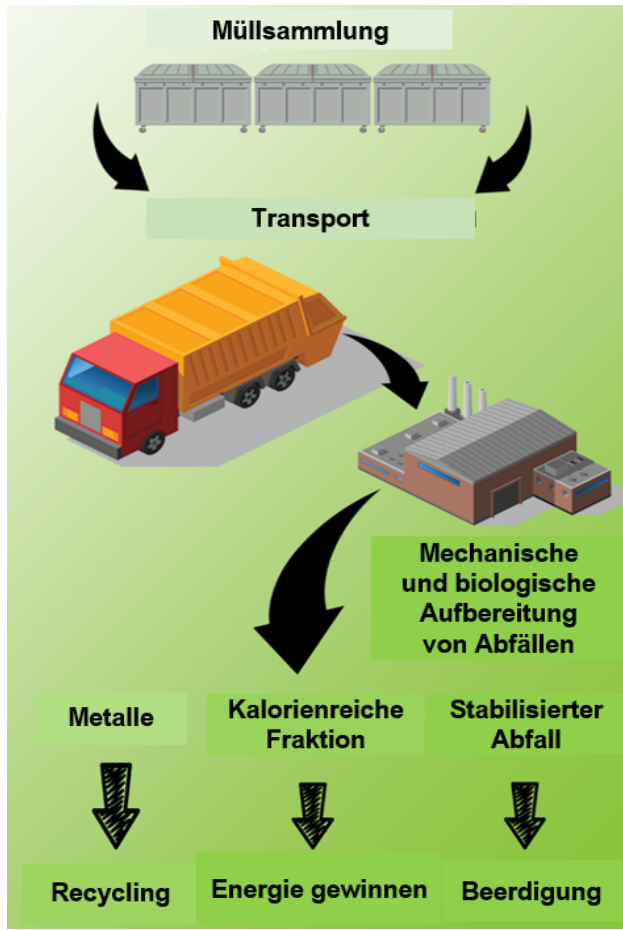
27. "Über die Verbesserung der Siedlungen". Gesetz der Ukraine vom 6. September 2005. № 2807-IV.
28. DK-005-96 Staatlicher Abfallklassifizierer. Staatlicher Standard der Ukraine. – K.: 1996.
29. "Über die Genehmigung des Abfallklassifizierungsverfahrens und des nationalen Abfallverzeichnisses". Beschluss 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 Haupttrichtungen 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.

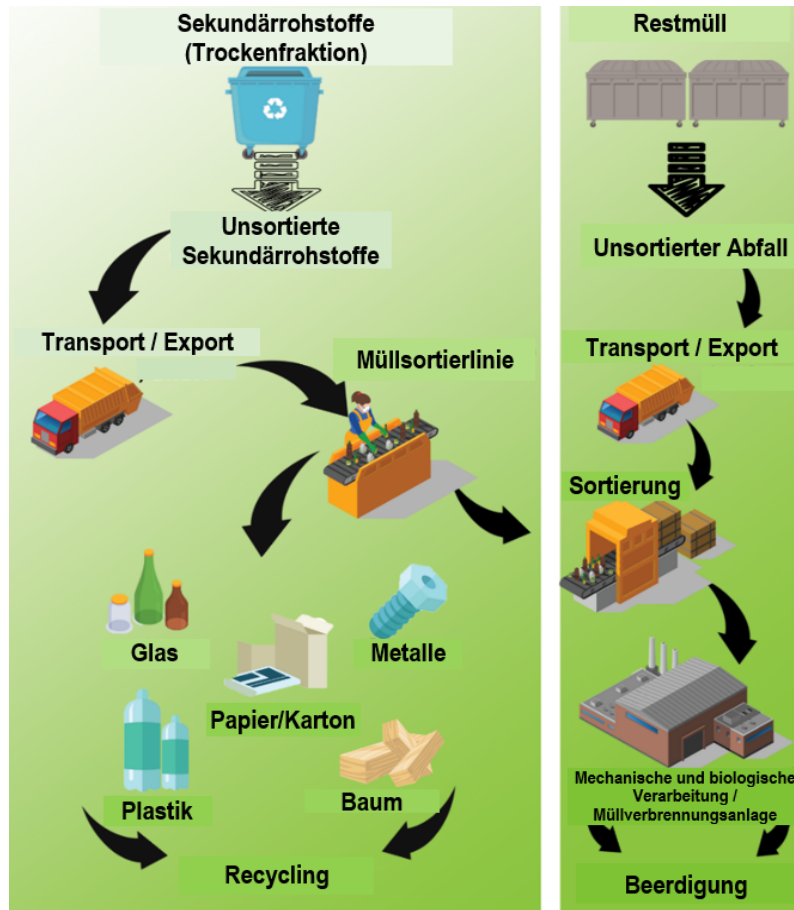
ANHÄNGE

ANHANG A.
**MÖGLICHKEITEN DER HAUSMÜLLVERWALTUNG (EINSCHLIESSLICH GETRENNT
 GESAMMELTER SEKUNDÄRROHSTOFFE) IN USCHHOROD**

