



Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft

Masterarbeit

Analyse, Potenziale und Entwicklungsstrategien
für einen kommunalen
Abfallbehandlungsstandort

Peter Haslauer, BSc

Februar 2022



EIDESSTÄTTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt, und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe.

Ich erkläre, dass ich die Richtlinien des Senats der Montanuniversität Leoben zu "Gute wissenschaftliche Praxis" gelesen, verstanden und befolgt habe.

Weiters erkläre ich, dass die elektronische und gedruckte Version der eingereichten wissenschaftlichen Abschlussarbeit formal und inhaltlich identisch sind.

Datum 28.02.2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Peter Haslauer'.

Unterschrift Verfasser/in
Peter Haslauer
Matrikelnummer: 01435025

DANKSAGUNG

An dieser Stelle darf ich meinen Dank all jenen aussprechen, die mich in der Erstellung dieser Masterarbeit unterstützt und motiviert haben.

Ein großer Dank gebührt Herrn Prof. Roland Pomberger für die Möglichkeit, meine Masterarbeit zu diesem Thema verfassen zu können und für die persönliche Betreuung dieser Arbeit. Die unterstützenden Anregungen wie auch die konstruktive Kritik waren mir eine große Hilfe.

Ein weiterer Dank gilt dem Abfallwirtschaftsverband Liezen, allen voran Frau Christina Ablaßer, die mir als externe Betreuerin zur Seite stand und sich stets dafür eingesetzt hat, mir alle notwendigen Informationen und Hilfestellungen schnellstmöglich zukommen zu lassen.

Ebenfalls möchte ich mich bei Frau Daniela Gehwolf für das Korrekturlesen meiner Masterarbeit bedanken.

Abschließend darf ich meinen Eltern einen besonderen Dank aussprechen, die mir durch die finanzielle Unterstützung dieses Studium ermöglicht haben und mir darüber hinaus immer eine emotionale Stütze waren.

Kurzfassung

Analyse, Potenziale und Entwicklungsstrategien für einen kommunalen Abfallbehandlungsstandort

Kleine kommunale Abfallbehandlungsstandorte betreiben oftmals jahrelang technische Anlagen ohne nennenswerte Automation und Aufzeichnung von Betriebsdaten. Für strategische Planungsprozesse fehlt dadurch eine konkrete Datengrundlage auf deren Basis Entscheidungen getroffen werden können.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der strategischen Analyse, dem Aufzeigen von (Verbesserungs-)Potenzialen und der darauf basierenden Erstellung einer Strategie zur zukünftigen Ausrichtung eines Abfallbehandlungsstandortes. Um den Standort als ganzheitliches System darzustellen, wurde ein Modell in Form einer Stoffflussanalyse mit verknüpften Geldflüssen angefertigt, welches den Standort gesamt sowie dessen Teilbereiche als Subsysteme darstellt. Basierend auf einer internen und externen Analyse wurden Maßnahmen zur Optimierung und strategischen Ausrichtung abgeleitet.

Aufbauend auf der externen Umfeldanalyse konnten mögliche zukünftige Entwicklungen abgeschätzt werden. Auf Basis dieser Entwicklungen wurden Maßnahmen zum Reagieren auf künftige Einflüsse erarbeitet und im Modell der Stoffflussanalyse simuliert. Aus den Erkenntnissen dieser Simulation leiteten sich mehrere Strategien ab, von denen eine ausgewählt und weiter optimiert wurde.

Die Handlungsempfehlungen zum Umsetzen der gewählten Strategie teilen sich einerseits in kurz- und mittelfristige Maßnahmen, die zumeist operativer Natur sind und der Verbesserung und Optimierung des derzeitigen Betriebes dienen, sowie andererseits in langfristige Maßnahmen, die in einer Machbarkeitsstudie zu konkretisieren sind. Diese langfristigen Maßnahmen zielen darauf ab, den Standort auf zukünftige Entwicklungen bestmöglich auszurichten.

Abstract

Analysis, potentials and development strategies for a locale waste treatment facility

Small, local waste treatment facilities often operate the same technical equipment for years without significant automation and recording of operational data. For strategic planning processes, a solid data basis on which decisions can be made is thus missing.

This thesis deals with the strategic analysis, the identification of potentials and the creation of a strategy for future orientation of the facility based on this analysis. In order to represent the site as an integrated system, a model was created in form of a material flow analysis and associated cash flows, which represent the entire facility as well as its sub-areas in subsystems. Based on an internal and external analysis, measures for optimization and strategic alignment were derived.

The external environment analysis was used as a basis for estimating possible developments in the future. Based on these developments, actions to react to future influences were developed and simulated in the model of the material flow analysis. Several strategies were derived from the results of the simulation, one of which was selected and further optimized.

The recommendations for actions to implement the selected strategy are divided into short- and medium-term measures, which are mostly of an operational character and are intended to improve and optimize current operations, as well as long-term measures, which subsequently require a specific feasibility study. These long-term measures are aimed at preparing the site for future developments in the best possible way.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 EINLEITUNG	3
1.1 Problemstellung	3
1.2 Zielsetzung	3
1.3 Forschungsfragen	4
2 GRUNDLAGENTEIL.....	5
2.1 Rechtliche Grundlagen	5
2.2 Stand der Technik.....	12
2.3 Beschreibung des Standortes	15
3 METHODIK.....	21
3.1 Standortmodell.....	21
3.1.1 Modellierung der Stoffflüsse.....	21
3.1.2 Modellierung der Geldflüsse	24
3.2 Angewandte Methoden der Standortanalyse	32
4 ANALYSE DES STANDORTES	35
4.1 Strategische Analyse	35
4.1.1 Interne Standortanalyse.....	35
4.1.2 Externe Umfeldanalyse.....	38
4.1.3 SWOT-Analyse des Standortes und der Teilsysteme.....	40
4.2 Finanzielle Analyse	43
4.3 Szenarien-Analyse.....	47
4.3.1 Simulation einzelner Szenarien und deren Auswirkung.....	48
4.3.2 Kombination möglicher Szenarien zu gesamtheitlichen Strategien	52
4.4 Optimierung und Sensitivität einer ausgewählten Strategie.....	53
5 ERGEBNISSE UND DISKUSSION.....	56
5.1 Ergebnisse und Diskussion aus den Simulationen	56
5.1.1 Simulation der Einzelszenarien.....	56
5.1.2 Strategien aus kombinierten Szenarien.....	59
5.1.3 Optimierung und Sensitivität einer ausgewählten Strategie.....	60
5.2 Handlungsempfehlungen	64
5.2.1 Kurz- und mittelfristige Maßnahmen	64
5.2.2 Langfristige Maßnahmen	68

6	ZUSAMMENFASSUNG	71
7	VERZEICHNISSE	74
7.1	Literaturverzeichnis	74
7.2	Abkürzungsverzeichnis	76
7.3	Tabellen	78
7.4	Abbildungen	80
ANHANG	I
Anhang 1:	Durchschnittliche Importflüsse	I
Anhang 2:	Berechnung der TK und interner Stoffströme	VI
Anhang 3:	Preise und Kosten	XII
Anhang 4:	Gegenüberstellung von Einnahmen und Ausgaben laut RA und Modell	XV
Anhang 5:	Zuweisung der Betriebskosten und Personalkosten an die Teilsysteme	XX
Anhang 6:	Kosten und Einnahmen der Verwaltung	XXIII
Anhang 7:	SWOT-Analysen	XXIV
Anhang 8:	Finanzielle Kennzahlen für das optimierte Modell des Szenarios einer Erneuerung der MBA	XXX
Anhang 9:	Darstellung der Stoff- und Geldflussanalyse des allgemeinen Modells	XXXII
Anhang 10:	Darstellung der Stoff- und Geldflussanalyse des optimierten Modells	XXXIX
Anhang 11:	Gesamtdarstellung aller Stoffflüsse des allgemeinen Modells	XLV

1 Einleitung

In dieser Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit bei Personenbezeichnung bzw. Nomen mit einem Geschlechtsbezug auf die gleichzeitige Verwendung aller Geschlechter verzichtet. Die angewandte männliche Form gilt im Sinne der Gleichbehandlung für alle Geschlechter gleichermaßen.

Ziel der Untersuchungen dieser Arbeit ist es, einen kommunalen Abfallbehandlungsstandort einer ländlichen Region ganzheitlich zu betrachten und auf zukünftige Veränderungen strategisch auszurichten. Beim zu untersuchenden Standort handelt es sich um den Abfallwirtschaftsverband (AWV) Liezen. Dieser betreibt derzeit eine Aufbereitung von biogenen Abfällen, eine mechanisch-biologische Aufbereitung (MBA) von Restmüll, eine Deponie, eine Baurestmassenaufbereitung sowie eine Umladung von verschiedenen Abfallarten, die gemeinsam mit dem städtischen Abfallsammelzentrum (ASZ) der Bezirkshauptstadt betrieben wird. Stoffströme der einzelnen Anlagen hängen teilweise miteinander zusammen. Dadurch beeinflussen sich die Anlagenteile gegenseitig. Die betriebenen Anlagen bestehen seit vielen Jahren und wurden in dieser Zeit nur geringfügig adaptiert. Daher ist auch eine Bewertung des Standes der Technik (S.d.T.) vorgesehen. Durch eine Analyse von möglichen Zukunftsszenarien und durch eine Modellierung dieser Szenarien anhand eines ganzheitlichen Standortmodells soll eine Strategie für die zukünftige Ausrichtung des Standortes erstellt werden.

1.1 Problemstellung

Die Abfallwirtschaft ist eine Branche, welche sich durch technische Neuerungen in der Produktion von Gütern, neue und innovative Materialien aber auch Veränderungen in der Aufbereitungstechnik, sehr rasch wandelt. Die gesetzlichen Rahmenbedingungen zur Verwertung von Abfällen werden daher laufend angepasst. Kleinere kommunale Abfallbehandlungsstandorte können jedoch nur schwer auf diese laufenden Veränderungen reagieren, da sie weder die personellen Kapazitäten noch die finanziellen Mittel für eine ständige Weiterentwicklung aufweisen. Ältere Anlagen, die beispielsweise im Zuge des Deponierungsverbotes von unbehandelten Siedlungsabfällen errichtet wurden, verfügen oftmals über keine automatisierte Sammlung von Prozessdaten, was eine strategische Analyse zusätzlich erschwert. Eine fundierte Strategie zur Zukunftsausrichtung solcher Standorte lässt sich daher nur durch eine manuelle Sammlung und Auswertung bzw. Abschätzung von standortbezogenen Stoffströmen und Prozessen sowie Finanzflüssen erstellen.

1.2 Zielsetzung

Für den zu untersuchenden Standort soll ein ganzheitliches Standortmodell in Form einer Stoffflussanalyse (SFA) inklusive detaillierter Modellierung der Teilsysteme in einer branchenüblichen Software erstellt werden. Das Modell soll sowohl Stoffströme als auch Geldflüsse abbilden. Die derzeitige Anlage soll hinsichtlich ihrer Prozesse, Auslastung und des S.d.T. in einer strategischen Analyse bewertet werden. Aus dieser strategischen Analyse

werden in weiterer Folge kurz- und mittelfristige Maßnahmen abgeleitet. Für eine langfristige strategische Ausrichtung sind mögliche zukünftige Entwicklungen zu erörtern und im Standortmodell zu simulieren. Aus der strategischen Analyse und den Ergebnissen der Simulation sind Strategien zur zukünftigen Ausrichtung des Standortes zu erarbeiten. Aus diesen Möglichkeiten ist die vielversprechendste Zukunftsstrategie auszuwählen, zu optimieren und darauf basierend sind konkrete Handlungsempfehlungen auf Anlagenebene sowie auf operativer Ebene zu erstellen.

1.3 Forschungsfragen

Basierend auf der Problemstellung sollen zur Erreichung der Ziele die nachfolgenden Forschungsfragen beantwortet werden:

1. Können Geldflüsse in einer SFA dargestellt werden? Wenn ja, wie kann dies umgesetzt werden?
2. Wie kann die finanzielle Situation von einzelnen Teilsystemen bewertet werden? Welche Kennzahlen sind unter den Teilsystemen vergleichbar?
3. Welche operativen und strategischen Maßnahmen lassen sich für den Standort ableiten?

2 Grundlagenteil

In diesem Kapitel werden die theoretischen Grundlagen, die zur Bearbeitung und zum Verständnis der Problemstellung benötigt werden, erläutert. Eingangs wird auf die rechtlichen Rahmenbedingungen eingegangen, die in Bezug auf einen AWW relevant sind. Anschließend erfolgt eine Beschreibung des S.d.T. von Abfallverwertungsanlagen für Siedlungsabfälle. Als letztes Unterkapitel werden der konkret untersuchte Standort überblicksmäßig und dessen Teilsysteme im Detail beschrieben.

2.1 Rechtliche Grundlagen

In der Abfallwirtschaft gibt es eine Vielzahl an zu beachtenden Rechtsnormen. Eingangs wird auf die grundlegenden Ziele der Abfallwirtschaft und die sich daraus ergebenden Aufgaben eines AWW eingegangen. Für die Bewältigung dieser Aufgaben sind einzelne Gesetzespassagen von besonderer Bedeutung. Diese werden nachfolgend konkret betrachtet. Wesentliche Ziele der Abfallwirtschaft finden sich in den Abfallwirtschaftsplänen des Bundes sowie des Landes Steiermark. Die für den AWW Liezen wichtigsten Ziele sind daher näher erläutert. Rechtsnormen für die zukünftige Gestaltung der Abfallwirtschaft werden hauptsächlich auf europäischer Ebene in Form von Richtlinien erlassen. Jene Richtlinien, die den AWW Liezen unmittelbar betreffen, sind abschließend konkret ausgeführt.

Die Basis in Österreich bildet dazu das Bundes-Abfallwirtschaftsgesetz (AWG) 2002. In diesem sind die fundamentalen Ziele und Grundsätze in §1 wie folgt geregelt:

„(1) Die Abfallwirtschaft ist im Sinne des Vorsorgeprinzips und der Nachhaltigkeit danach auszurichten, dass

- 1. schädliche oder nachteilige Einwirkungen auf Mensch, Tier und Pflanze, deren Lebensgrundlagen und deren natürliche Umwelt vermieden oder sonst das allgemeine menschliche Wohlbefinden beeinträchtigende Einwirkungen so gering wie möglich gehalten werden,*
 - 2. die Emissionen von Luftschadstoffen und klimarelevanten Gasen so gering wie möglich gehalten werden; dies gilt auch für den Transport der Abfälle (z.B. Wahl des Transportmittels Bahn);*
 - 3. Ressourcen (Rohstoffe, Wasser, Energie, Landschaft, Flächen, Deponievolumen) geschont werden und die Effizienz der Ressourcennutzung verbessert wird,*
- 3a. Abfälle getrennt gesammelt und nicht mit anderen Abfällen oder anderen Materialien mit andersartigen Eigenschaften vermischt werden, wenn dies zur Einhaltung der Ziele und Grundsätze dieses Bundesgesetzes und insbesondere der Hierarchie gemäß Abs. 2 und 2a und zur Erleichterung oder Verbesserung der Vorbereitung zur*

Wiederverwendung, des Recyclings oder anderer Verwertungsverfahren erforderlich ist,

- 4. bei der stofflichen Verwertung die Abfälle oder die aus ihnen gewonnenen Stoffe kein höheres Gefährdungspotential aufweisen als vergleichbare Primärrohstoffe oder Produkte aus Primärrohstoffen und*
- 5. nur solche Abfälle zurückbleiben, deren Ablagerung keine Gefährdung für nachfolgende Generationen darstellt.*

(2) Diesem Bundesgesetz liegt folgende Hierarchie zugrunde:

- 1. Abfallvermeidung;*
- 2. Vorbereitung zur Wiederverwendung;*
- 3. Recycling;*
- 4. sonstige Verwertung, z.B. energetische Verwertung;*
- 5. Beseitigung.*

(2a) Bei Anwendung der Hierarchie gemäß Abs. 2 gilt Folgendes:

- 1. Es sind die ökologische Zweckmäßigkeit und technische Möglichkeit zu berücksichtigen sowie, dass die dabei entstehenden Mehrkosten im Vergleich zu anderen Verfahren der Abfallbehandlung nicht unverhältnismäßig sind und ein Markt für die gewonnenen Stoffe oder die gewonnene Energie vorhanden ist oder geschaffen werden kann.*
- 2. Eine Abweichung von dieser Hierarchie ist zulässig, wenn eine gesamthafte Betrachtung hinsichtlich der gesamten Auswirkungen bei der Erzeugung und Verwendung eines Produktes sowie der Sammlung und Behandlung der nachfolgend anfallenden Abfälle bei bestimmten Abfallströmen unter Berücksichtigung von Z 1 ergibt, dass eine andere Option das beste Ergebnis unter dem Aspekt des Umweltschutzes erbringt.*
- 3. Nicht verwertbare Abfälle sind je nach ihrer Beschaffenheit durch biologische, thermische, chemische oder physikalische Verfahren zu behandeln. Feste Rückstände sind reaktionsarm ordnungsgemäß abzulagern.*
- 4. Die Ausrichtung der Abfallwirtschaft hat in der Weise zu erfolgen, dass die Kreislaufwirtschaft einschließlich der Abfallvermeidung – zB durch die Erhöhung des Anteils von wiederverwendbaren Verpackungen – gefördert wird und unionsrechtliche Zielvorgaben,*

insbesondere in Hinblick auf das Recycling und die Zielvorgaben gemäß Anhang 1a, erreicht werden.