Option „Mechanisch-biologische Restmüllbehandlung“										
Technologisches Schema	Beschreibung									
 <p style="text-align: center;">Müllsammlung</p> <p style="text-align: center;">Transport</p> <p style="text-align: center;">Mechanische und biologische Aufbereitung von Abfällen</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Metalle</td> <td>Kalorienreiche Fraktion</td> <td>Stabilisierter Abfall</td> </tr> <tr> <td>↓</td> <td>↓</td> <td>↓</td> </tr> <tr> <td>Recycling</td> <td>Energie gewinnen</td> <td>Beerdigung</td> </tr> </table>	Metalle	Kalorienreiche Fraktion	Stabilisierter Abfall	↓	↓	↓	Recycling	Energie gewinnen	Beerdigung	<p>Müllsammlung: Der Hausmüll wird von den Haushalten in Form von gemischtem Restmüll (Sekundärrohstoffe werden in getrennten Behältern gesammelt) in dafür vorgesehenen Behältern (gemäß SSTB 8476:2015) oder Säcken selbstständig gesammelt. Hierfür eignen sich mobile Container für Abfälle vom Typ KMP-Klasse 2-4 und für Kleinmengen – Säcke, die auch für ein Plan- und Hofabfallsammelsystem eingesetzt werden können.</p> <p>Transport von Abfällen: Die Abfuhr aller gesammelten Abfälle erfolgt in der Regel durch eines von mehreren möglichen, speziell ausgerüsteten Müllsammelfahrzeugen. Es gibt Müllfahrzeuge mit Heck-, Front- und Seitenbeladung in verschiedenen Ausführungen, die unter Berücksichtigung der tatsächlichen örtlichen Gegebenheiten ausgewählt werden. Der Abtransport der Abfälle zur Anlage zur mechanischen und biologischen Behandlung erfolgt mit denselben Fahrzeugen (Müllwagen). Je kürzer die Transportstrecke des Abfalls ist, desto höher ist die Effizienz des gesamten Systems.</p> <p>Abfallbehandlung: Abfälle werden in einer mechanisch-biologischen Behandlungsanlage mit mechanischen und biologischen Verfahren aufbereitet, um Gewicht und Volumen des Abfalls zu reduzieren und ihn für den Transport zur Abfalldeponie zu stabilisieren. Metalle und kalorienreiche Fraktionen werden durch mechanische Verfahren aus dem Abfallstrom abgetrennt. Biologische Prozesse (Rotte oder Fermentation) sorgen für die Trocknung und biologische Zersetzung der Abfälle und tragen so zu deren Stabilisierung bei. Je nach Technologiemodell entsteht am Ausgang entweder stabilisierter Abfall (bei der mechanisch-biologischen Behandlung), der zur Abfalldeponie transportiert wird, oder stabilisierter Sekundärbrennstoff (bei der Stabilisierungsbehandlung).</p> <p>Die gewonnenen Sekundärrohstoffe werden an die entsprechenden Industriebetriebe zurückgegeben und die stabilisierten Abfälle und Restabfälle werden zur sicheren Entsorgung auf Deponien verbracht</p>
Metalle	Kalorienreiche Fraktion	Stabilisierter Abfall								
↓	↓	↓								
Recycling	Energie gewinnen	Beerdigung								

Option „Getrennte Sammlung von Sekundärrohstoffen (in einem gemeinsamen Behälter)“

Technologisches Schema



Beschreibung

Müllsammung: Durch die getrennte Sammlung von Sekundärrohstoffen kann die Abfallmenge, die an die Orte ihrer Beseitigung gelangt, deutlich reduziert werden. Die sogenannten Container „Trockenfraktion (Sekundärrohstoffe)“ stellen ein akzeptables und kostengünstiges System zur Sammlung verschiedener Arten von Sekundärrohstoffen dar. Prinzipiell werden bei diesem System zwei Abfallfraktionen gesammelt: 1) trockene Sekundärrohstoffe und 2) restlicher Mischabfall.

Für die Sammlung von Sekundärrohstoffen können unterschiedliche Behälter verwendet werden, beispielsweise mobile Behälter für Abfälle vom Typ KMP oder KSS der Klassen 1-4 gemäß SSTB 8476:2015, Säcke. Es besteht auch die Möglichkeit, spezielle Lagerbehälter zu verwenden.

Der Transport von Wertstoffen erfolgt in der Regel in Müllfahrzeugen mit Heck- oder Seitenbeladung. Gleichzeitig empfiehlt es sich, die Wertstoffe mit Müllwagen direkt zur Sortierlinie zu bringen.

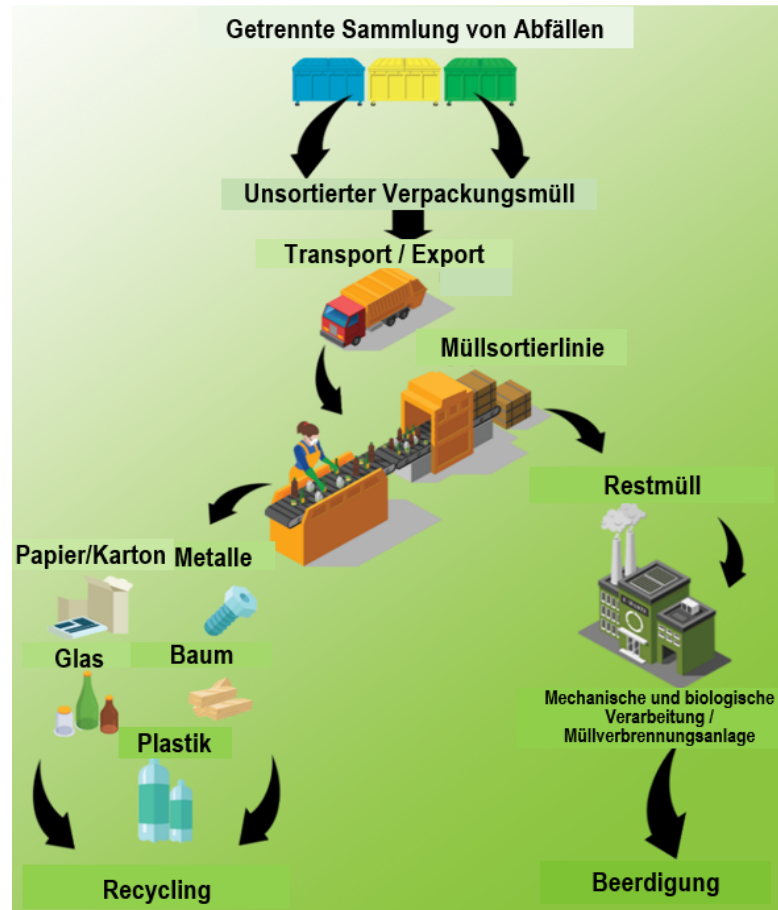
Abfallbehandlung: Auf der Sortierlinie (befindet sich im MBB-Komplex) werden Abfälle mithilfe verschiedener mechanischer und manueller Verfahren sowie teil- oder vollautomatischer Sortiervorgänge in verschiedene Fraktionen getrennt. Zu den wichtigsten Fraktionen gehören Altglas, Altpapier/Pappe, Holz, Eisenmetalle, Nichteisenmetalle und Kunststoffe. Abhängig von der Marktnachfrage können Fraktionen von Altpapier, Eisen- und Nichteisenmetallen einer zusätzlichen Sortierung nach Qualitäten unterzogen werden.

Die Verarbeitung restlicher Mischabfälle erfolgt auf allen technologischen Stufen der MBB.

Option „Getrennte Sammlung von Sekundärrohstoffen (in getrennten Behältern)“

Technologisches Schema

Beschreibung



Müllsammung: Durch die getrennte Sammlung von Sekundärrohstoffen können Sie die Abfallmenge, die auf Deponien landet, deutlich reduzieren. Für die Sammlung von Sekundärrohstoffen können unterschiedliche Behälter verwendet werden, beispielsweise mobile Behälter für Abfälle vom Typ KMP oder KSS der Klassen 1-4 gemäß SSTB 8476:2015, Säcke. Es besteht auch die Möglichkeit, spezielle Lagerbehälter zu verwenden.

Der Transport von Wertstoffen erfolgt in der Regel in Müllfahrzeugen mit Heck- oder Seitenbeladung, manchmal auch mit Frontbeladung. Der Transport von Großcontaineranlagen und Behältern zur Abfallsammlung erfolgt mit Spezialfahrzeugen, die mit entsprechenden Fahrgestellen und Hebe- und Entladevorrichtungen ausgestattet sind. Das Modell des Müllwagens wird je nach örtlichen Gegebenheiten ausgewählt. Gleichzeitig empfiehlt es sich, die Wertstoffe mit Müllwagen direkt zur Sortierlinie zu bringen.

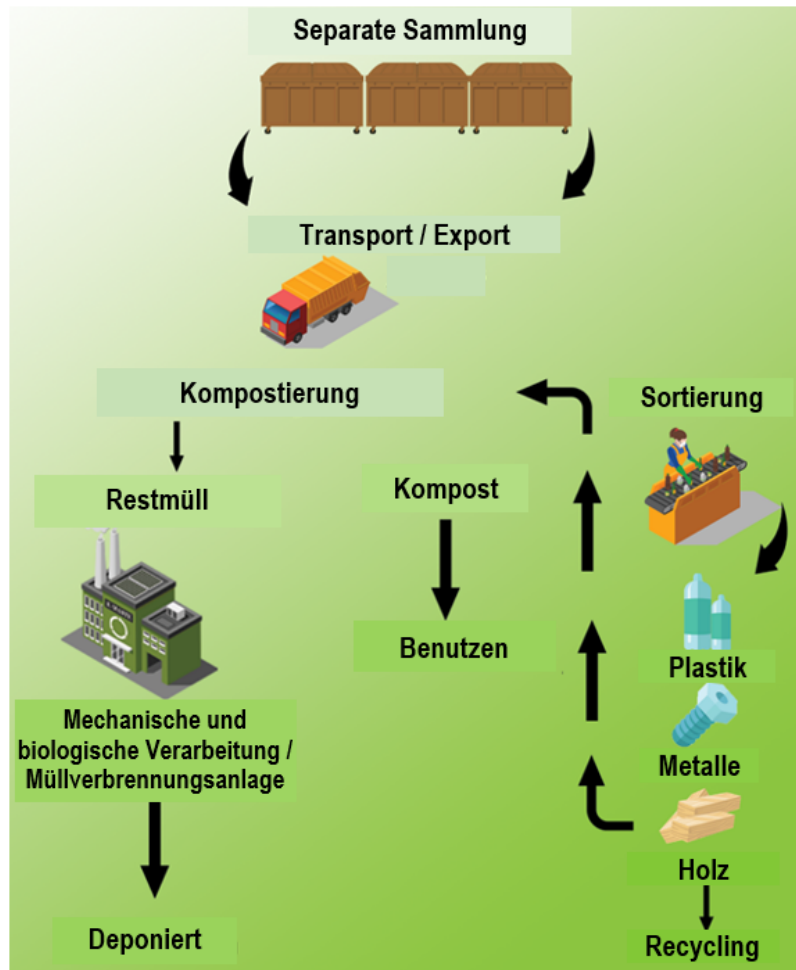
Abfallbehandlung: Auf der Sortierlinie (befindet sich im MBB-Komplex) werden Abfälle mithilfe verschiedener mechanischer und manueller Verfahren sowie teil- oder vollautomatischer Sortiervorgänge in verschiedene Fraktionen getrennt. Zu den wichtigsten Fraktionen zählen Altglas, Altpapier/Pappe, Holz, Eisenmetalle, Nichteisenmetalle und Kunststoffe. Abhängig von der Marktnachfrage können Fraktionen von Altpapier, Eisen- und Nichteisenmetallen einer zusätzlichen Sortierung nach Qualitäten unterzogen werden.

Die Verarbeitung restlicher Mischabfälle erfolgt auf allen technologischen Stufen der MBB

Option „Kompostierung getrennt gesammelter Bioabfälle“.

Technologisches Schema

Beschreibung



Müllsammlung: 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 gesamten Systems.

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.