5. *Anreize für die Anwendung der Abfallhierarchie können durch wirtschaftliche Instrumente und andere Maßnahmen, wie z.B. die in Anhang 1b aufgeführten Maßnahmen, geschaffen werden." (BGBl. I Nr. 102/2002 idgF)*

In §1 Abs. (4) des AWG wird weiters festgelegt:

„Für Abfälle, die in Behandlungsanlagen beseitigt werden, sind die Entsorgungsautarkie und die Beseitigung in einer der am nächsten gelegenen geeigneten Anlagen anzustreben. Dies gilt auch für Behandlungsanlagen zur Verwertung von gemischten Siedlungsabfällen, die von privaten Haushalten gesammelt worden sind, auch wenn dabei Abfälle anderer Erzeuger eingesammelt werden.“ (BGBl. I Nr. 102/2002 idgF)

Nach diesen Zielen und Grundsätzen richtet sich die gesamte österreichische Abfallwirtschaft aus. Beim betrachteten Abfallbehandlungsstandort handelt es sich um einen AWV einer ländlichen Region. Ein AWV trägt zur Erfüllung von allgemeinen Zielen der Abfallwirtschaft sowie zum Erreichen einer Entsorgungsautarkie bei. In diesem Zusammenhang ist es wesentlich, die Definition sowie die Aufgaben eines AWV im Detail zu betrachten.

Abfallwirtschaftsverbände

Die Definition eines AWV ist im Landes-Abfallwirtschaftsgesetz der Steiermark (StAWG) geregelt. Nach § 14 Abs. (2) StAWG sind Abfallwirtschaftsverbände ein Zusammenschluss von mehreren Gemeinden, sogenannte Gemeindeverbände (LGBl. Nr. 65/2004 idgF). Ihre Aufgaben werden nach § 14 Abs. (6) fort folgende (ff) des StAWG wie folgt definiert:

„(6) Die Abfallwirtschaftsverbände haben für die Behandlung der Siedlungsabfälle gemäß § 4 Abs. 4 zu sorgen. Sie können sich zur Besorgung dieser Aufgabe eigener Einrichtungen, anderer öffentlicher Einrichtungen oder eines nach bundesrechtlichen Bestimmungen hierzu berechtigten privaten Entsorgers bedienen.

(7) Die Abfallwirtschaftsverbände haben die Tätigkeit der Gemeinden bei der Sammlung der Siedlungsabfälle und Problemstoffsammlung zu unterstützen. Darüber hinaus haben die Abfallwirtschaftsverbände private Haushalte und sonstige Andienungspflichtige zu informieren sowie zu beraten, über

1. *Möglichkeiten und Ziele der Abfallvermeidung und Abfalltrennung unter besonderer Berücksichtigung der Behandlung,*

2. die erforderlichen Maßnahmen für eine nachhaltige Abfall- und Stoffflusswirtschaft (nachhaltige Entwicklung).

(8) Mit der nachhaltigen Umwelt- und Abfallberatung haben die Abfallwirtschaftsverbände entsprechend ausgebildete und fachlich geeignete Personen zu betrauen (Umwelt- und Abfallberater/innen).“ (LGBl. Nr. 65/2004 idgF)

Zu den Aufgaben des AWW zählt u.a., für die Behandlung von Siedlungsabfällen Sorge zu tragen. In diesem Zusammenhang wird auf § 4 Abs. (4) des StAWG verwiesen, in dem die Siedlungsabfälle wie folgt definiert werden:

„(4) Im Sinne dieses Gesetzes sind Siedlungsabfälle Abfälle aus privaten Haushalten und andere Abfälle, die auf Grund ihrer Beschaffenheit oder Zusammensetzung den Abfällen aus privaten Haushalten ähnlich sind. ...

... Die Siedlungsabfälle werden unterteilt in

1. getrennt zu sammelnde verwertbare Siedlungsabfälle (Altstoffe, wie z. B. Textilien, Papier, Metalle, Glas – ausgenommen Verpackungsabfälle),
2. getrennt zu sammelnde biogene Siedlungsabfälle (kompostierbare Siedlungsabfälle, wie z. B. Küchen-, Garten-, Markt- oder Friedhofsabfälle),
3. sperrige Siedlungsabfälle (Sperrmüll, der wegen seiner Beschaffenheit weder in bereitgestellten Behältnissen noch durch die Systemabfuhr übernommen werden kann),
4. Siedlungsabfälle, die auf öffentlichen Straßen, Plätzen und Parkanlagen anfallen (Straßenkehricht, der auf Grund seiner Beschaffenheit der Restmüllbehandlung zuzuführen ist),
5. gemischte Siedlungsabfälle (Restmüll, das ist jener Teil der nicht gefährlichen Siedlungsabfälle, der nicht den Z 1 bis 4 zuzuordnen ist).“ (LGBl. Nr. 65/2004 idgF)

Um die zur Erreichung der Ziele notwendigen Aufgaben bewältigen zu können, sind organisatorische und operative Maßnahmen notwendig, die weitere rechtliche Bestimmungen nach sich ziehen. Für die Kernaufgaben eines AWW (Unterstützung der Gemeinden bei der Sammlung von Abfällen und Problemstoffen sowie die Behandlung von Siedlungsabfällen) sind die relevanten Rechtsnormen nachfolgend erläutert.

Unterstützung der Gemeinden bei der Sammlung von Abfällen

Nach § 24 Abs (2) Z. 7 AWG benötigt ein AWV keine eigene Erlaubnis des Landeshauptmannes, um die Tätigkeit des Sammelns von Abfällen auszuführen, da er gesetzlich dazu verpflichtet ist. (BGBl. I Nr. 102/2002 idgF)

Nach § 28b AWG ist für diverse Abfälle eine getrennte Sammlung durchzuführen. Dies betrifft die Abfallarten Papier, Metall, Kunststoffe, Glas, Biomüll sowie Textilabfälle. Diese getrennte Sammlung ist derart durchzuführen, dass eine Vorbereitung zur Wiederverwertung bzw. ein Recycling in hoher Qualität der getrennt gesammelten Abfälle durchgeführt werden kann. (BGBl. I Nr. 102/2002 idgF)

Behandlung von Siedlungsabfällen

Bei einer Behandlungsanlage im Sinne des AWG handelt es sich um eine ortsfeste oder mobile Einrichtung, in der Abfälle behandelt werden. Zugehörig zu dieser Behandlungsanlage sind alle damit unmittelbar verbundenen, technisch zusammenhängenden Anlagenteile. Als ortsfeste Anlagen gelten auch bewegliche Einrichtungen, die dauerhaft an einem Standort betrieben werden. (BGBl. I Nr. 102/2002 idgF)

Die Genehmigungs- bzw. Anzeigepflicht für ortsfeste Behandlungsanlagen ist in §37 des AWG festgeschrieben. Abs. (1) besagt, dass Errichtung, Betrieb sowie wesentliche Änderungen einer ortsfesten Behandlungsanlage einer Genehmigung der zuständigen Behörde bedürfen, welche laut § 38 Abs. (1) der Landeshauptmann jenes Bundeslandes ist, in dem die Behandlungsanlage errichtet werden soll. Bei diesem Genehmigungsverfahren handelt es sich um ein konzentriertes Verfahren. Eine wesentliche Änderung einer Anlage definiert sich gemäß § 2 Abs. (8) Z. 3 wie folgt:

„Im Sinne dieses Bundesgesetzes ist „wesentliche Änderung“ eine Änderung einer Behandlungsanlage, die erhebliche nachteilige Auswirkungen auf den Menschen oder auf die Umwelt haben kann; ... als wesentliche Änderung einer Behandlungsanlage gilt auch eine Änderung oder Erweiterung, durch die die Kapazitätsschwellenwerte in Anhang 5 erreicht werden.“ (BGBl. I Nr. 102/2002 idgF)

Ein bloßer Austausch von Aggregaten stellt damit keine wesentliche Änderung dar. Der Neubau einer Anlage kann nachteilige Auswirkungen auf Mensch oder Umwelt haben und würde daher eine wesentliche Änderung darstellen.

Ausgenommen von der Genehmigungspflicht sind nach § 37 Abs. (2) Z. 1 und 2 Behandlungsanlagen, die ausschließlich der stofflichen Verwertung bzw. der Vorbereitung zur stofflichen Verwertung von nicht gefährlichen Abfällen dienen, sofern diese der Genehmigungspflicht laut den §§ 74 ff der Gewerbeordnung (GewO) 1994 unterliegen (BGBl. I Nr. 102/2002 idgF). In diesem Zusammenhang ist die Definition der stofflichen Verwertung gemäß § 2 Abs. (5) Z. 2 des AWG von wesentlicher Bedeutung:

„Im Sinne dieses Bundesgesetzes ist „stoffliche Verwertung“ die ökologisch zweckmäßige Behandlung von Abfällen zur Nutzung der stofflichen Eigenschaften des Ausgangsmaterials mit dem Hauptzweck, die Abfälle oder die aus ihnen gewonnenen Stoffe unmittelbar für die Substitution von Rohstoffen oder von aus Primärrohstoffen erzeugten Produkten zu verwenden, ausgenommen die Abfälle oder die aus ihnen gewonnenen Stoffe werden einer thermischen Verwertung zugeführt.“ (BGBl. I Nr. 102/2002 idgF)

Am Standort des AWV Liezen findet keine Behandlung zur stofflichen Verwertung, sondern eine Behandlung zur weiteren thermischen Verwertung bzw. Beseitigung von Abfällen statt. Daher finden die Ausnahmen des § 37 Abs. (2) keine Anwendung. Abfälle für die stoffliche Verwertung werden lediglich gesammelt und zum Zweck des Transportes in eine Behandlungsanlage zwischengelagert.

Zum Verfahren nach § 37 Abs. (1) gibt es in Abs. (3) eine taxative Aufzählung, welche Anlagen nach dem vereinfachten Verfahren (gemäß § 50) zu genehmigen sind. Dies betrifft u.a. sonstige Behandlungsanlagen für nicht gefährliche Abfälle, die eine Kapazität kleiner 10.000 Tonnen (t) pro Jahr (a) haben. Dies würde z.B. auf die Aufbereitung der biogenen Abfälle des AWV Liezen zutreffen.

Nicht genehmigungspflichtig, sondern lediglich anzeigepflichtig, sind gemäß § 37 Abs. (4) AWG u.a. eine Änderung zur Anpassung an den S.d.T. oder die Behandlung bzw. Lagerung weiterer Abfallarten.

Abfallwirtschaftsplan

Der Bundes-Abfallwirtschaftsplan (BAWP) ist ein Instrument zur Verwirklichung der oben genannten Ziele und Grundsätze gemäß des § 1 im AWG und ist zumindest alle 6 Jahre vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) zu erstellen (BGBl. I Nr. 102/2002 idgF). Inhaltlich bezieht sich dieser auf bundesweite Daten und Maßnahmen, hat jedoch keine unmittelbare Rechtswirkung. Es finden sich wenige Maßnahmen, die direkte Auswirkung auf den AWV Liezen haben.

Das Maßnahmenpaket „Abfallvermeidung in Haushalten“ könnte direkte Auswirkung haben, da es durch verschiedene Informationsmaßnahmen zur Abfallvermeidung einen Einfluss auf die angelieferten Abfallmengen erwirken kann. Eine Maßnahme des Paketes ist auch die Forcierung von Reparaturmöglichkeiten. Diese Maßnahme könnte vom AWV Liezen aufgegriffen werden. (BMNT 2017)

Der BAWP ist in seinen Ausführungen und Maßnahmen sehr allgemein gehalten und ist für einen Einzelstandort kaum direkt anwendbar, daher wird für die weitere Betrachtung der Landes-Abfallwirtschaftsplan der Steiermark (LAWP) herangezogen, der auf dem BAWP aufbaut.

Zur Behandlung der Siedlungsabfälle in der Steiermark ist festzuhalten, dass 2016 62,6% des Restmülls einer mechanisch-biologischen Abfallbehandlung zugeführt wurden. Bei über 90% der zugeführten Menge wurde nur eine biologische Trocknung und keine klassische biologische Rotte vorgenommen. Rückstände zur Deponierung sind 2016 nur mehr in einer Menge von 3.400 t angefallen, das sind ca. 2,2% des Restmüllaufkommens. (Winter 2019)

Insgesamt betrug die Menge an deponierten Abfällen auf einer Massenabfalldeponie 2017 nur mehr 31.000 t in der Steiermark. Vor Einführung des Deponieverbotes von unbehandelten Siedlungsabfällen waren es im Jahr 2003 843.000 t, im Jahr 2004 waren es immer noch 195.000 t. Die Kapazitäten von Massenabfalldeponien haben von 3.700.000 m³ im Jahr 2008 auf 975.000 m³ im Jahr 2017 stetig abgenommen. Aufgrund des Deponieverbotes von Rückständen aus der thermischen Verwertung der Deponieverordnung 2008 wurde ein Großteil des genehmigten Deponievolumens von Massenabfalldeponien in Reststoffdeponie- oder Baurestmassenskompartimente umgewidmet. Die Kapazitäten der Massenabfalldeponien wurden daher nicht gänzlich verbraucht, vielmehr fand eine Verschiebung zu anderen Deponieklassen statt. (Winter 2019)

Im LAWP findet sich eine Prognose bezüglich der zukünftigen anfallenden Abfallmengen nach AWV aufgeschlüsselt. Diese prognostiziert für den AWV Liezen eine leichte Zunahme der Gesamtmenge an Haushaltsabfällen - in absoluten Zahlen, wie auch in relativen Mengen je Einwohner. Eine Verschiebung aus dem Restmüll heraus in die getrennte Sammlung ist aus der Prognose nicht zu erkennen. (Winter 2019)

Für die Sammlung und Abfuhr der anfallenden Siedlungsabfälle sind die Gemeinden für ihr Gemeindegebiet gemäß § 6 Abs. (1) AWG 2002 zuständig. (BGBl. I Nr. 102/2002 idgF) Die Gemeinden sind damit verpflichtet, für die Sammlung von nicht mittels Holsystem abgeholten Siedlungsabfällen und Problemstoffen Sorge zu tragen. I.d.R. erfolgt dies in einem Stationären ASZ von denen es in der Steiermark derzeit 285 gibt. Diese sehr kleinräumige Struktur mit vielen kleinen ASZ führt jedoch zu einigen Problemen, wie beispielsweise geringen und kurzen Öffnungszeiten, schlechter Sortiertiefe und hohen Overheadkosten bei geringer Sammelmenge. (Winter 2019)

Die ASZ-Strategie des Landes Steiermark strebt daher die Verringerung von kleinen ASZ hin zur Schaffung von zentral gelegenen Ressourcenparks mit einem größeren Einzugsgebiet an. Diese Ressourcenparks sollen einerseits die Möglichkeit einer bevölkerungsfreundlichen Entsorgung von Siedlungsabfällen bieten, andererseits aber auch als Ort der Begegnung und Bewusstseinsbildung dienen. Eine ideale Ergänzung können Einrichtungen wie ein Re-Use-Shop oder ein Reparatur-Cafe sein. Vorreiterprojekt ist diesbezüglich das ASZ Ratschendorf, in dem 19 kleine ASZ des AWV Radkersburg bereits 2012 zusammengelegt wurden. Dieses wurde 2018 erweitert und betreibt seit Anfang 2019 auch einen Re-Use-Shop. Die Stadt Leoben hat 2015 ebenso ein neues ASZ errichtet, welches dem Konzept des Ressourcenparks entspricht. Es betreibt seit der Neueröffnung ebenfalls einen Re-Use-Shop und hat die Kapazitäten so ausgelegt, dass auch eine Anlieferung aus Umlandgemeinden möglich ist. (Winter 2019)

Europäische Richtlinien

Die europäische Gesetzgebung versucht in den Unionsstaaten eine einheitliche Linie zur Abfallvermeidung und -verwertung festzulegen. Die Rechtsnormen werden i.d.R. als Richtlinien erlassen, die in nationales Recht überführt werden müssen und keine direkte Anwendung für den einzelnen Unionsbürger aufweisen. Das zentrale Dokument auf EU-Ebene ist die Abfallrahmen-Richtlinie (AbfR-RL). In dieser sind gemäß Artikel 11, Abs. 2 Recycling-Quoten vorgeschrieben, die die Mitgliedsstaaten der Union in Bezug auf die Verwendung von Siedlungsabfällen anwenden müssen. Bei den Materialien Papier, Kunststoff, Metall und Glas aus Haushalten und ähnlichen Abfallquellen sind bis 2020 mindestens 50 % einer Vorbereitung zur Wiederverwendung bzw. dem Recycling zuzuführen. Nicht gefährliche Bau- und Abbruchabfälle sind zu 70% einer Wiederverwertung, dem Recycling oder einer anderen stofflichen Verwertung zuzuführen. (RL (EU) 2008/98/EG)

In der Novellierung von 2018 wurden in Artikel 11 die Unterpunkte c) bis e) zu zukünftigen Recycling-Quoten ergänzt:

„c) bis 2025 werden die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling von Siedlungsabfällen auf mindestens 55 Gewichtsprozent erhöht;

d) bis 2030 werden die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling von Siedlungsabfällen auf mindestens 60 Gewichtsprozent erhöht;

e) bis 2035 werden die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling von Siedlungsabfällen auf mindestens 65 Gewichtsprozent erhöht.“ (RL (EU) 2018/851)

Die Quoten aus den Unterpunkten c) bis e) beziehen sich nicht nur auf die zuvor genannten Wertstoffe, sondern auf die gesamten Siedlungsabfälle. (RL (EU) 2018/851)

Das EU-Kreislaufwirtschaftspaket 2018 umfasst mehrere Änderungen zu Richtlinien, zu denen u.a. auch die Änderung der AbfR-RL zählt. Eine weitere wesentliche Änderung betrifft die Richtlinie über Verpackungen und Verpackungsabfälle. Diese setzt bis 2030 das Recyclingziel für Verpackungen mit einer Quote von 70 % an. Bei einzelnen Abfällen wie Papier und Eisen liegt diese mit bis zu 85 % noch deutlich höher. (RL (EU) 2018/852)

Damit diese Quoten erreicht werden können, bedarf es weitreichender Maßnahmen in der Abfallwirtschaft. Möglichkeiten zur Zielerreichung sind u.a. eine verstärkte getrennte Sammlung oder eine effektive Abfallaufbereitung.

2.2 Stand der Technik

Bevor auf den S.d.T. von Abfallbehandlungsanlagen näher eingegangen werden kann, muss dieser ausreichend definiert sein. Dafür wurde die Definition nach dem AWG 2002 gewählt, welche sich in § 2 Abs. (8) Z. 1 mit folgendem Wortlaut findet:

„Stand der Technik“ (beste verfügbare Techniken – BVT) der auf den einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, deren Funktionstüchtigkeit erprobt und erwiesen ist. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere jene vergleichbaren Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, welche am wirksamsten zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt sind. Bei der Festlegung des Standes der Technik sind unter Beachtung der sich aus einer bestimmten Maßnahme ergebenden Kosten und ihres Nutzens und des Grundsatzes der Vorsorge und der Vorbeugung ... zu berücksichtigen; (BGBl. I Nr. 102/2002 idgF)

Zur Feststellung des S.d.T. von Abfallbehandlungsanlagen wird das „Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment“ herangezogen. Die Erhebung des S.d.T. wird für die Behandlung von biogenen Abfällen sowie für die MBA durchgeführt, da derartige Anlagen derzeit vom AWV Liezen betrieben werden. Bei der MBA beschränkt sich die Darstellung des S.d.T. auf die klassische MBA, die eine aerobe Behandlung von Abfällen vorsieht. Die in dem BAT Dokument angeführten „Innovativen Prozesse“ bleiben unberücksichtigt, da sie nicht der oben angeführten Definition der erprobten Funktionstüchtigkeit entsprechen.

Behandlung von biogenen Abfällen

Das Grundkonzept für Kompostierungsanlagen umfasst vier Hauptschritte: Annahme, Aufbereitung, Kompostierung und Endbehandlung. In der Annahme wird die Menge und die Charakteristik des Materials überprüft. (Pinasseau et al. 2018)

Die Aufbereitung umfasst, falls erforderlich, eine manuelle Sortierung, bei welcher erst große, unerwünschte Materialien händisch entfernt werden. Anschließend erfolgt eine Zerkleinerung und Homogenisierung des organischen Abfalls als Vorbereitung für die biologische Behandlung. Oftmals kommen Trommelsiebe zum Einsatz, um das Material zu klassieren und zu homogenisieren. Wenn nötig werden Metalle, Kunststoffe und andere nicht biologisch abbaubare Stoffe durch Metallabscheider oder Windsichter abgetrennt. (Pinasseau et al. 2018)

Die intensive Zersetzung der Kompostierung findet in den ersten zwei bis drei Wochen statt. Beim aeroben Abbau werden Kohlendioxid, Wasser, Ammoniak und Wärme freigesetzt. Die Temperatur kann dabei auf bis zu 70 °C ansteigen. Durch die hohen Temperaturen kann es zur verstärkten Freisetzung von Geruchsstoffen kommen. Die wichtigsten Parameter für den Kompostierungsprozess sind die Temperatur, die Belüftung und der Wassergehalt. Die Belüftung verhindert nicht nur das Bilden von anaeroben Zonen, sondern schützt vor Überhitzung und trocknet das Material. Die aktive Belüftung kann mittels Gebläse oder Absaugung durch Spaltenböden erfolgen. (Pinasseau et al. 2018)

Je nach Verfahren, Ausgangsmaterial und erwarteter Qualität des Ergebnisses kann ein Reifungsschritt erforderlich sein. Dieser Schritt dauert zwischen sechs und zwölf Wochen. Die Reifung findet in der Regel in Tisch- oder Dreiecksmieten statt. Abschließend findet eine Klassierung und Entfernung von verbleibenden Verunreinigungen wie Kunststoffen oder Glas mit Hilfe von Trommelsieben oder Windsichtern statt. (Pinasseau et al. 2018)

Die wichtigsten Merkmale der Kompostierungsverfahren beziehen sich auf den Aufbau der biologischen Stufe, in der die Zersetzung am intensivsten ist, sowie die Form, in der die Mieten aufgebaut sind. Das zweite Unterscheidungsmerkmal bezieht sich auf die Funktionsweise der Kompostierungsanlage, ob aktive oder passive Belüftungssysteme eingesetzt werden bzw. ob dynamische Mieten (die sich kontinuierlich drehen, wie in Kompostiertrommeln), halbdynamische Mieten (das verrottende Material wird von Maschinen gewendet oder gemischt) oder statische Mieten mit Zwangsbelüftung zur Anwendung kommen. (Pinasseau et al. 2018)

Mechanisch-biologische Behandlung

Die MBA erfüllt in den meisten Fällen mehrere Zwecke, u.a. die Rückgewinnung von verwertbaren Stoffen, die Verringerung des Gehaltes an organischen Bestandteilen und eine Reduzierung des Abfallvolumens. Ein zusätzlicher Zweck ist oftmals die Zerkleinerung des Materials für eine weitere Verarbeitung, z.B. zum Einsatz als Brennstoff. Die biologische Rotte dient der Gewichtsreduzierung und der Inertisierung. Typische Werte für den kombinierten Verlust von Wasser und biologisch abbaubaren Stoffen können im Bereich zwischen 20 % bis 35 % liegen, was hauptsächlich von der Dauer der Behandlung abhängt. (Pinasseau et al. 2018)

Der grundsätzliche Aufbau einer MBA besteht aus einer mechanischen Trennung, einer biologischen Behandlung (die im Wesentlichen der Kompostierung entspricht) und einer weiteren mechanischen Behandlung, sofern diese erforderlich ist. Die MBA erfordert im Vergleich zur rein biologischen Behandlung einen größeren Aufwand in der mechanischen Aufbereitung, da sie einen weit heterogeneren Inputstrom (i.d.R. werden gemischte, unsortierte Abfälle aufgegeben) aufweist. Fraktionen, die für eine biologische Behandlung ungeeignet sind, wie Kunststoffe oder Metalle, müssen zuvor weitgehend abgetrennt werden. Bei ausreichender Stabilisierung können die Emissionen in die Luft (z. B. Geruchsemissionen, Freisetzung von Methan, etc.) im Vergleich zur Deponierung von unbehandeltem Material um etwa 90-98 % reduziert werden. (Pinasseau et al. 2018)

Der Aufbau einer mechanischen Aufbereitung kann sehr unterschiedlich in seiner Ausführung sein. Er setzt sich i.d.R. aus einem Zerkleinerer bzw. Sackaufreißer, einer Abscheidung von Wertstoffen (z.B. Metalle), der Abtrennung von biologisch abbaubaren Stoffen durch eine Klassierung (Siebung) und einer weiteren Aufbereitung des Siebüberlaufes zusammen. Vom Siebüberlauf können heizwertreiche Materialien wie Textilien, Papier oder Kunststoffe zur Herstellung von Brennstoffen oder sortenreine Stoffströme zur Wiederverwertung abgetrennt werden. (Pinasseau et al. 2018)

Je nach gewünschtem Output aus der MBA unterscheiden sich verschiedene Prozesskonfigurationen. In jeder Konfiguration wird eine anorganische Fein- und Inertstofffraktion sowie eine Fraktion von recyclebaren Materialien, die je nach eingesetzten Aggregaten sehr unterschiedlich sein kann (i.d.R. jedenfalls Metalle), erzeugt. Bei der aeroben biologischen Trocknung fällt weiters je nach Qualität ein Ersatzbrennstoff (EBS) bzw. eine Fraktion für die thermische Verwertung an. Die aerobe Biostabilisation erzeugt eine deponierfähige Fraktion sowie eine Fraktion an Kunststoffen und anderen anorganischen Rückständen, die nicht für die Biostabilisation geeignet sind. (Pinasseau et al. 2018)

Zusammenfassend kann für die MBA festgehalten werden, dass es für den Betrieb sehr unterschiedliche Konfigurationen gibt. Um den steigenden Recyclingquoten für Siedlungsabfälle gerecht zu werden, sollte auf eine möglichst gute Ausbringung von Wertstoffen geachtet werden. Die Erzeugung von heizwertreichen Mischfraktionen zum Einsatz als EBS ist eine weitere Option. Die biologisch abbaubare Feinfraktion kann entweder nach einer biologischen Trocknung verbrannt oder nach einer biologischen Stabilisation deponiert werden.

2.3 Beschreibung des Standortes

Beim betrachteten Standort handelt es sich um die Abfallbehandlungsanlage des AWV Liezen. Diese befindet sich auf einem ca. 15 Hektar großen Areal östlich der Stadt. Der Standort kann in sechs Bereiche unterteilt werden: Die Verwaltung, die Umladung und das ASZ, die Aufbereitung biogener Abfälle, die MBA, das Lager sowie die Aufbereitung von Baurestmassen und die Deponie. Die MBA und die Aufbereitung biogener Abfälle teilen sich eine Halle. Abbildung 1 gibt einen Überblick über den Standort.

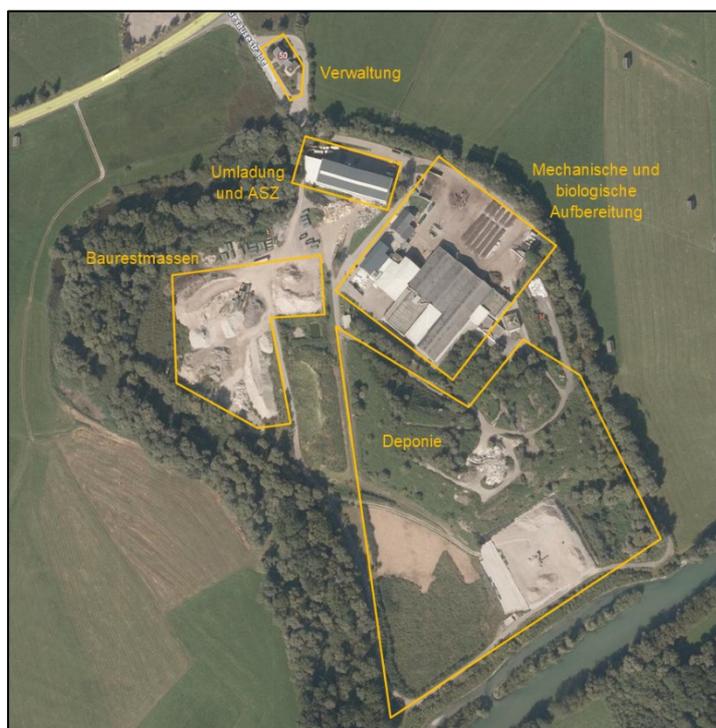


Abbildung 1: Standortübersicht des AWV Liezen, Bildquelle: eigene Darstellung (Geoinformationssystem 2021)

der „IFE Aufbereitungstechnik“ erfolgt über zwei Förderbänder, wobei das zweite die Förderrichtung ändern kann. Bei der Aufbereitung von Holzabfällen wird die Förderrichtung entgegen der Aufgabeöffnung des Siebes eingestellt, um die zerkleinerten und metallentfrachteten Holzabfälle mittels eines weiteren Förderbandes auf einer Seite der Anlage in einen Bunker auszubringen. Das Altholz wird von hier aus zur weiteren Verwertung verladen und extern verbracht.

Das Schwingsieb hat eine Sieblochung von 50 mm. Die Klassierung in Grob- und Feinfraktion findet auf zwei Siebebenen statt. Der Siebüberlauf wird von einem zweiten, baugleichen Überband-Magnetscheider nochmals metallentfrachtet und in einen Bunker ausgebracht. Der Siebüberlauf wird der thermischen Verwertung zugeführt. Ein Förderband am unteren Ende des Siebes transportiert die Feinfraktion in den dafür vorgesehenen Bunker. Von dort aus wird das Feingut mit anderen Abfallklassen (z.B. Straßenkehricht) gemeinsam in die biologische Aufbereitungsstufe eingebracht, welche in Abbildung 4 dargestellt ist.

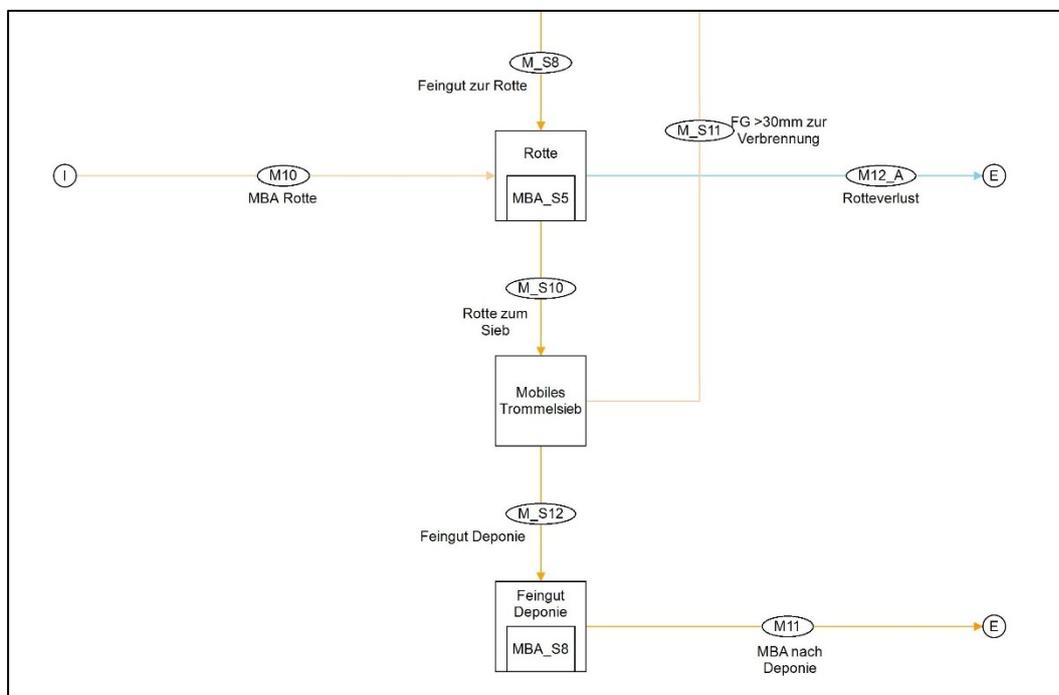


Abbildung 4: Biologische Aufbereitungsstufe der MBA

Die biologische Rotte der MBA ist ähnlich aufgebaut wie jene der biogenen Abfälle. Nach einer dreiwöchigen Tunnelrotte folgt eine überdachte Verrottung in, durch Betonwände getrennten, Haufen. Eine Umsetzung erfolgt ebenfalls alle sieben bis zehn Tage manuell mittels Radlader. Für die Siebung kommt das gleiche Trommelsieb wie auch beim biogenen Material zum Einsatz, jedoch wird zweimalig mit einer Körnung von 30 mm gesiebt. Dies ist notwendig, um den Heizwert so weit zu senken, dass die Anforderungen der Deponierichtlinie erfüllt werden. Vor dem Einbringen in die Deponie wird das Material beprobt, extern untersucht und bis zum Erhalt der Ergebnisse zwischengelagert.