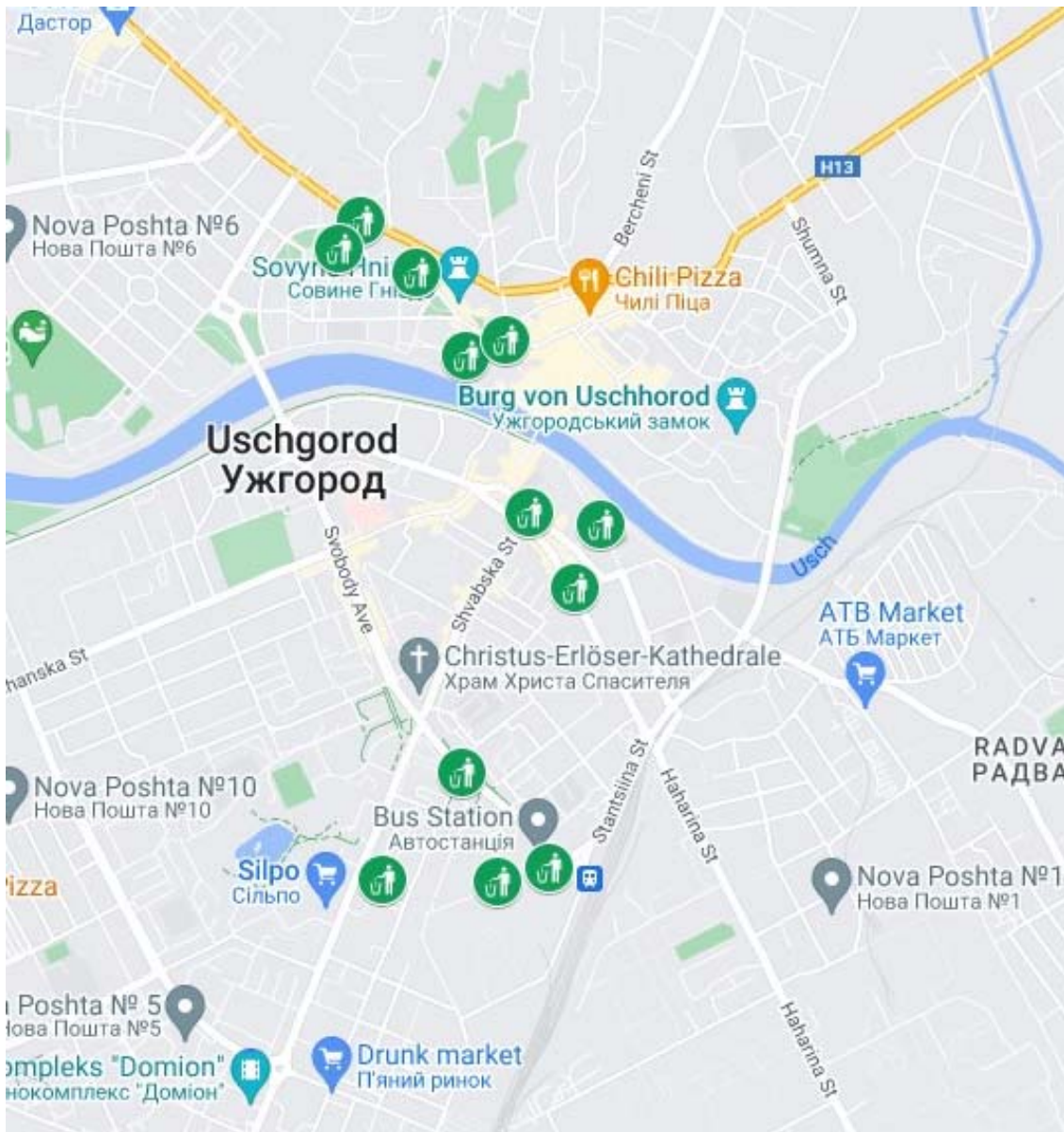
Abfallbehandlung: Bioabfälle werden zu einer Kompostieranlage gebracht mit dem Ziel, daraus kommerziellen Kompost herzustellen, der zur Bodenverbesserung in der Landwirtschaft oder anderen Bereichen eingesetzt werden kann. Bei der Sortierung des Materials vor und nach der Kompostierung werden Inertanteile 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.
UNTERIRDISCHE CONTAINERSYSTEME FÜR DIE HAUSMÜLLSAMMLUNG**

**Empfohlene Orte für die Installation von unterirdischen
Containern auf dem Gebiet der Stadt Uschhorod⁶³**



– der Ort der Installation des unterirdischen Containers

⁶³ <http://surl.li/latyb>

ANHANG C.
MÖGLICHKEITEN FÜR DIE INSTALLATION VON CONTAINERPLÄTZEN MIT
UNTERIRDISCHEN CONTAINERN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER LAGE DER
UNTERIRDISCHEN NETZWERKE IN DER STADT USCHHOROD