Umladung und ASZ

Die Umladung stellt keine Verwertungstätigkeit im engeren Sinne der Abfallwirtschaft dar. Abfallarten, die diesem Teilbereich des Standortes zugeordnet sind, werden angeliefert, teilweise manuell sortiert, verladen und extern verbracht. Des Weiteren wird der Umladung auch das ASZ der Stadt Liezen zugerechnet, da sich dieses örtlich in der gleichen Halle befindet. Abbildung 5 zeigt ein Bild der Halle.



Abbildung 5: Halle der Umladung und des ASZ, Bildquelle: Homepage AWW Liezen (AWW Liezen 2022)

Angelieferter Sperrmüll aus den Mitgliedsgemeinden, dem AWW Murau wie auch von privaten Haushalten werden gemeinsam mit angeliefertem Gewerbemüll gelagert. Nach der Anlieferung werden aus dem Sperr- und Gewerbemüll mittels eines Baggers vom Fahrer gesichtete Wertstoffe wie Holz und Metalle manuell abgetrennt. Der verbleibende Sperr- und Gewerbemüll wird verladen und der Verbrennung zugeführt. Gewerbemüll des Unternehmens „Energie AG“ wird auf dem Standort nur zwischengelagert. Anlieferung und Abholung werden vom Unternehmen eigenständig durchgeführt.

Die Anlieferung von gebrauchten Silofolien erfolgt zumeist direkt durch landwirtschaftliche Betriebe. Sortenrein angelieferte Folien werden manuell mit einem Bagger auf etwaige Fremdstoffe überprüft, sortiert und anschließend zu Ballen gepresst und verkauft. Die Sortierung von verunreinigten Silofolien erfolgt ebenfalls mittels Bagger. Je nach Verschmutzungsgrad werden die Folien manuell sortiert und entweder den sortenreinen Folien oder dem Sperr- und Gewerbemüll zugeordnet.

Die Umladung des Altpapiers erfolgt aus Platzgründen in einem dafür vorgesehenen Bereich der MBA Halle. Das Altholzlager befindet sich hinter der Halle der Umladung und ist auch durch ein Tor in der Halle für die Anlieferung im ASZ zugänglich. Von dort aus wird dieses mittels Radlader in die Zerkleinerung der MBA eingebracht. Das Lager von Alteisen ist räumlich durch eine Betonwand vom Altholzlager abgetrennt und ist ebenfalls durch ein Tor mit der Halle verbunden.

Bei der Annahme von Altreifen wird zwischen den Fraktionen mit und ohne Felge unterschieden. Reifen die auf Felgen aufgezogen sind, werden von einem lokalen

Unternehmen abgezogen und getrennt der Entsorgung in den entsprechenden Fraktionen zugeführt. Alttextilien, Elektroschrott und andere mengenmäßig unterzuordnende Fraktionen werden im ASZ gesammelt bzw. aus den ASZ der Mitgliedsgemeinden des Verbandes angeliefert und der fachgerechten Entsorgung zugeführt. Die Lagerung von Rechengut und Klärschlamm erfolgt im Freibereich des Standortes. Diese Abfälle werden vor Ort nicht weiterbehandelt, sondern nur zwischengelagert und anschließend extern verbracht.

Baurestmassen

Als Baurestmassen werden die Abfallklassen sortenreiner und gemischter Bauschutt, Asphaltaufbruch und Betonabbruch angenommen. Für die Baurestmassen existiert keine eigene Aufbereitungsanlage. Die Aufbereitung erfolgt durch Beauftragung eines externen Unternehmens. Gebrochene, sortenreine Baustoffe sowie Beton- und Asphaltbruch werden teilweise im internen Deponie- und Wegebau eingesetzt. Gemischter Bauschutt wird zum Einbauen und Abdecken anderer Abfälle in der Deponie verwendet. Ein Verkauf von Recycling-Baustoffen findet derzeit nicht statt.

Deponie

Die Deponie nimmt die größte Fläche des Standortes ein. Eine alte Deponie ist bereits fast vollständig rekultiviert, ein Teil wird derzeit noch als Zwischenlager genutzt. Es sind bereits neue Deponieflächen als Massenabfall-, Baurestmassen- sowie Reststoffdeponie genehmigt und in Betrieb. Die Reststoffdeponie dient der Ablagerung von verschiedenen Verbrennungsaschen und Ofenausbruch aus Industrieöfen. Künstliche Mineralfasern und asbesthaltige Abfälle werden in einem verschließbaren Tunnel in der Halle der MBA zwischengelagert. Aus dem Zwischenlager erfolgt ein Transport zu einem externen Unternehmen, das die Abfälle zu Ballen presst und in Folien verpackt. Diese gepressten Ballen können stabil in der Baurestmassendeponie abgelagert und mit gemischtem Bauschutt eingebaut werden. Angelieferter Gipsschlamm wird ebenfalls auf der Baurestmassendeponie abgelagert.

Der Siebunterlauf aus der biologischen Rotte der MBA ist der größte Abfallstrom auf die Massenabfalldeponie. Darüber hinaus werden Sandfanginhalte, Rückstände aus der Kanalreinigung, Straßenkehricht, Metall-Hydroxidschlämme und sonstige verunreinigte Böden auf der Massenabfalldeponie abgelagert.

3 Methodik

In diesem Kapitel werden die angewandten Methoden zur Erstellung eines Modells des gesamten Standortes sowie dessen Teilsystemen dargestellt. Dabei wird neben den Stoffströmen im Besonderen auf die Darstellung von Geldflüssen eingegangen. Abschließend folgt eine Beschreibung der angewandten Methoden für die Analyse des Standortes.

3.1 Standortmodell

Der Standort des AWW Liezen soll in einem übersichtlichen Standortmodell inkl. einer detaillierten Darstellung der Teilsysteme abgebildet werden. Das Modell dient dabei als Grundlage für eine spätere Analyse verschiedener Szenarien, die den Standort mittel- bis langfristig beeinflussen könnten. Das Modell muss daher so ausgelegt sein, dass sich bei der Änderung von Eingabeparametern die Ausgabewerte entsprechend anpassen. Die Methode der Stoffflussanalyse (SFA) kommt daher zur Anwendung.

Die SFA bilanziert mit zeitlicher und räumlicher Abgrenzung alle Flüsse von Gütern und Stoffen innerhalb eines Systems und aller Import- und Exportflüsse über die Systemgrenzen. Bei dem zu untersuchenden System kann es sich um Einzelprozesse oder eine Verknüpfung von mehreren Prozessen und deren Unterprozessen handeln. Für die Bilanzierung kommt das Massenerhaltungsgesetz zur Anwendung. (ÖWAV-Regelblatt 514)

Als Ausgangspunkt der SFA ist die Systemgrenze in zeitlicher und räumlicher Hinsicht festzulegen. Dabei ist zu entscheiden, welche Prozesse betrachtet werden sollen und daher innerhalb der Systemgrenze liegen. Die zeitliche Grenze definiert jene Periode, über die das System bilanziert wird. (ÖWAV-Regelblatt 514)

Für das Standortmodell des AWW Liezen wurde die räumliche Systemgrenze mit dem Werksgelände gleichgesetzt. Es werden daher alle Import- und Exportflüsse des Standortes berücksichtigt. Die zeitliche Systemgrenze wurde mit einem Jahr festgelegt.

Zur Erstellung dieses Modells wurde die Software STAN, die von der TU Wien entwickelt wurde und als Freeware zugänglich ist, angewendet. Mit STAN können Modelle in grafischer Form durch die Anwendung von vordefinierten Komponenten, wie Prozessen, Lagern oder Flüssen, übersichtlich dargestellt werden. Dabei kann in mehreren Ebenen (Subsystemen) und in verschiedenen Schichten (Güter, Stoffe, Energie) gearbeitet werden. (IWR 2012)

STAN ist eine in der Abfallwirtschaft gebräuchliche Software und wird bereits für andere Anwendungen im AWW Liezen eingesetzt.

3.1.1 Modellierung der Stoffflüsse

Für das Modell der Stoffflüsse wurde der Standort in die bereits zuvor erwähnten Teilbereiche Biogenes, MBA, Deponie, Baurestmassen und Umladung unterteilt. Um eine übersichtliche Darstellung gewährleisten zu können, sind die einzelnen Teilbereiche in der übergeordneten Güterebene (Hauptebene) als Blackbox dargestellt. Den Bereichen Biogenes und MBA sind Eingangslager vorgeschaltet, um mehrere Stoffflüsse zu bündeln.

In der Hauptebene sind alle Import- bzw. Exportströme ersichtlich, die mehr als 10 Jahrestonnen aufweisen. Zur Modellierung wurden der Mittelwert (MW) der Importmenge der Jahre 2016-2020 sowie die zugehörige Standardabweichung (StAbw) mittels Excel berechnet und angewendet. Als Datengrundlage fungierten der Summenreport (SR) aller Warenbewegungen aus dem elektronischen Datenmanagement (EDM) des Umweltbundesamtes (AWV Liezen 2016b-2020) sowie der interne Gesamtmengenreport (GM) des AWV Liezen (AWV Liezen 2016a-2020). Die Quellen werden in Tabellen mit den Kurzzeichen SR bzw. GM angegeben. Einzelne Datensätze, die starke Abweichungen zu den anderen Jahren aufwiesen, wurden aus der Berechnung der Durchschnittswerte ausgenommen. Die entsprechenden Daten wurden durchgestrichen, MW sowie StAbw sind in kursiver Schrift formatiert. Tabelle 1 zeigt exemplarisch die Importwerte der biogenen Abfälle aus den Perioden 2016-2020 sowie den MW und die StAbw für diese.

Tabelle 1: Berechnung der mittleren Importmenge von biogenen Abfällen [t/a]

	Biomüll	Laub- / Grasschnitt	Strauchwerk Gem. Privat	Strauchwerk Gew.	Summe
2016	3602	377	467	41	4187
2017	3580	370	244	60	4224
2018	3724	291	869	52	4936
2019	3906	345	634	44	4929
2020	4115	448	752	53	5368
MW	3 785	366	752	50	5 078
StAbw σ	201	51	96	7	205
Quelle	SR	SR	SR	SR	

Die Importwerte sowie die berechneten MW und StAbw für alle Stoffflüsse können Anhang 1 entnommen werden.

Im nächsten Schritt der Modellierung wurden die Teilsysteme (als Blackbox) durch die systeminternen Stoffflüsse miteinander verbunden. Die Werte dieser Stoffflüsse sollen in weiterer Folge durch das Programm berechnet werden und bleiben vorerst unbekannt.

Das angezeigte Zahlenformat lässt sich in STAN umschalten. Exemplarische Darstellungen der Stoffströme in dieser Arbeit sind, sofern nicht anders beschrieben, immer mit drei signifikanten Stellen der Zahlen in Tonnen pro Jahr [t/a] angezeigt. Als Beispiel findet sich in Abbildung 6 auszugsweise die Darstellung der Biomüll-Aufbereitung in der Hauptebene.

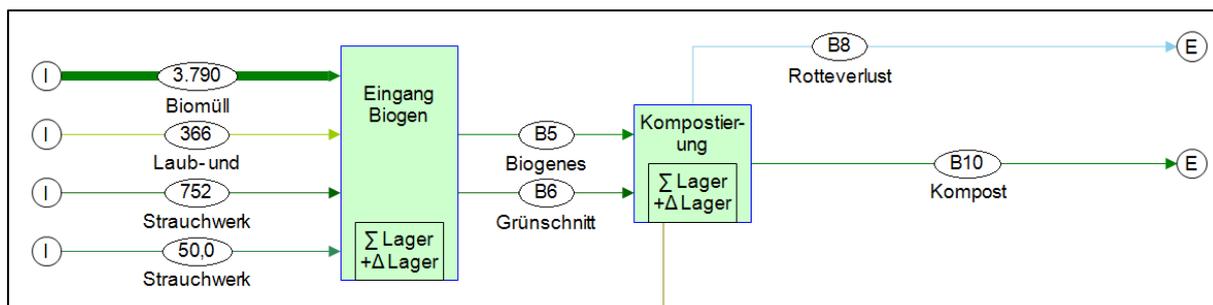


Abbildung 6: Hauptebene der Biomüll-Aufbereitung

Die mit „I“ versehenen Stoffströme sind Importströme, die mit „E“ bezeichneten Stoffströme sind Exportströme. Im Bild abgeschnittene Stoffströme stellen eine Verbindung mit anderen Anlagen dar. In den kleinen Rechtecken innerhalb der Prozesse werden im fertigen Modell Lagerwerte sowie deren Veränderung dargestellt.

Um die Abläufe in den einzelnen Teilbereichen möglichst detailliert darzustellen, wurde in jeder Blackbox ein Subsystem integriert. In den Subsystemen sind alle relevanten Aggregate und Arbeitsschritte als Prozesse oder Lagerelemente dargestellt. Stoffflüsse, die im Hauptsystem ersichtlich sind, werden im Subsystem als Import- bzw. Exportfluss dargestellt. Alle Stoffflüsse, die Prozesse und Lager verbinden und somit das Subsystem nicht verlassen, sind interne Stoffflüsse. Die Subsysteme bilden daher eigene Bilanzräume.

Die Teilung von Stoffflüssen in den Prozessen wird durch Transferkoeffizienten (TK) im Modell realisiert. Diese TK berechnen sich auf Basis des Verhältnisses von Output- zu Inputflüssen. Die dafür benötigten Mengendaten wurden aus dem SR, dem GM sowie aus Aufzeichnungen über interne Stoffflüsse, i.d.R. Umbuchungen (UB) (AWV Liezen 2016c-2020), entnommen. Interne Stoffflüsse von einem Teilsystem in ein anderes wurden entweder durch TK realisiert oder basieren auf den durchschnittlichen Mengen der betrachteten vergangenen Perioden. Sofern es zur Berechnung eines TK keine fundierte Datengrundlage gab, wurde dieser geschätzt. Tabelle 2 zeigt das Vorgehen zur Berechnung eines TK am Beispiel des Rotteverlustes im Teilsystem Biogenes.

Tabelle 2: Transferkoeffizienten des Rotteverlustes (RV)

	Summe Import Bio	RV gesamt	TK RV / Import
2016	4187	2720	0,65
2017	4224	2420	0,57
2018	4936	2510	0,51
2019	4929	2610	0,53
2020	5368	2900	0,54
MW	5 078	2 632	0,56
StAbw σ	205	167	0,05
Quelle	SR	UB	

Da es keine Aufzeichnungen zu den einzelnen Rotteverlusten der Rottephasen (Tunnelrotte, Hallenrotte, Nachrotte im Freien) gibt, wurde hierfür eine Abschätzung getroffen (siehe Tabelle 3). Die vom Modell berechneten Stoffströme für die Rotteverluste und die daraus resultierende Summe sind ebenfalls in der Tabelle ersichtlich.

Tabelle 3: Aufteilung der Rotteverluste der Kompostierung nach Rottephasen

	RV Tunnel	RV Halle	RV Nachr.	Summe
TK	0,2	0,27	0,25	0,562*
Menge	991	1070	723	2784

Die Summe der Transferkoeffizienten (*) berechnet sich wie in Formel 1 dargestellt:

$$TK = 1 - (1 - 0,2) * (1 - 0,27) * (1 - 0,25) = 0,562 \quad (1)$$

Die Summe der einzelnen Rotteverluste liegt innerhalb der StAbw des MW der betrachteten Perioden in Tabelle 2. Die Ermittlungen der weiteren TK für das Modell können Anhang 2 entnommen werden. In Abbildung 7 ist das fertig modellierte Subsystem der Aufbereitung biogener Abfälle inkl. aller Prozesse und Stoffströme ersichtlich.

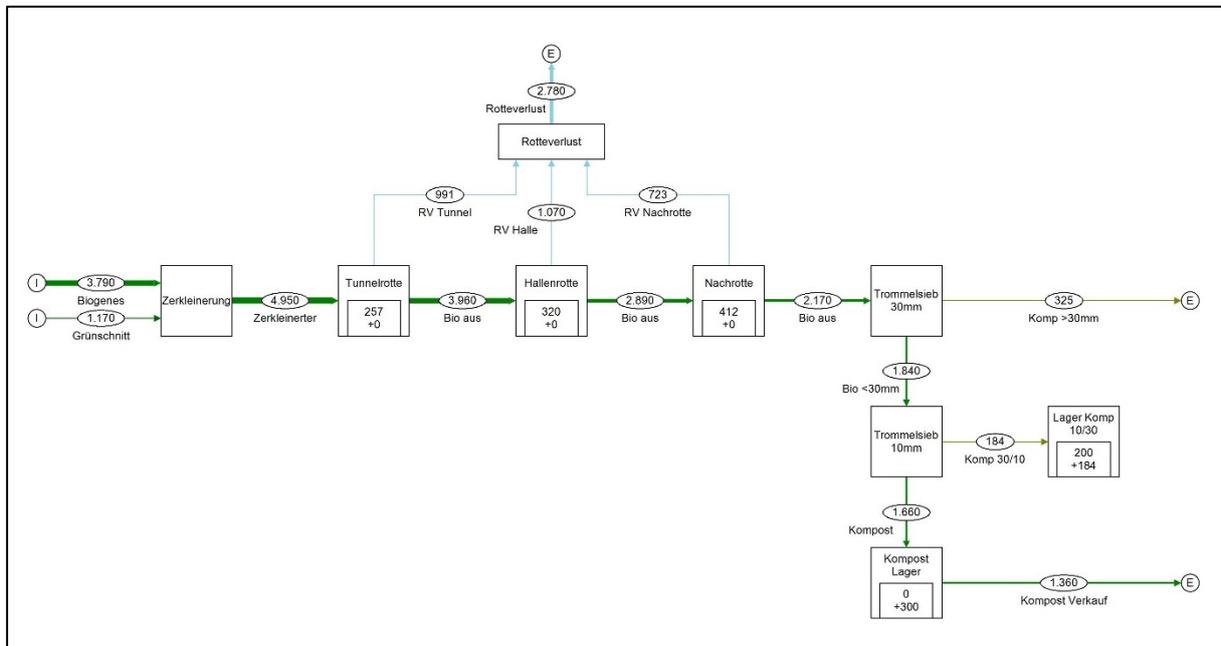


Abbildung 7: Subsystem der Aufbereitung biogener Abfälle in der Güterebene

Nach der vollständigen Modellierung aller Prozesse und Stoffflüsse in den Subsystemen wurde das Modell mit der Ebene der Geldflüsse erweitert.

3.1.2 Modellierung der Geldflüsse

Die Modellierung von Geldflüssen ist in STAN nicht als Standardfunktion integriert. Um Geldflüsse darstellen zu können, wurde als zweite Hauptebene eine Energieflussebene eingeführt, welche als Standardfunktion verfügbar ist. In der Energieebene können Energieflüsse mit Stoffflüssen durch die Eingabe einer spezifischen Energie (z.B. als kJ/t) verknüpft werden. Um damit Geldflüsse darzustellen, wurde eine neue Energieeinheit in STAN erstellt, die 1 € als 1 kJ definiert. Durch diese Einstellung dient das Eingabefeld der spezifischen Energie als Eingabefeld für Preise bzw. Kosten in €/t.

Durch die Eingabe der Preise der Eingangsströme (i.A. die Gate Fee für die Anlieferung der Abfälle) sowie der Kosten der Entsorgung bzw. der Erlöse für wiedergewonnene Wertstoffe, können die stoffstrombezogenen Einnahmen und Ausgaben dargestellt werden. Die Daten für Kosten und Preise wurden vom AWW Liezen zur Verfügung gestellt (Christina Ablaßer 2021) und sind Anhang 3 zu entnehmen. Für die Einnahmen der Inputseite und die Ausgaben der Outputseite wurden positive Werte im Modell eingeben, da die Stoffflüsse und die Geldflüsse die gleiche Richtung aufweisen. Die Erlöse für die Veräußerung von Wertstoffen

(z.B. Papier, Altmittel, etc.) wurden als negative Werte eingegeben, da Stofffluss und Geldfluss eine entgegengesetzte Richtung aufweisen. Negative Geldflüsse bei Exportströmen stellen nach diesem System Einnahmen dar.

Das Modell berechnet durch die Verknüpfung von Stoffflüssen und Preisen die absoluten Geldflüsse für ein Jahr. Um den Überschuss je Anlage darzustellen, wurde ein Hilfsstoffstrom „Einnahmen“ eingeführt, mit dessen Hilfe die Finanzüberschüsse darstellbar sind. Dies war notwendig da es im STAN nicht möglich ist, einen Energiefluss ohne einen zugehörigen Stofffluss darzustellen.

Hat eine Anlage mehrere Einnahmequellen (z.B. durch die Gate Fee und den Verkauf von Wertstoffen), so wurden mehrere Hilfsflüsse eingeführt. Diese werden im Prozess „Kostenstelle“ zusammengeführt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird von dieser Kostenstelle nur ein einziger Geldstrom mit dem Titel „Überschuss“ aus dem Subsystem in das Hauptsystem exportiert.

Die Hilfsflüsse (in Gelb dargestellt) sind mit den zugehörigen Hauptflüssen (z.B. „Einn. Altholz“ mit „Altholz zur Verwertung“) in der Güterebene über eine Beziehung mit dem Verhältnis 1/1000 verknüpft. Dadurch verringert sich die Masse des Hauptflusses um einen Faktor von 0,001, was in weiterer Folge vernachlässigt wird. Über diese mengenmäßig kleinen Stoffflüsse können Geldflüsse sehr einfach dargestellt werden, was in Abbildung 8 am Beispiel der MBA gezeigt wird. Das Zahlenformat für Geldflüsse ist auf drei Stellen gerundet in Euro pro Jahr [€/a] dargestellt.

Die Differenz zwischen den Einnahmen der Inputströme und den Kosten für die Entsorgung sowie die Einnahmen aus dem Verkauf von Wertstoffen werden im Hilfsprozess „Kostenstelle MBA“ zusammengeführt und als Exportfluss „Überschuss MBA“ aus dem Subsystem in das Hauptsystem exportiert. Im Hauptsystem sind dadurch die finanziellen Überschüsse der Teilsysteme als einzelner Hilfsfluss gut erkennbar.

Implementierung nicht unmittelbar stoffstrombezogener Kosten

Das bisherige Modell betrachtet nur stoffstrombezogene Erlöse und Kosten. Betriebskosten, Transportkosten und Personalkosten sowie Abschreibungen und Verwaltungskosten wurden noch nicht berücksichtigt. Um diese Kosten möglichst genau einpflegen zu können, wurde als Datenbasis der Rechnungsabschluss (RA) des Wirtschaftsjahres 2020 des AWV Liezen herangezogen (AWV Liezen 2021). Die Stoffflüsse des Modells wurden dafür ebenfalls an das Jahr 2020 angepasst, anstatt den Durchschnitt mehrerer Jahre zu verwenden.

In einem ersten Schritt wurden die Einnahmen und Ausgaben in Bezug auf die Stoffströme von RA und Modell gegenübergestellt und miteinander abgeglichen. Da es sich bei den vom AWV Liezen zur Verfügung gestellten Preisen um jene aus dem Jahr 2021 handelte, wurden für einige Stoffströme im Jahr 2020 geringere Preise angesetzt. Tabelle 4 zeigt exemplarisch die Gegenüberstellung der Einnahmen der RA-Position „Restmüll & biogene Abfälle der Gemeinden“ mit den zugehörigen Importflüssen des Modells.

Tabelle 4: Gegenüberstellung der Einnahmen für Rest- und Biomüll der Verbandsgemeinden

Kostenstelle	Einnahmen laut RA	Einnahmen laut Modell
Positionen im RA		
RM & Bio Gemeinden	€ 1 687 700	
Positionen in der Stoffstromanalyse		
RM Liezen		€ 1 195 700
RM Aussee		€ 254 100
Bio gesamt		€ 247 600
Summe Modell		€ 1 697 400

Die Position des RA und die Summe der Einnahmen, die sich laut Modell ergeben, weichen geringfügig voneinander ab. Dies zeigt sich auch beim Vergleich anderer Positionen. Abweichungen ergeben sich u. a. daraus, dass die Positionen im RA nicht gleichlautend sind mit jenen aus der Stoffstromanalyse. Die vollständige Gegenüberstellung der stoffstrombezogenen Einnahmen und Ausgaben von RA und Modell ist Anhang 3 zu entnehmen. Die Summe der Abweichungen zwischen Modell und RA wird am Ende der Modellierung berücksichtigt.

Ausgabenseitig hat sich gezeigt, dass im RA die Kosten für Verwertung und Transport zusammengefasst als eine Position dargestellt sind. Die errechneten Kosten der Entsorgung für die verschiedenen Stoffströme (basierend auf den Entsorgungspreisen) konnten dem Modell direkt entnommen werden. Die Transportkosten wurden aus den Preisen je Tonne und

den zugehörigen Massen abgeschätzt, sofern konkrete Preise dafür vorhanden waren. Eine Abschätzung über weitere Kosten der Aufbereitung und Verwertung (z.B. extern vergebene Aufbereitung von Baurestmassen, pressen und folieren von Asbest und Mineralfasern, etc.) komplettieren die kalkulierten Ausgaben. Abweichungen zwischen RA und Modell sind darauf zurückzuführen, dass die angeführten Kosten im RA sehr allgemein gehalten sind und daher nur als Abschätzung aufgeschlüsselt werden konnten.

Die Positionen im RA lauten auf „Transport und Verwertung“ des jeweiligen Abfalls. Die Berechnungen des Modells beruhen auf den tatsächlichen Mengen und Preisen für Verwertung und Transport. Der RA und das Modell weisen dabei in allen Positionen eine Differenz auf, die nicht näher erläutert werden kann. Tabelle 5 verdeutlicht dies am Beispiel von Restmüll.

Tabelle 5: Auszug aus der Berechnung der Kostenabweichung zwischen RA und Modell des Jahres 2020 für die Verwertung und den Transport von Restmüll

Kostenstelle	Ausgaben laut RA	Ausgaben laut Modell	Differenz	Bemerkung
Restmüll				
Transp. & Verw. RM	€ 1 079 100			
Siebüberlauf zur Verbrennung		€ 736 800		
Transport		€ 250 200		450 € / Fuhre (15 t / Fuhre)
Summe	€ 1 079 100	€ 987 000	€ 92 100	

Diese Unstimmigkeiten zwischen dem RA und den Werten des Modells werden am Ende der Modellierung pauschal berücksichtigt.

In den Subsystemen wurden Kostenstellen für die Transportkosten implementiert und weitere Hilfsströme zur eigenständigen Darstellung dieser Kosten erstellt. Diese Kostenstellen wurden als Lagerelement ausgeführt. Dies bietet den Vorteil, dass es keine Geldflüsse aus dem System heraus gibt, sondern die angefallenen Kosten im Subsystem übersichtlich aufscheinen.

Die Transportkosten sind über Beziehungen durch den Faktor 0,0001 mit den Hauptströmen verknüpft. Teilweise wurden bereits integrierte Hilfsströme der Einnahmen als Bezug und daher der Faktor 0,1 als Verknüpfung angewendet. Dadurch werden die Hauptströme nur gering verfälscht und die Transportkosten können direkt proportional in das System eingefügt werden. Dafür werden die Transportkosten mit den Preisen je Tonne eingetragen, die Einheit der Hilfsströme jedoch auf €/dag eingestellt, da die Hilfsströme in der Güterebene um einen Faktor 10000 kleiner sind als die zugehörigen Hauptströme.

Für die Zuordnung der Personalkosten wies der RA auf, dass 2020 ein Vollzeitäquivalent (VZÄ) von 18,74 Mitarbeitern (8,11 Angestellte und 10,63 Arbeiter) beschäftigt war (AWV Liezen 2021). Für die Berechnung wurden die gesamten Personalkosten durch das VZÄ

dividiert, um die Kosten je Mitarbeiter darzustellen, wie die nachfolgende Berechnung in Formel 2 zeigt.

$$\text{Kosten (VZÄ)} = \frac{1.053.000 \text{ €}}{18,74 \text{ VZÄ}} = 56.190 \text{ €/VZÄ} \quad (2)$$

Die Betriebskosten der Anlage bestehen aus den Kosten für Verbrauchsgüter, der Instandhaltung, Sonderkosten der Deponie sowie den Abschreibungen. Diese Kosten wurden auf Basis des RA aufgeschlüsselt und mittels einer Abschätzung von Umschlagfaktoren den einzelnen Teilbereichen des Standortes zugeordnet. Dabei wurde in fixe Kosten (FK) und variable Kosten (VK) unterschieden. Da es keine unmittelbare Zuordnung der Arbeiter zu den Teilsystemen gibt, wurde dafür ebenfalls eine Abschätzung getroffen. Die Kostenzuweisung zu den einzelnen Teilsystemen kann Anhang 5 entnommen werden. Tabelle 6 stellt diese Auszugsweise für die Verbrauchsgüter dar.

Tabelle 6: Auszug aus der Betriebskosten Aufschlüsselung nach Teilsystemen

	Gesamt-kosten	BIO	MBA	UML	BAU	DEP	Allg.	FK / VK
Verbrauchsgüter								
Treibstoffe	€ 87 700	0,20	0,40	0,30	0,05	0,05		VK
sonst. Verbrauchsgüter	€ 12 700	0,20	0,50	0,30				VK
Strom	€ 72 700	0,10	0,75	0,05			0,10	VK

Zur Darstellung von Betriebskosten und Löhnen der Arbeiter wurde analog zu den Transportkosten ein Lagerelement gewählt. Die variablen Betriebskosten sind mit den Inputströmen des Teilsystems in Beziehung gesetzt. Bei einer Änderung der Stoffströme werden die VK im System angepasst. Dafür wurden die spezifischen Kosten je Tonne ermittelt und im System eingetragen. Kostenstellen sowie Hilfsflüsse, die Kosten darstellen, sind im Modell zur besseren Übersichtlichkeit in der Farbe Rosa dargestellt.

In Abbildung 9 sind exemplarisch die Geldflüsse der MBA mit den oben beschriebenen Ergänzungen für das Modell 2020 ersichtlich.