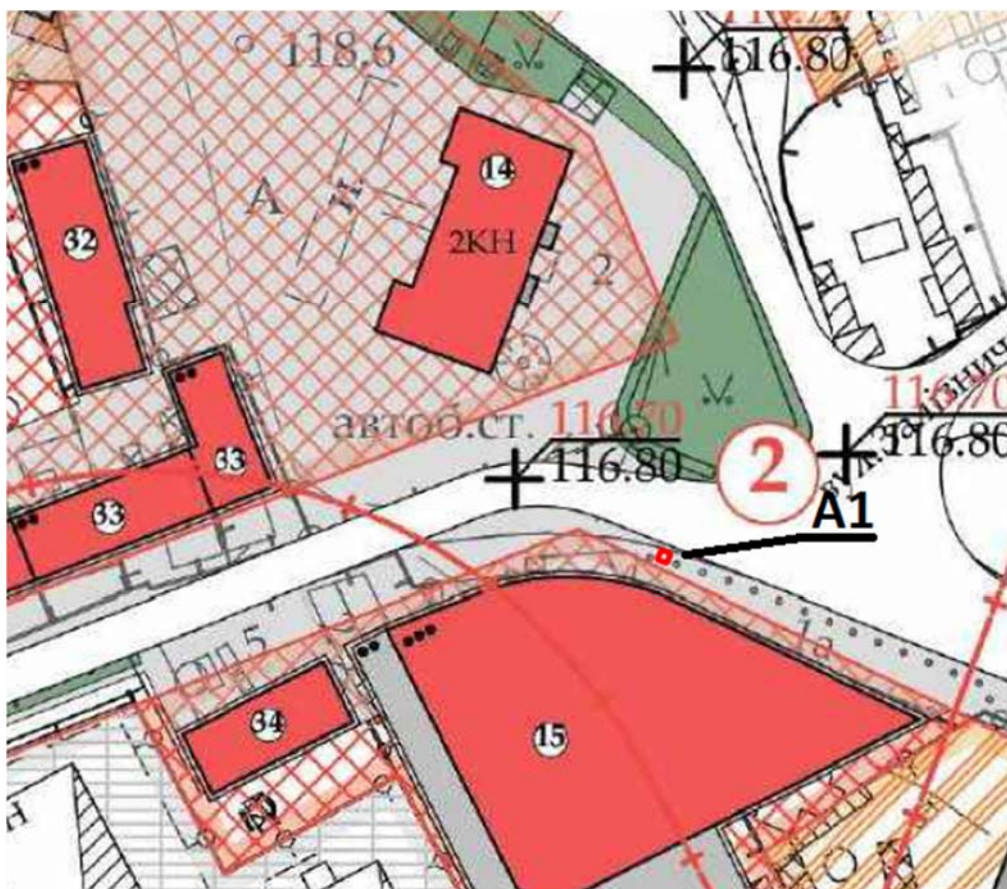


Abbildung C.1



Abbildung C.2



Abbildung C.3



Abbildung C.4

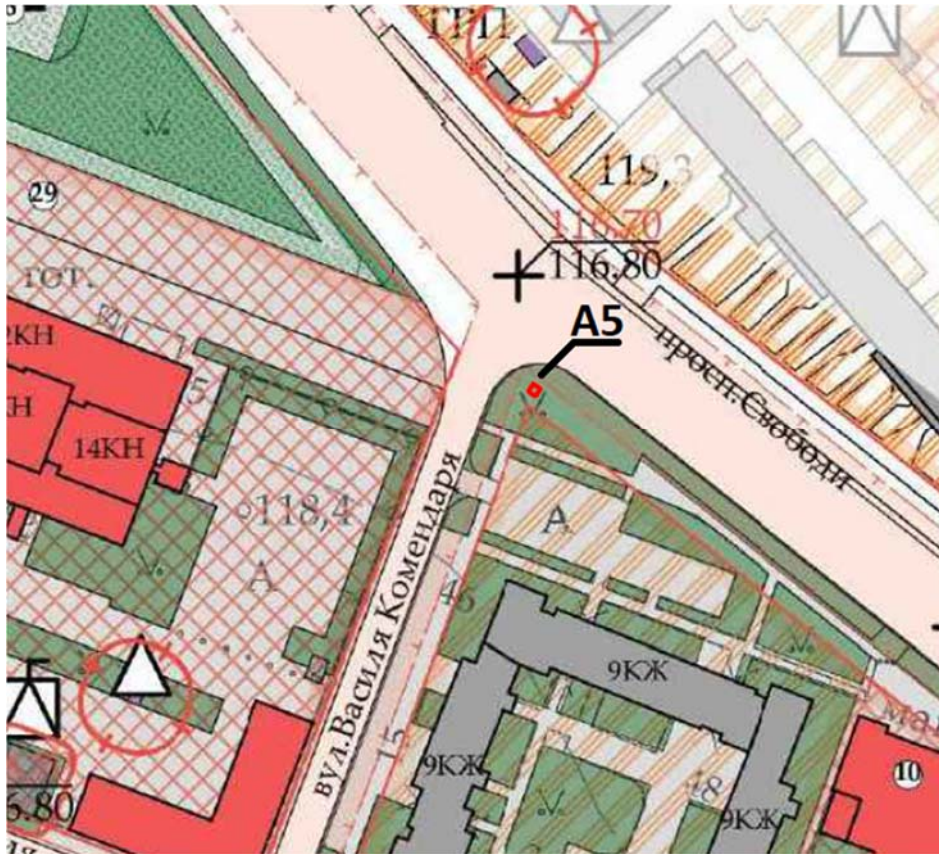


Abbildung C.5



Abbildung C.6

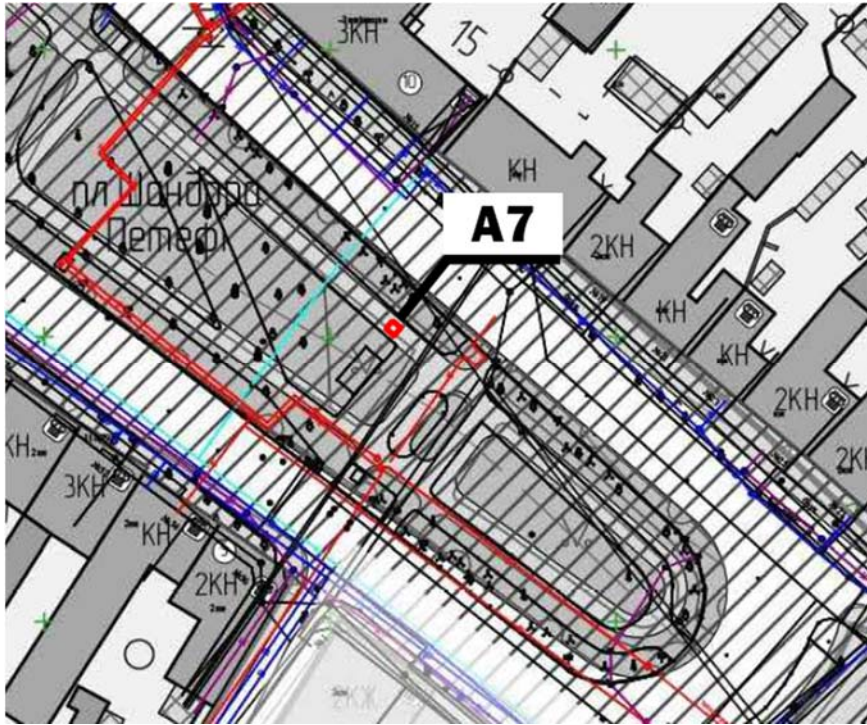


Abbildung C.7



Abbildung C.8

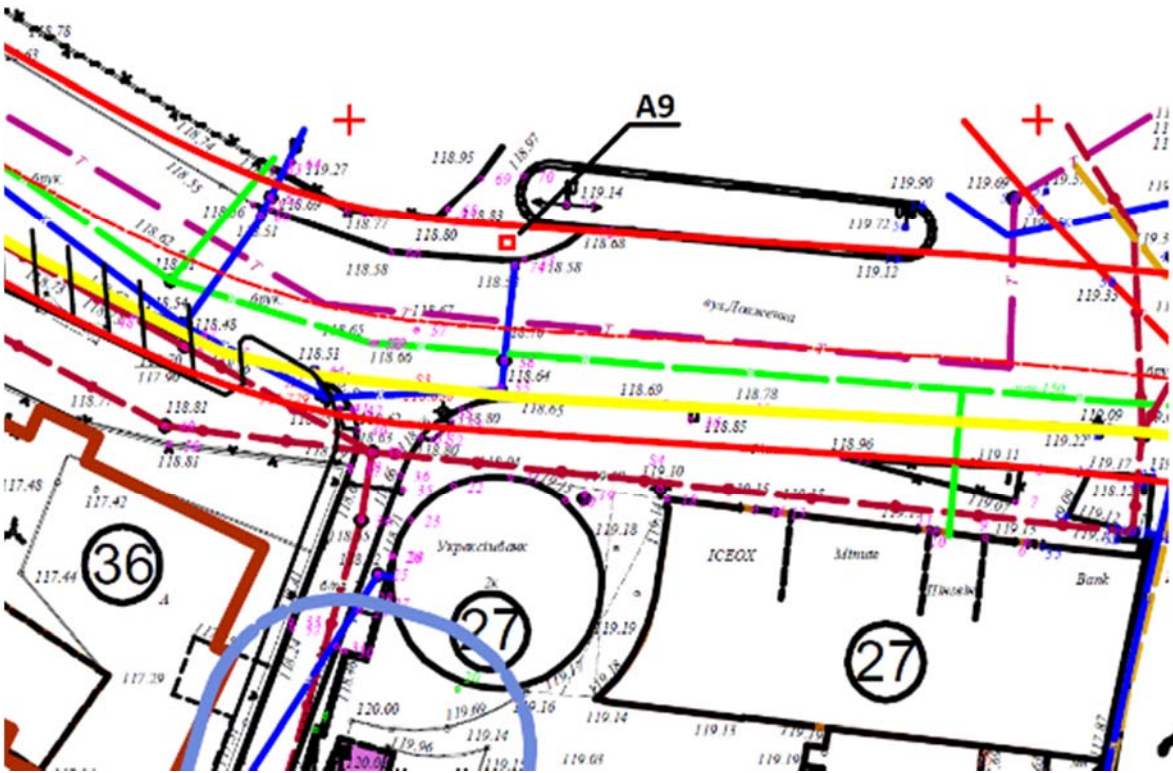


Abbildung C.9

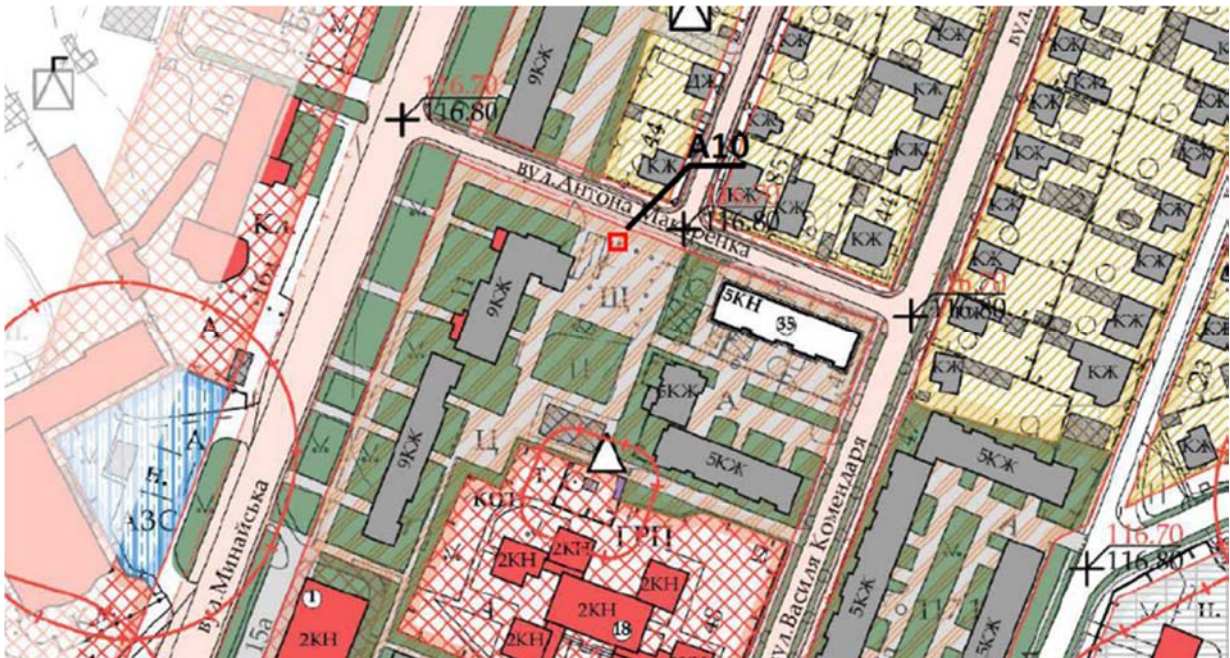


Abbildung C.10



Abbildung C.11



Abbildung C.12

ANHANG D.
KOMMERZIELLER VORSCHLAG ZUR EINRICHTUNG UNTERIRDISCHER
HAUSMÜLL-SAMMELSTELLEN (CONTAINERSTANDORT MIT UNTERIRDISCHEN
CONTAINERN)



+38 (044) 206-30-88
info@kf-systems.com.ua
www.kf-systems.com.ua

02099, м.Київ,
вул. Бориспільська, 9, корпус 4
ЄДРПОУ 40729819



№ 72/4-7 від 05.06.2023 р.

Т.в.о. директора
ДП «Науково-дослідний та
конструкторсько-технологічний
інститут міського господарства»
Голюк М.Г.

*03035, м.Київ,
вул. Митрополита Василя Липківського, 35*

Шановна пані Марино!

Дякуємо Вам за проявлений інтерес до нашої компанії.

Компанія «КФ-СИСТЕМС» більше семи років працює на ринку управління відходами, та є єдиним в Україні виробником автономних підземних контейнерів для побутових відходів.

На сьогоднішній день «КФ-СИСТЕМС» позиціонується як виробник, у якого завжди є в наявності повний спектр продукції для найвимогливіших покупців.