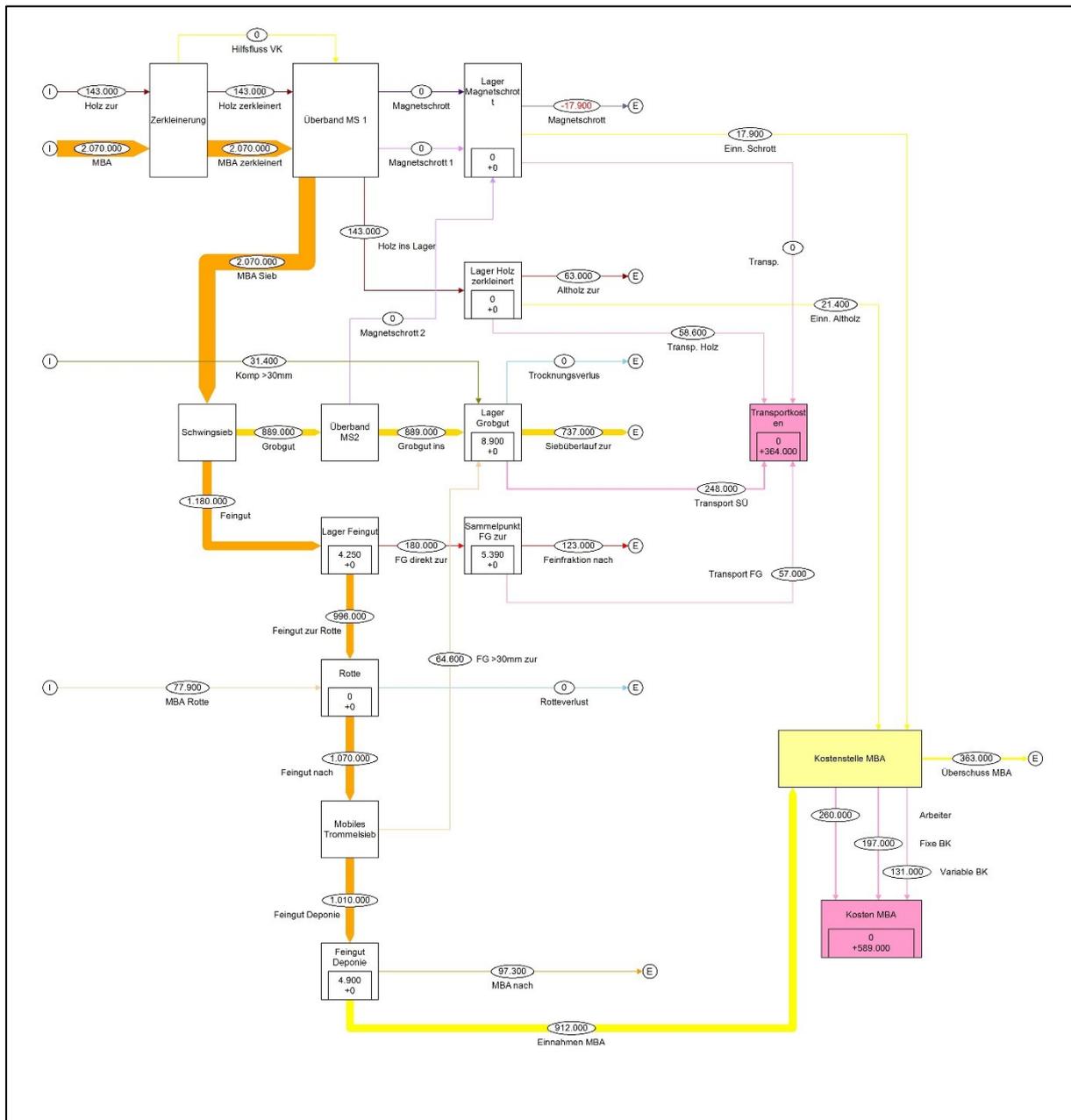


Abbildung 9: Geldflüsse der MBA inkl. Kostenstellen, Transport- und Betriebskosten und Löhnen der Arbeiter für das Jahr 2020

Kosten, die keiner Anlage direkt zuordenbar sind, werden als Verwaltungskosten angeführt. Um die Überschüsse der einzelnen Teilsysteme zu bündeln und gleichermaßen die Kosten und Einnahmen der operativen Geschäftsführung darzustellen, wurde in der Hauptebene der Prozess „Verwaltung“ hinzugefügt. Im Subsystem Verwaltung werden die Gehälter der Angestellten als Verwaltungskosten abgeführt. Darüber hinaus gibt es eine Kostenstelle „Investitionen“ sowie ein Lagerelement mit den in der Bilanz angeführten Rücklagen. Diese Elemente wurden bereits für eine Nutzung als Planungstool sowie für die Analyse von möglichen Szenarien implementiert.

Um die finanziellen Abweichungen, die durch Unterschiede zwischen Positionen im RA und dem Modell entstanden sind, darzustellen, wird eine weitere Kostenstelle mit „nicht

zuordenbare Kosten“ in der Verwaltung eingeführt. In dieser Kostenstelle werden alle Abweichungen zwischen dem RA und dem Modell pauschal berücksichtigt. Die dort angeführten Kosten werden empirisch aus der Differenz der Betriebsergebnisse des Modells und des RA ermittelt und eingetragen. Dadurch stimmen letztlich die Ergebnisse von Modell und RA überein.

Das Subsystem der Verwaltung ist in Abbildung 10 dargestellt.

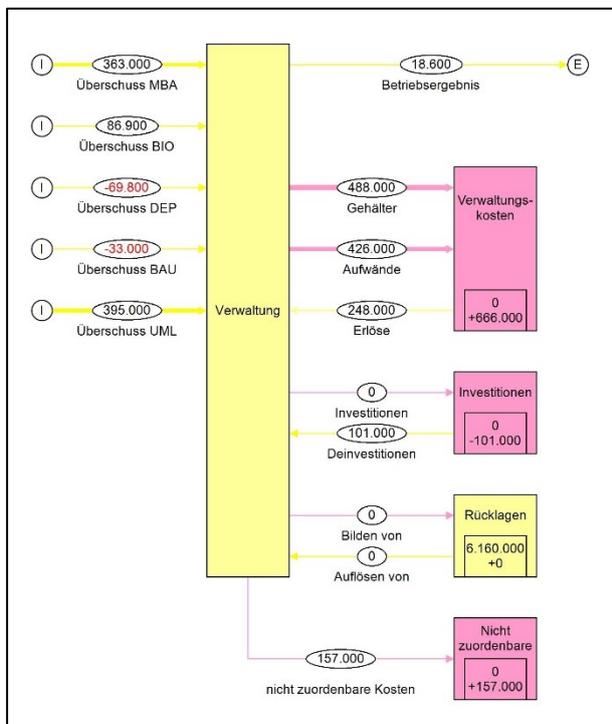


Abbildung 10: Darstellung der Geldflüsse im Subsystem Verwaltung für das Modell 2020

Nach der vollständigen Modellierung des Jahres 2020 wurden die Stoffflussdaten wieder durch die berechneten Durchschnittswerte ersetzt, die Preise auf 2021 berichtigt und die Kostenstruktur angepasst. Vor allem die Transportkosten haben sich seit dem Jahr 2020 erheblich verändert, da mehr Transporte vom AWW selbst durchgeführt werden. Für diese Transporte wurde ein zusätzlicher LKW angeschafft. Um dies auch finanziell abzubilden, wurden die Kosten für Treibstoffe und die Abschreibung für Fahrzeuge um 25 % sowie die Instandhaltung von LKWs um 50 % erhöht. Die Stromkosten sind aufgrund der steigenden Energiepreise um 10 % und die Löhne und Gehälter um 3 % erhöht worden. Die Auswirkungen dieser Erhöhungen auf die Betriebskosten sind in Anhang 5 angeführt.

Dieses Modell wird in weiterer Folge als allg. Modell bezeichnet. Wenn nicht explizit von dem Modell 2020 geschrieben wird, ist immer das allg. Modell gemeint. Die Kosten der Verwaltung unterscheiden sich im Modell des Jahres 2020 und im allg. Modell lediglich um die Erhöhung der Gehälter um 3 %. Eine Desinvestition in der Höhe von € 100.500, die im Jahresabschluss 2020 angeführt war, wurde im allg. Modell auf null gesetzt.

Das Modell stellt nun alle wesentlichen Stoff- und Geldflüsse übersichtlich und detailgetreu dar und kann in weiterer Folge zur Simulation von verschiedenen Szenarien angewendet werden.

Wenn das Modell über mehrere Finanzperioden und ohne weitreichende Änderung von Arbeitsabläufen laufend angepasst wird, so kann es zukünftig als Planungstool zur Budgetierung und zur quantitativen Abschätzung von internen und externen Einflüssen dienen. Derzeit befindet sich der Verband in einer Umbruchsituation, in der Arbeitsabläufe, Stoffflüsse sowie die Transportstrategie überarbeitet werden. Aufgrund dieser laufenden Änderungen sind quantitative Abschätzungen besonders auf Ebene der Geldströme nur eingeschränkt möglich. Durch die oben genannten Adaptionen des Modells bietet dieses für die Abschätzung von Auswirkungen der nachfolgend angeführten Szenarien dennoch eine gute Basis, da qualitative Änderungen erkannt werden und diese quantitativ in ihrer Größenordnung dargestellt sind. Darstellungen des gesamten Modells (Hauptebene sowie alle Subsysteme) finden sich sowohl für die Güter- als auch für die Geldebene in Anhang 9.

3.2 Angewandte Methoden der Standortanalyse

Für die Analyse des Standortes und dessen Teilsystemen fanden verschiedene in der Betriebswirtschaft und im Management anerkannte und erprobte Methoden Anwendung, die nachfolgend erläutert werden.

Das PESTEL-Modell

Das PESTEL-Modell ist eine Methode der externen Umfeldanalyse. Diese Methodik unterstützt ein Unternehmen darin, sich systematisch mit den Entwicklungen einzelner Bereiche der allgemeinen Umwelt auseinanderzusetzen. (Johnson et al. 2011)

Das Akronym PESTEL steht dabei für die englischen Bezeichnungen:

- Political
- Economics
- Sociocultural
- Technological
- Environmental
- Legal

Bei der PESTEL-Analyse gilt es, die genannten Faktoren zu analysieren und abzuschätzen, wie sich diese zukünftig verändern könnten. Daraus können mögliche Auswirkungen auf die Organisation abgeleitet werden. Die Faktoren sind teilweise miteinander verbunden, jedoch sind nicht alle für jede Organisation gleich relevant. Es ist wesentlich, einen Überblick zu behalten und sich nicht in jedes Detail zu verlieren. Jene Faktoren, die den größten Einfluss auf Erfolg oder Misserfolg einer Strategie haben, sind bevorzugt zu betrachten. (Johnson et al. 2011)

SWOT-Analyse

Die SWOT (Akronym für Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) Analyse ist eine Darstellungsform, in der sich interne Aspekte des Unternehmens (Stärken und Schwächen) und externe Einflüsse (Chancen und Risiken) auf den beiden Achsen einer Matrix gegenüberstehen. Durch die Kombination einzelner interner und externer Faktoren sind

strategische Maßnahmen abzuleiten. Dies gibt einen guten Überblick wie sich ein Unternehmen positionieren kann bzw. welche Aktivitäten forciert werden sollten und an welchen noch Verbesserungsbedarf besteht. (Schawel und Billing 2018)

Die Matrixdarstellung erzeugt vier Arten von strategischen Optionen:

- SO-Strategien helfen der Organisation Chancen zu nutzen, indem ihre Stärken eingesetzt werden,
- WO-Strategien zeigen auf, wie Schwächen überwunden werden müssen, um sich wieder auf Chancen konzentrieren zu können,
- ST-Strategien setzen die internen Stärken ein, um die Verwundbarkeit durch externe Risiken zu minimieren,
- WT-Strategien sollen verhindern, dass die Verwundbarkeit durch externe Gefahren von Schwächen vergrößert werden. Dies kann auch zu dem Ergebnis führen, einzelne Geschäftsbereiche eventuell abstoßen zu müssen. (Schawel und Billing 2018)

Die Methode ist vielseitig einsetzbar und auf die konkreten Anwendungsfälle leicht abzustimmen. In der Anwendung kann man sich auf das gesamte Unternehmen, einzelne Geschäftsbereiche bis hin zu einzelnen Produkten fokussieren. Neben der übersichtlichen Darstellung dient die Methode als Grundlage für die Identifikation von etwaigem Handlungsbedarf und für die darauf basierende strategische Planung. (Schawel und Billing 2018)

Die SWOT-Analyse wurde sowohl auf den gesamten Standort als auch auf alle Teilsysteme einzeln angewendet. Die Ergebnisse der Analyse sind in Kapitel 4.1.3 angeführt und können als Matrixdarstellung Anhang 7 entnommen werden.

Analyse von Finanzdaten

Für die Analyse der Finanzdaten in Kapitel 4.2 werden verschiedene Kennzahlen und Darstellungsformen benötigt. Die dafür notwendigen Rohdaten wie Umsatz, fixe und variable Kosten, sowie die daraus resultierenden Erlöse können dem Modell direkt entnommen werden. Um die Teilsysteme untereinander vergleichbar zu machen, werden spezifische Werte verwendet. Diese errechnen sich, indem Umsatz bzw. Kosten oder Erlös durch die Importmenge des Teilsystems dividiert werden. Als Kennzahlen werden der Deckungsbeitrag 1 (DB1) (siehe Formel 3) sowie die Marge (siehe Formel 4) eingesetzt.

$$DB1 [\%] = \frac{\text{spez.Umsatz} - \text{spez.VK}}{\text{spez.Umsatz}} * 100\% \quad (3)$$

$$\text{Marge} [\%] = \frac{\text{spez.Erlös}}{\text{spez.Umsatz}} * 100\% \quad (4)$$

Beide Kennzahlen dienen als Maß für die Ertragsstärke des Teilsystems bzw. geben Aufschluss über dessen Kostenstruktur. Ein hoher DB1 ist ein Zeichen für niedrige VK, eine hohe Marge zeigt niedrige Gesamtkosten an.

Mind-Mapping

Das Mind-Mapping ist eine weit verbreitete Methode für die ganzheitliche Erfassung und Strukturierung von Problemfeldern und Themengebieten. Das zentrale Thema findet sich dabei in der Mitte der Darstellung. Von diesem Thema ausgehend werden Äste mit Teilgebieten angeschlossen, an denen sich wiederum Subthemen eines Teilgebietes fortpflanzen. Durch diesen kreativen Prozess können sich Gedanken frei entfalten und weiterentwickeln. Entlang der Äste vertiefen sich die Themengebiete in verschiedenen Aspekten. (Müller 2013)

Diese Methode zeichnet sich durch eine einfache und strukturierte Darstellung von komplexen Problemen aus. Sie wurde daher zur Strukturierung möglicher Szenarien, die sich aus dem PESTEL-Modell abgeleitet haben, angewendet. Aus den allgemeinen Veränderungen werden damit konkrete Maßnahmen zum Reagieren auf Veränderungen abgeleitet, die in weiterer Folge im Standortmodell simuliert werden können.

4 Analyse des Standortes

Die umfassende Analyse des Standortes geschah auf mehreren Ebenen. In der strategischen Analyse wurden durch eine interne Standortanalyse und eine externe Umfeldanalyse Informationen gesammelt, aus denen in der darauf basierenden SWOT-Analyse Maßnahmen abgeleitet wurden. In der Finanzanalyse wurde die Kosten- und Erlösstruktur der Teilsysteme näher betrachtet. Mittels eines Mind-Maps konnten verschiedene potenzielle Einzelszenarien erarbeitet und anschließend simuliert werden. Durch die Kombination dieser Szenarien leiteten sich drei mögliche Strategien ab, von denen die vielversprechendste abschließend weiter optimiert wurde.

4.1 Strategische Analyse

Für die interne Analyse des Standortes wurden über mehrere Tage hinweg die Prozesse und Arbeitsabläufe beobachtet und durch persönliche Gespräche mit den Mitarbeitern vertieft und kritisch hinterfragt. Auf die interne Analyse folgte eine externe Umfeldanalyse, um die allgemeinen Einflüsse auf den Standort systematisch zu erfassen. Durch die Kombination von internen und externen Faktoren konnten in einer SWOT-Analyse verschiedene Maßnahmen und Strategien abgeleitet werden.

4.1.1 Interne Standortanalyse

Der Standort weist einen langjährigen Mitarbeiterstamm auf, wodurch wenig Koordination notwendig ist, da alle Mitarbeiter die Prozesse und Abläufe am gesamten Standort kennen. Unter den Arbeitern herrscht ein kollegiales Miteinander und eine gute Gemeinschaft. Aufgrund der Kleinräumigkeit des Standortes sind zwischen Anlagen, Lagern, Rotteflächen, etc. nur kurze Wege zurückzulegen. Die einzelnen Aufbereitungsanlagen sind nur mäßig ausgelastet, wodurch genügend Zeit für Wartung und Instandhaltung verbleibt und bei ungeplanten Stillständen keine weitreichenden Probleme entstehen. Das Areal bietet ein großes Platzangebot für eventuelle Erweiterungen oder Umstrukturierungen.

Nachteilig ist das fortgeschrittene Alter vieler Aggregate, was zu erhöhten Instandhaltungs- und Investitionsaufwänden in den kommenden Jahren führen kann. Es gibt wenig Automatisierung am gesamten Standort. Transporte von Lagern zur Aufgabe der Aufbereitung sowie Verladung und interne Transporte werden mit Radladern, per Bagger oder LKW durchgeführt. Die Arbeitseinteilung erfolgt meist tageweise nach Bedarf. Dadurch kann zwar flexibel auf unerwartete Situationen reagiert werden, jedoch leidet möglicherweise die Effizienz darunter.

Nachfolgend wird auf die einzelnen Teilbereiche des Standortes detaillierter eingegangen.

Aufbereitung biogener Abfälle

Die Prozesse der Aufbereitung von biogenen Abfällen funktionieren seit vielen Jahren nach dem gleichen Ablauf und mit hinreichendem Erfolg. Der Kompost erreicht stets die Qualitätsklasse A und kann damit ohne großen Aufwand verkauft werden. Die Aufbereitung

wird mit mobilen Aggregaten durchgeführt, welche flexibel einsetzbar sind. Für die Aufgabe des Materials und dessen Abtransport nach der Zerkleinerung wird nur ein Radlader benötigt.

Problematisch zeigt sich eine erhöhte Feuchtigkeit des Biomülls, da diese zu einem geringeren Durchsatz in der Zerkleinerung führt und das Schneidwerk verstopfen kann. Der Wasserabfluss des Biomülllagers liegt in der Mitte des ebenen Lagerplatzes und verstopft daher bei größeren Lagermengen. Bei den daraus resultierenden geringen Durchsatzmengen kommt es zu Leerzeiten des Radladers.

Je nach Verfügbarkeit von Radladern und Mitarbeitern kommt es vor, dass die Aufbereitung für andere Ladetätigkeiten unterbrochen werden muss. Der Siebüberlauf (> 30 mm) aus der Siebung des fertigen Kompostes wird dem Siebüberlauf der MBA für die thermische Verwertung zugeführt, wodurch Kosten entstehen.

Mechanisch Biologische Aufbereitung (MBA)

Die Anlieferung und das Lager des Restmülls befinden sich direkt neben dem Aufgabetrichter. Dadurch ergeben sich kurze Transportwege für die Aufgabe. Weiters ist die Aufbereitungsanlage ohne weitreichende Adaptionen für verschiedene Abfallarten einsetzbar (derzeit Restmüll und Holz). Am Ende der Aufbereitung sind bereits zwei Bunker vorhanden, die über ein richtungswechselbares Förderband befüllt werden. Dies bietet Potenzial zur Aufbereitung weiterer Abfälle. Zur Anlagenauslastung ist festzuhalten, dass diese 3-4 Werktage je Woche (bei einer Schicht je Tag) in Betrieb ist. Damit ist diese nicht überlastet und bietet Spielraum für unerwartete Stillstände, könnte aber auch noch stärker genutzt werden. Die Rotte der Feinfraktion teilt sich über mehrere Wochen auf, da der dafür benötigte Platzbedarf in der Halle vorhanden ist. Dadurch findet eine gute Biostabilisierung statt.

Als Schwäche zeigt sich, dass wenig Wertstoff aus gemischten Siedlungsabfällen gewonnen wird. Derzeit werden lediglich ferromagnetische Materialien ausgeschleust. Vergleichbare Anlagen sortieren u.a. auch Nichteisen (NE) Metalle und Kunststoffe für eine stoffliche Verwertung aus.

Die Inbetriebnahme der Anlage erfolgte bereits 2004, seither wurde nur wenig erneuert, wodurch sich mittelfristig ein erhöhter Instandhaltungs- und Investitionsbedarf ergibt. Abgenützte Förderbänder führen außerdem zu einem höheren Reinigungsaufwand der Anlage und der zugehörigen Betriebsfläche. Die Aufgabe erfolgt manuell durch einen Radlader, daher ist im Betrieb immer zumindest ein Mitarbeiter und ein Radlader an die Anlage gebunden. Dieser Mitarbeiter ist auch für die Verladung der abgetrennten Feinfraktion in die Rotte zuständig, wodurch es immer wieder zum Leerlauf der Anlage kommt. Nach der Rotte ist eine zweimalige Siebung mit der gleichen Körnung (30 mm) notwendig, um den Heizwert ausreichend zu senken und damit die Kriterien zur Deponierung erfüllen zu können.

Umladung und ASZ

Der Bereich der Umladung und des ASZ hat potenziell große überdachte Flächen zur Verfügung, die derzeit jedoch als Lagerflächen in Anspruch genommen werden. Die

kompetenten Mitarbeiter zeigen sich auch in diesem Teilbereich als Stärke, jedoch sind diese zumeist mit Verlade- oder Manövrierarbeiten ausgelastet und haben daher kaum Kapazitäten zur Beratung der Bevölkerung.

Das ASZ dient primär als ASZ der Stadt Liezen, wird jedoch vom AWW mitbetreut. Da private und gewerbliche Anlieferung am selben Platz vorgenommen werden, sind die Mitarbeiter mit Manövrierarbeiten beschäftigt und haben zu wenig Möglichkeit auf die fachgerechte Trennung bei der Privatanlieferung zu achten. Übermäßige Lagermengen an Sperrmüll, die als großer Haufen einen guten Teil der Verladehalle einnehmen, verleiten zusätzlich, die privat angelieferten Abfälle gänzlich dort zu entladen. Durch geringe Park- und Ladeflächen vor der Halle und die gleichzeitige gewerbliche und private Anlieferung können potenziell gefährliche Situationen durch Unachtsamkeit von Personen und das Hantieren mit großen Maschinen entstehen. Große Lagermengen stellen überdies eine erhöhte Brandgefahr dar. Die Sammelbehälter mancher Abfälle (z.B. für Polystyrol Verpackungen) im ASZ sind, aufgrund des begrenzten Platzes in der Halle, sehr klein und müssen daher regelmäßig durch die Mitarbeiter in größere Container umgeladen werden.

Baurestmassen

Die Baurestmassen werden bereits sortenrein in den verschiedenen Wertstoffklassen (Asphalt, Beton, Bauschutt sortenrein) angeliefert und gelagert. Die Aufbereitung erfolgt durch ein externes Unternehmen inkl. der Abscheidung von Eisen und Holz. Während des Neubaus der Deponie fanden die aufbereiteten Baustoffe Einsatz im internen Deponie- und Wegebau.

Als Schwäche können die großen Lagerbestände von angeliefertem sowie aufbereitetem Material angesehen werden, da diese einen erheblichen Platzbedarf aufweisen. Derzeit gibt es keinen Vertrieb von Recycling-Baustoffen.

Deponie

Die alte Deponie ist bereits weitgehend rekultiviert. Teilbereiche dieser dienen derzeit als Zwischenlager für Baurestmassen, welches sukzessive abgebaut wird. Es ist jeweils eine neu angelegte Massenabfall-, Baurestmassen- sowie Reststoffdeponie mit verschiedenen Kompartimenten (z.B. für Asbest und Mineralwolleabfälle, stark alkalische Abfälle, etc.) in Betrieb. Diese weisen durch die noch kurze Betriebszeit große Kapazitäten auf. Intern anfallende Stoffströme werden teilweise auf der Deponie für Baumaßnahmen verwendet (Baurestmassen im Deponie- und Wegebau, Mittelkorn 30/10 aus Kompostierung für die Rekultivierung).

Der Einbau wird durch Anlieferung mit dem LKW und anschließendes Verladen mittels Radlader vollzogen, was sich als sehr zeitintensiv erwiesen hat. Derzeit ist der größte Abfallstrom auf die Deponie aus der eigenen MBA Rotte. Es gibt wenig Anlieferung von Externen. Dies schafft zwar eine gewisse Unabhängigkeit von Lieferanten, könnte sich jedoch langfristig als Schwäche herausstellen, da die vorhandenen Kapazitäten für einen wirtschaftlichen Betrieb auch verfüllt werden müssen.

4.1.2 Externe Umfeldanalyse

Die Analyse des externen Umfeldes wurde mithilfe der Faktoren aus der PESTEL-Analyse durchgeführt. Die Analysen zu den Faktoren basieren einerseits auf den angegebenen Quellen, stellen jedoch andererseits auch eine persönliche Einschätzung der Situation in den einzelnen Bereichen dar.

Politische Faktoren

Auf politischer Ebene zeigt sich in den vergangenen Jahren ein starkes Bestreben, die Abfallwirtschaft in Richtung einer Kreislaufwirtschaft zu verändern. Konkrete Maßnahmen finden sich dazu z.B. im BAWP im Handlungsfeld „Abfallvermeidung in Haushalten“, in dem u.a. Maßnahmen der Bewusstseinsbildung zur Abfallvermeidung, Nutzung von Mehrwegverpackungen sowie der Forcierung von Reparaturmaßnahmen genannt werden (BMNT 2017).

Das Land Steiermark verfolgt in seiner ASZ-Strategie die Maßnahme, kleinräumige ASZ aufzulösen und zentral gelegene Ressourcenparks mit einem Einzugsgebiet von zumindest 20.000 Einwohnern in verkehrsgünstiger Lage (Erreichbarkeit in maximal 20 Minuten) zu forcieren. Abhängig von der Topografie eines AWV können drei bis fünf kleinere ASZ, die logistisch angebunden sind, sinnvoll erscheinen. Teil der Strategie der Ressourcenparks ist die Einführung von Re-Use-Shops sowie die Schaffung von Möglichkeiten zur Reparatur von gebrauchten Geräten. Die Ressourcenparks sollen ein Ort der Begegnung sein und Raum zur Bewusstseinsbildung der Abfallvermeidung und richtigen Trennung bieten. (Winter 2019)

Wirtschaftliche Faktoren

Wirtschaftlich ist für den AWV Liezen besonders die zukünftige Entwicklung der angelieferten Abfallmengen für eine strategische Ausrichtung relevant. Basierend auf dem LAWP werden die Mengen an anfallenden Abfällen bis 2025 als konstant bis leicht steigend prognostiziert. Für den AWV Murau, der Restmüll und Sperrmüll an den AWV Liezen anliefern, werden die Mengen als konstant bleibend angenommen. Im AWV Schladming werden steigende Abfallmengen prognostiziert. Dieser liefert derzeit den Siebüberlauf der verbandseigenen Aufbereitung an den AWV Liezen. (Winter 2019)

Die Annahme weiterer Abfallströme (z.B. für die Deponie) bzw. der Wegfall von derzeitigen Abfallmengen (z.B. Restmüll oder Sperrmüll Murau) wirkt sich unmittelbar auf die wirtschaftliche Situation des Verbandes aus. Im Bereich der Recycling-Baustoffe ist festzuhalten, dass sich ein Verkauf solcher positiv auswirken kann, dieser derzeit jedoch nicht stattfindet, da es keinen Markt für derartige Materialien gibt oder dieser für den AWV nicht zugänglich ist.

Die Rohstoffpreise sind derzeit auf einem sehr hohen Niveau. Dies spiegelt sich in den Erlösen für Sekundärrohstoffe wider. Eine Steigerung der ausgebrachten Wertstoffe ist daher anzustreben. Da die Rohstoffpreise starken Schwankungen unterliegen, ist darauf zu achten, die wirtschaftliche Stabilität des Verbandes möglichst wenig an die Erlöse aus Sekundärrohstoffen zu knüpfen.

Soziokulturelle Faktoren

In der Gesellschaft stellt sich vor allem in der jüngeren Bevölkerung eine Sensibilität für Umweltschutz und richtige Abfalltrennung ein. Dieses steigende Bewusstsein kann man nutzen, um der Aufgabe von Information und Bewusstseinsbildung noch stärker nachzugehen. Eine bessere Trennung wird mittelfristig zu einer Verschiebung von biogenen Anteilen des Restmülls in den Biomüll sowie von Wertstoffen in die getrennte Sammlung führen.

In immer mehr Haushalten arbeiten alle erwachsenen Haushaltsmitglieder. Daher müssen Öffnungszeiten von Sammelzentren entsprechend angepasst werden, um diesen Bedürfnissen gerecht zu werden. Im Punkt politische Faktoren wurden bereits die Ressourcenparks angesprochen. Durch das Forcieren größerer ASZ können die Öffnungszeiten leichter angepasst werden. Im Gegenzug kann es jedoch zu Widerstand in der Bevölkerung gegen die Schließung kleiner ASZ-Standorte kommen. Auch bei den Mitarbeitern kann die Änderung von Öffnungszeiten und die damit verbundene Änderung ihrer Arbeitszeiten auf Wohlwollen wie auch auf Widerstand stoßen.

Technologische Faktoren

Technologische Faktoren sind für den AWV Liezen von geringerer Bedeutung. Es wird zwar immer mehr und immer komplexere Abfälle geben, jedoch setzen sich mit der Verwertung dieser Abfälle spezialisierte Unternehmen auseinander. Im kommunalen Bereich wird es dahingehend keine weitreichenden Verschiebungen geben. Die Anzahl der getrennt zu sammelnden Abfallklassen in ASZ könnte sich dadurch erhöhen.

Bei der Neukonzipierung und Neuanschaffung von einzelnen Aggregaten oder ganzen Aufbereitungsanlagen sind technische Neuerungen von wesentlicher Bedeutung. Neue Sortiertechniken wie die Nah-Infrarot-(NIR)-Spektroskopie gilt es dabei ebenso zu beachten wie alt bewährte Technologien wie die Wirbelschicht-Scheidung von Nichteisenmetallen oder die Magnetabscheidung von Eisen-Werkstoffen. Möglichkeiten der Automatisierung, Datenerfassung und -verarbeitung schaffen vereinfachte Arbeitsabläufe bzw. helfen bei der Verbesserung dieser und sparen dadurch Arbeitsstunden von Mitarbeitern und Maschinen.

Umweltspezifische Faktoren

In den vergangenen Jahren war eine starke Verschiebung in den MBA Anlagen der Steiermark weg von der aeroben Behandlung für die spätere Deponierung hin zur biologischen Trocknung und anschließenden thermischen Verwertung zu verzeichnen. Auch die Deponiekapazitäten haben sich durch Umwidmungen von bestehenden Massenabfall- hin zu Baurestmassen- und Reststoffdeponien entwickelt. (Winter 2019)

Eine weitere umweltpolitische Maßnahme ist die geplante Verlagerung von Abfalltransporten von der Straße auf die Bahn. Diese soll in einer ersten Stufe gemäß §15 Abs. (9) AWG bereits 2023 in Kraft treten. (BGBl. I Nr. 102/2002 idgF)

Rechtliche Faktoren

In der Abfallwirtschaft gibt es eine Vielzahl an rechtlichen Faktoren zu beachten. Einige davon sind bereits im Kapitel 2.1 angeführt, weshalb an dieser Stelle nicht mehr im Detail darauf eingegangen wird. Ein wesentlicher Faktor, den es zu beachten gilt, ist die Entsorgungsautarkie. Der Standort des AWW Liezen erfüllt diesen in weiten Teilen durch den Betrieb von sowohl einer MBA als auch einer Deponie sehr gut und ist damit wichtiger Partner für umliegende AWW.

Eine wesentliche Rechtsnorm stellt das Kreislaufwirtschaftspaket der EU dar, insbesondere die Neureglung von Recyclingquoten von Siedlungsabfällen in der AbfR-RL (RL (EU) 2018/851) sowie von Verpackungsabfällen in der Richtlinie über Verpackungen und Verpackungsabfälle (RL (EU) 2018/852). Durch diese Vorgaben ist es notwendig, mehr Wertstoffe aus den Siedlungsabfällen zu generieren und diese einer stofflichen Verwertung zuzuführen. Ebenso führt Österreich gemäß § 14c AWG 2002 ab 1. Jänner 2025 ein Pfand für Einweggetränkeverpackungen ein (BGBl. I Nr. 102/2002 idgF). Durch diese und andere Maßnahmen werden sich die Mengen des Restmülls reduzieren und der Wertstoffanteil im Restmüll sinken. Dies kann positive wie auch negative Auswirkungen auf den Standort haben.

In § 14 Abs. (2) AWG 2002 finden sich verschiedene Pflichten für Hersteller und ähnliche Adressaten die per Verordnung des BMK zur Anwendung kommen können. Darunter fällt u.a. die Einhaltung von Recycling- und Verwertungsquoten, aber auch die Gestaltung von Produkten ist so auszulegen, dass sie recyceltes Material enthalten. Derartige Vorschriften zur Verwendung von recyceltem Material schaffen große Chancen für die Abfallwirtschaft.

4.1.3 SWOT-Analyse des Standortes und der Teilsysteme

Basierend auf den Erkenntnissen der internen und externen Analyse wurde eine SWOT-Analyse für den gesamten Standort und die einzelnen Teilsysteme durchgeführt. Die Ergebnisse der Analysen sind nach den verschiedenen Typen von Strategien sortiert. Die zugehörigen Matrixdarstellungen finden sich in Anhang 7.

SO-Strategien

Bei der Analyse des gesamten Standortes zeigte sich, dass die vorhandenen Flächen genutzt werden sollten, um Raum für Begegnung von Mitarbeitern und Bürgern zu schaffen und diese Begegnungszonen zur Information über richtige Trennung zu nutzen. Die kurzen Wege zwischen Lagerplätzen und Aufgabe in die Aufbereitung können genutzt werden, um die Aufgabe teilweise zu Automatisieren und damit Mitarbeiter und Maschinen zu entlasten.

Bei der Aufbereitung von Holz in der MBA fällt Magnetschrott in guter Qualität an, der bei einer getrennten Erfassung höhere Preise erzielen kann. Eine ähnlich gute Qualität wäre bei einer möglichen Aufbereitung von Sperrmüll zu erwarten. Eine getrennte Erfassung (z.B. durch ein Wechselrichtungs-Förderband und zwei separate Container oder durch das Tauschen der Container vor der Aufbereitung) könnte sich finanziell rentieren.