«КФ-СИСТЕМС» постійно розширює ринки збуту та прагне до максимального задоволення споживчого попиту. Плануючи дії на ринку, ми зацікавлені в стабільній роботі з тими операторами, які володіють мобільними ресурсами для постійного покращення благоустрою та екологічного стану міста.

У відповідь на Ваш запит, надаємо комерційну пропозицію на влаштування підземних пунктів збору сміття і побутових відходів по об'єкту

- Підземні контейнери КФ:



Стандартна
сміття-приймальна колонка
Габарити ДхГхВ, мм
(790х724х975)



Збільшена
сміття-приймальна колонка
Габарити ДхГхВ, мм
(1060х990х983)

Перевагами таких контейнерів є:

- Об'єм контейнера 5м³ при необхідній площі 3,4м²;
- Наявність системи моніторингу наповненості;
- Наявність системи безпеки (під час розвантаження контейнера, чаша залишається закритою, що унеможливує падіння людини всередину);
- Наявність системи пожежогасіння (при піднятті температури всередині контейнера спрацьовує вогнегасник);
- Санітарна зона 20м може бути скорочена;
- Наявність педалі для відкриття барабану (чисті руки);
- Відсутня необхідність підведення електроживлення (усі системи контейнера працюють від сонячної батареї);
- Відсутня необхідність підведення/встановлення водовідведення та дренажів;
- Відсутність доступу до пересортування сміття третіми особами (бомжі);
- Повна відсутність або незначний запах;
- Турбота про екологію (закрита система, литий з/б приямок, немає контакту з ґрунтом).



Технічні характеристики контейнера:

- Об'єм контейнера для побутових відходів - 5 м³
- Матеріал - сталь гарячого цинкування
- Габарити підземної частини контейнера, м: Д=1,85xШ=1,85xГ=2,63
- Габарити сміття-приймальної колонки, м: Д=0,79xШ=0,724xB=0,975
- Вантажопідйомність до 2,0 т.

Найменування	Кількість, шт.	Ціна, з ПДВ, грн.	Сума, з ПДВ, грн.
Підземний контейнер для сміття зі стандартною сміття-приймальною колонкою 50л, 5м ³	12	280 000,00	3 360 000,00

*Ціни вказані на умовах ЕХW-Київ, вул. Бориспільська, 9, Україна, відповідно до правил Інкотермс 2010.

У комплект поставки підземного контейнера об'ємом 5м³ входить:

- Залізобетонний приямок (виготовляється з бетону класу С25/30 за міцністю на тиск, W6 – за водонепроникністю, F100 – за морозостійкістю)*;
- Металевий оцинкований контейнер зі сміття-приймальною колонкою;
- Система безпеки (під час розвантаження контейнера, чаша залишається закритою);
- Наземна частина збору сміття;
- Підймальний механізм;
- Система GPS-навігація за місцем знаходження;

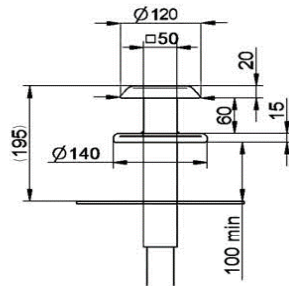
- Система моніторингу заповнення та температури;
- Система пожежогашіння.

Підземний контейнер обладнаний автономною системою моніторингу, яку живлять сонячні панелі. Система моніторингу передає дані про рівень заповнення контейнера на сервер, що дозволяє завчасно спланувати вивантаження сміття.

В конструкції контейнера також міститься вогнегасник який спрацьовує в разі пожежі, а система моніторингу передає дані про пожежу на сервер.

Система вивантаження контейнера:

- контейнер із системою KINSHOFER (для вивозу необхідний спецавтомобіль обладнаний насадкою KINSHOFER для грибною системою)



Всього комерційна пропозиція складає – 3 360 000,00 грн. з ПДВ.

В комерційну пропозицію не входить вартість розробки проектно – кошторисної документації.

Вартість доставки 12 комплектів в м. Ужгород – **180 000,00 грн. з ПДВ** (додатково за необхідності даної послуги).

Можливий варіант монтажу обладнання силами спеціалістів ТОВ «КФ-СИСТЕМС» за рахунок Замовника (додатково за необхідності даної послуги).

Шефмонтажні роботи за 1 контейнер – **5 000 грн. з ПДВ** (додатково за необхідності даної послуги).

На всю продукцію надається гарантія:

- **60 місяців на металеві частини конструкції від наскрізного прогнивання;**
- **120 місяців на залізобетонну частину конструкції;**
- **12 місяців на технічні засоби диспетчеризації конструкції.**

Термін виготовлення – протягом 45 календарних днів з моменту отримання авансу (пов'язано з технологічним процесом виготовлення з/б приямків для підземних контейнерів)

Умови оплати – аванс 70%, доплата по факту виготовлення 20%, доплата після відвантаження 10%.

Користуючись нагодою пропонуємо Вам ознайомитись із контейнерами для роздільного збору відходів нашого виробництва.

Контейнер використовується для роздільного збору та сортування твердих відходів таких як: скло, пластик, папір.

Технічні характеристики:

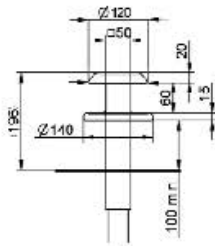
- Об'єм контейнера – 2,5м³.
- Контейнер виконано із склопластикового вогнестійкого матеріалу.
- Товщина стінки контейнера – від 5 мм. до 7 мм.
- Вага контейнера – 90 кг, вантажопідйомність до 780 кг.
- Габаритні розміри –D=1750мм Н=1570мм
- Отвір для завантаження сміття D=300мм (за необхідністю може бути змінено)

Сміттєвий контейнер призначений для роздільного сортування відходів.
Створений за концепцією нижнього розвантаження і його зовнішній вигляд дозволяє оптимально використовувати місце збору.

Система вивантаження контейнера може бути двох типів:

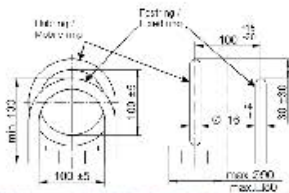
Перший тип - контейнер із системою KINSHOFER (для вивозу необхідний спецавтомобіль обладнаний насадкою KINSHOFER для грибнової системи)

mushroom system for containers



Другий тип - контейнер із петлевою системою піднімання (для вивозу необхідний спецавтомобіль обладнаний гідравлічним підйомним краном)

ring system for containers



Найменування	Кількість, шт.	Ціна, грн з ПДВ	Сума, грн з ПДВ
Склопластиковий контейнер з грибковим зацепом/кільцевим зацепом (ДЗВІН)	1	27 300,00	27 300,00

- Контейнери мають естетичний зовнішній вигляд.
- Мають малу питому вагу і високу питому міцність.

- Стійкі до ультрафіолетового випромінювання, хімічного і біологічного впливів, високих та низьких температур (витримує температури від -40 °С до 60 °С протягом довгого часу).
- Гладка поверхня запобігає налипанню відходів на стінках бака.
- Контейнери водонепроникні.
- Можлива опція - комплектація системою диспетчеризації та моніторингу наповненості.

Колір контейнера та система вивантаження – за бажанням Замовника.

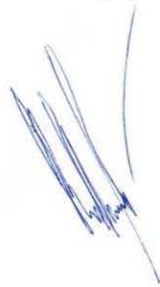
На всю продукцію надається один рік гарантії.

Термін виготовлення – протягом 30 календарних днів.

Також, можлива розробка будь-яких урн, контейнерів, сортувальних станцій чи інших металоконструкцій за дизайн-проектом Замовника.

З надією на плідну та взаємовигідну співпрацю.

Директор



Сергій МЕЛЬНИКОВ

Віталій Кондратенко
050-384-65-28

**ANHANG E.
KOSTEN FÜR SEKUNDÄRROHSTOFFE**

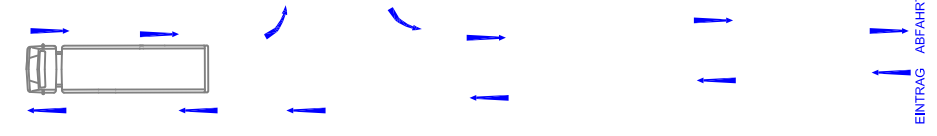
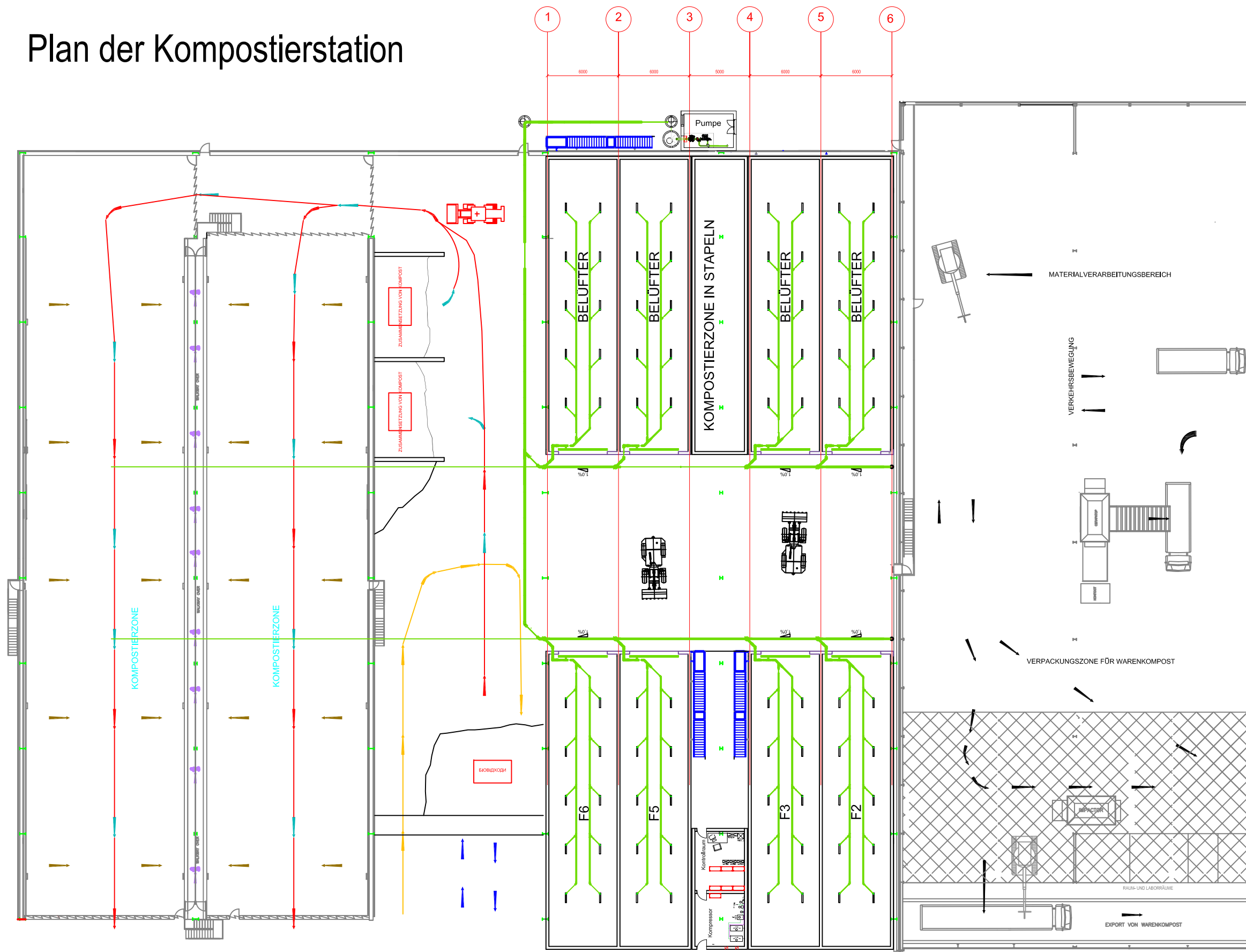
Tabelle E.1 – Durchschnittliche Verkaufspreise von Sekundärrohstoffen (Stand August 2023)

	Produktart	Preis, UAH, pro Tonne
1	Die PET-Flasche transparent	19 580,00
2	Die PET-Flasche blau	13 700,00
3	Die PET-Flasche grün	12 000,00
4	Die PET-Flasche braun	10 540,00
5	PETF-Öl	7 670,00
6	PET-Flasche gemischt	16 290,00
7	Glasscherben transparent	3 000,00
8	Glasscherben grün	1 800,00
9	Niederdruckfolie	7 000,00
10	Aluminiumschrott	37 000,00
11	MS-7B	3 000,00
12	MS-5B	3 000,00
13	LDPE bunt	18 000,00
14	HDPE 2 sort+dehnbar	19 000,00

ANHANG F.
PLAN DES MECHANISCH-BIOLOGISCHEN BEHANDLUNGSKOMPLEXES

**ANHANG G.
PLAN DER KOMPOSTIERSTATION**

Plan der Kompostierstation



						10/31.05.23					
						Entwicklung einer Machbarkeitsstudie (Feasibility Study) für separate Sammlung von Sekundärrohstoffen in der Stadt Uschhorod					
3m.	Num.	Blatt	Nº.	Unterschrift	Datum	Kompostierungsstation			Bühne	Blatt	In Summe
Entwickelt	Nebesna			<i>[Signature]</i>					M.plan	1	1
Kontrolle	Satin			<i>[Signature]</i>		Der Plan ist schematisch			ДП "НДКТИ МГ" Kiew		