Das steigende Bewusstsein zur richtigen Trennung von Abfällen kann durch eine Betreuung der Anliefernden durch die Mitarbeiter im ASZ bereits bei der Anlieferung für eine bessere Ausbeute an Wertstoffen sorgen. Dadurch wird die Menge des Sperrmülls reduziert und die Erlöse für wiedergewonnene Wertstoffe gesteigert. Das potenziell vorhandene Platzangebot soll besser genutzt und das ASZ als Ressourcenpark (inkl. eines Re-Use-Shops und anderen Einrichtungen) ausgebaut werden. Durch eine Anpassung der Öffnungszeiten an die Bedürfnisse von Berufstätigen kann eine breitere Bevölkerung erreicht werden.

Baustoffe werden sortenrein angeliefert und aufbereitet, jedoch fehlt derzeit der Absatzmarkt. Durch die Suche von Partnern in der Baubranche können Recycling-Baustoffe abgesetzt werden. Besonderes Potenzial bietet dabei fein zerkleinerter Ziegelbruch der im Gartenbau und als Ziegelsand im Bau von Sportstätten (z.B. Tennisplätzen) Anwendung findet.

Das vorhandene Deponievolumen bietet die Möglichkeit, neue Partner zu finden und größere jährliche Abfallmengen zu deponieren. Da verschiedene Deponieklassen am Standort vorhanden sind, können fast alle zu deponierenden Abfälle in Frage kommen. Kooperationen mit bereits vorhandenen Partnern in der Abfallverbrennung zum Deponieren der Verbrennungssasche bieten sich beispielsweise an.

WO-Strategien

Der Einsatz von neuen Technologien zur Abfallsortierung kann dazu beitragen, mehr Wertstoffe aus verschiedenen Abfällen zu generieren. Diese Sekundärrohstoffe gewinnen immer mehr an Bedeutung, da beispielsweise im Bereich von Kunststoffverpackungen bereits von verschiedenen Unternehmen mit dem Einsatz von recyceltem Material geworben wird. Es besteht weiters die Möglichkeit, dass der Einsatz von sekundären Rohstoffen in verschiedenen Industriebereichen verpflichtend vorgeschrieben wird, was den Markt und die Preise deutlich steigern wird.

Für das Lager des Biomülls sollte ein besserer Wasserabfluss gewährleistet werden. Dies ist durch eine schräge Rampe mit integrierten Rillen für den Wasserabfluss und eine Ableitung in die interne Abwasserfassung zu bewerkstelligen. Durch das trockenere Material ist ein größerer Durchsatz möglich, was Leerzeiten von Mitarbeitern und Betriebszeiten von Maschinen reduziert.

Der Einbau neuer Trennaggregate, wie beispielsweise eines Nichteisen-Metallabscheiders, eines Ballistischen Separators oder einer NIR Sortierung in der mechanischen Aufbereitung, würde einerseits die Erlöse für wiedergewonnene Wertstoffe steigern und andererseits die Menge an thermisch zu verwertendem Siebüberlauf reduzieren. Durch eine Teilautomatisierung der Aufgabe können Mitarbeiter und Maschinen entlastet und ein Leerlaufen der Anlage vermieden werden.

Eine Neugestaltung des ASZ mit einer Orientierung in Richtung Ressourcenpark mit einer platztechnisch großzügigeren Gestaltung (z.B. einem Einbahnsystem zur Durchfahrt in der Halle) und einer übersichtlichen Anordnung und Beschriftung der Container kann zur richtigen

Trennung durch die Bevölkerung beitragen. Fixe Mitarbeiter, die nur das ASZ betreuen, sind dafür unerlässlich. Der persönliche Kontakt mit der Bevölkerung kann auch zur Aufklärung der richtigen Mülltrennung im Haushaltsbereich genutzt werden. Die gewerbliche Anlieferung muss bei einer derartigen Neugestaltung des ASZ an einem anderen Platz (z.B. hinter der Halle) erfolgen.

Auf der Deponie zeigte sich der erhebliche Zeitaufwand zum Einbauen der Abfälle als Schwäche. Bei einem Zuwachs der Inputströme würde sich diese Schwäche noch stärker zeigen. Daher ist anzuraten, eine Kooperation mit einem lokalen (Transport-)Unternehmen einzugehen, um einen regelmäßigen Transport (z.B. einmal monatlich) der Abfälle mit mehreren LKWs auf die Deponie durchzuführen. Alternativ könnte man den Fuhrpark um einen entsprechend großen LKW (z.B. ein Dreiachs-Kipper) erweitern und die Transporte selbst durchführen.

ST-Strategien

Um das Wegfallen von Abfallmengen und damit eine zu geringe Auslastung einzelner Anlagenteile zu vermeiden, gilt es, bestehende Partnerschaften langfristig zu binden (z.B. Restmüll und Sperrmüll aus Murau, Siebüberlauf Schladming) und neue strategische Partner (z.B. für zu deponierende Abfälle) zu gewinnen.

Die Aufbereitung von Biomüll ist langjährig erprobt und überzeugt mit einer guten Outputqualität. Um die hohe Qualität und die derzeitigen Inputmengen beizubehalten bzw. zu steigern, ist die Bewusstseinsbildung zur richtigen Mülltrennung in der Bevölkerung ein wesentliches Mittel. Eine Möglichkeit dazu ist die Vermarktung von Kleinmengen des Kompostes an die Bevölkerung der Umgebung (beispielsweise durch ein gewisses gratis Kontingent pro Person). Bei dieser Vermarktung können die Informationen zum richtigen Trennen und dessen Auswirkungen auf die Kompostqualität unmittelbar bei den Bürgern angebracht werden.

In der mechanischen Aufbereitung bieten noch vorhandene Kapazitäten und das bereits vorhandene zweigeteilte Lager das Potenzial, neben Restmüll und Holz auch Sperrmüll aufzubereiten, um Wertstoffe (Metalle, Kunststoffe) abzuscheiden und durch die kleinere Körnung die Verladung zu erleichtern. Der aufbereitete Sperrmüll kann zu günstigeren Preisen als Siebüberlauf bzw. als Feinfraktion in die thermische Verwertung verbracht werden.

Durch eine gute Aufklärungsarbeit zu Maßnahmen wie der Zusammenlegung mehrerer kleiner ASZ und dem Aufzeigen der Vorteile (z.B. neue Öffnungszeiten) sowie das Durchführen von weiteren Aktionen für die Bevölkerung (z.B. Anbieten von kostenlosen Papiertüten für den Biomüll) kann einem möglichen Widerstand entgegengewirkt werden. Widerstand kann auch von Mitarbeitern durch geänderte Arbeitszeiten auftreten. Um diesem entgegenzuwirken, sollten attraktive Arbeitszeitmodelle (z.B. nur einmal im Monat Dienst am Samstag, dafür zweimal im Monat auch freitags frei) angeboten werden.

WT-Strategien

Die derzeit wenig strukturierten Arbeitsabläufe sollten in Form eines Wochenarbeitsplanes mit Spielraum für unerwartete bzw. unregelmäßige Tätigkeiten effizienter gestaltet werden. Dafür ist auch eine bessere Koordination mit den Zulieferern für die Anlieferung und Abholung vorzunehmen. Eine Erneuerung der Aufbereitungsanlagen kann vielversprechend zur Erfüllung von zukünftig vorgeschriebenen Recyclingquoten der Siedlungsabfälle beitragen.

Der Siebüberlauf der Kompostierung enthält noch viele biologisch abbaubare Anteile. Dieser kann der Zerkleinerung von frischem Material beigemischt werden und als zusätzliches Strukturmaterial dienen. Dadurch erhalten schwer abbaubare Stoffe wie biogene Kunststoffe oder größere Äste eine längere Zeit um zu verrotten. Zum Abtrennen von Störstoffen wie Kunststoffsäcken kann eine Windsichtung des Siebüberlaufes vor der neuerlichen Aufgabe in die Zerkleinerung sinnvoll erscheinen. Eine Siebung mit größerer Körnung (z.B. 60 mm) könnte alternativ angewendet werden, um weniger Material der Verbrennung zuzuführen.

In der mechanischen Aufbereitungsanlage sollte eine Generalüberholung bzw. eine Konzepterarbeitung und Erneuerung der Aufbereitung angedacht werden. Dadurch werden übermäßige Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten sowie unerwartete Standzeiten durch größere Reparaturarbeiten vermieden. Weiters spricht ein größerer Wertstoffaustrag durch den Einbau eines NE-Metallabscheiders sowie Aggregaten zur Kunststoffabscheidung für eine entsprechende Erneuerung. Dadurch können nicht nur Entsorgungskosten verringert und Erlöse für Wertstoffe gesteigert werden, sondern es wird durch eine Kunststoffabscheidung nachhaltig der Heizwert des MBA Rotte-Materials gesenkt. Das Ausschleusen von Verpackungen kann weiters dazu beitragen, die Recyclingquote für Sammel- und Verwertungssysteme zu erhöhen, wodurch zusätzliche Einnahmen lukriert werden könnten.

Durch das Reduzieren von Lagermengen in der Verladehalle und dem ASZ kann nicht nur die Manövrierarbeit und die Brandgefahr gesenkt werden. Vielmehr trägt diese Maßnahme auch zur besseren Trennung im privaten Bereich bei. Der dadurch gewonnene Platz kann zum Aufstellen von mehr Containern für verschiedene Abfallarten mit größerem Volumen dienen.

Die Annahme von Baurestmassen von gewerblichen Kunden sollte ohne fixe Abnehmer von Recycling-Baustoffen gänzlich eingestellt werden. Die Aufbereitung der Baurestmassen war in den vergangenen Jahren zweckdienlich, da ein Teil der aufbereiteten Menge standortintern im Deponie- und Wegebau eingesetzt werden konnte. Nachdem diese Arbeiten weitgehend abgeschlossen sind, mehren sich nun die Lagerbestände ohne entsprechende Abnehmer. Aufrecht bleiben sollte die Annahme von Baurestmassen für die Deponie sowie von Kleinmengen der privaten Anlieferung in den ASZ.

4.2 Finanzielle Analyse

Um die Ertragssituation für den Standort und die einzelnen Teilsysteme übersichtlich darzustellen, findet sich in Tabelle 7 eine Übersicht. Angeführt sind die Summe der Importströme, der Umsatz, die Gesamtkosten, die Fixkosten und der Ertrag je Teilsystem. Die

Werte des Standortes sind nicht die Summen aller Werte darüber, da in den Teilsystemen auch interne Ströme von einem System zum anderen berücksichtigt wurden, sofern diese Ströme sowohl Stoff- als auch Geldströme darstellen. Beim Umsatz ergibt die Summe aller Teilsysteme den Wert des Standortes. Den Kosten des Standortes wurden die Kosten der Verwaltung zugerechnet. Der Erlös des Standortes berechnet sich aus der Differenz von Umsatz und Kosten.

Tabelle 7: Übersicht der Ertrags- und Kostenstruktur des Standortes und der Teilsysteme

	Import [t]	Umsatz [€/a]	Gesamtkosten [€/a]	Fixkosten [€/a]	Erlös [€/a]
Biogenes	4953	€ 241 270	€ 194 621	€ 119 356	€ 46 649
MBA	16673	€ 2 318 448	€ 1 926 413	€ 492 642	€ 392 035
Umladung	11533	€ 2 041 934	€ 1 111 082	€ 297 568	€ 930 852
Deponie	8362	€ 160 678	€ 225 232	€ 214 004	-€ 64 554
Baurestmassen	14579	€ 143 225	€ 178 141	€ 42 564	-€ 34 916
Standort	51641	€ 4 905 555	€ 4 473 512	€ 2 004 157	€ 432 043

Da die absoluten Zahlen schwer miteinander vergleichbar sind, wurden diese durch die jeweilige Importmenge dividiert, um diese miteinander vergleichen zu können. Aus der Differenz der Gesamtkosten und der Fixkosten (FK) wurden die variablen Kosten (VK) berechnet. Die Marge gibt an, welcher Anteil des Umsatzes einen Erlös erzielt. Eine hohe Marge ist im Umkehrschluss ein Indikator für niedrige Gesamtkosten.

Als zweite Kennzahl wurde der DB1 berechnet. Dieser dient als Maßstab dafür, welcher Anteil des erzielten Umsatzes zur Deckung der FK nach Abzug der VK verbleibt. Hohe Deckungsbeiträge zeigen damit niedrige VK an.

In Tabelle 8 sind die berechneten spezifischen Werte bezogen auf den Import für den Umsatz, die FK, die VK, den Erlös sowie die Kennzahlen Marge und DB1 dargestellt.

Tabelle 8: spezifische Ertrags- und Kostenstruktur des Standortes und der Teilsysteme

	spez. Umsatz [€/t]	spez. FK [€/t]	VK [€/t]	spez. Erlös [€/t]	Marge [%]	DB1 [%]
Biogenes	€ 48,71	€ 24,10	€ 15,20	€ 9,42	19 %	69 %
MBA	€ 139,05	€ 29,55	€ 85,99	€ 23,51	17 %	38 %
Umladung	€ 177,05	€ 25,80	€ 70,54	€ 80,71	46 %	60 %
Deponie	€ 19,22	€ 25,59	€ 1,40	-€ 7,72	-40 %	93 %
Baurestmassen	€ 9,82	€ 2,92	€ 10,00	-€ 2,39	-24 %	-2 %
Standort	€ 94,99	€ 38,81	€ 47,82	€ 8,37	9 %	50 %

Um einen direkten Vergleich der Teilsysteme untereinander zu erleichtern, wurden diese in einem Diagramm gegenübergestellt. In Abbildung 11 werden die Teilsysteme in Bezug auf die

Kennwerte verglichen. Die Ordinate stellt die Marge dar, auf der Abszisse ist der DB1 aufgetragen. Die Größe der Blase steht für die Importmenge des Teilsystems.

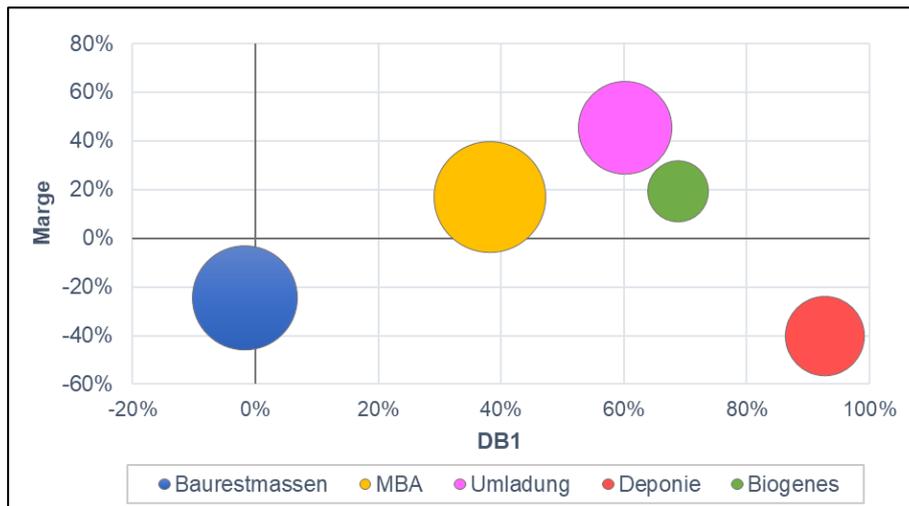


Abbildung 11: Graphische Darstellung der Teilsysteme in Bezug auf Marge und DB1

Die Grafik verdeutlicht die finanziellen Stärken und Schwächen der Teilsysteme sehr deutlich. Spitzenreiter in Bezug auf den Deckungsbeitrag ist die Deponie. Über 90 % des Umsatzes stehen zur Deckung der Fixkosten zur Verfügung. Die Marge ist dennoch negativ, was entweder auf zu geringe Umsätze oder auf zu hohe FK hinweist.

Mit einem Deckungsbeitrag von 60 % und einer Marge von 46 % weist die Umladung bei beiden Kennwerten hohe Werte auf. Dies deutet auf eine gute Erlösstruktur und durch den geringen Unterschied von Marge und DB1 auf geringe FK hin. Die Aufbereitung der biogenen Abfälle wie auch die MBA zeigen ähnlich hohe Margen im niedrigen zweistelligen Prozentbereich. Die Deckungsbeiträge weichen stärker voneinander ab, da in der MBA hohe variable Kosten durch Energiebedarf und Stoffstrommanagement entstehen.

Die Aufbereitung der Baurestmassen zeigt schon einen negativen DB1. Das bedeutet, dass die variablen Kosten höher sind als die spezifischen Umsätze. Dieses Teilsystem kann mit den derzeitigen Preisen für den Input bzw. den momentanen VK niemals einen positiven Erlös erzielen.

Die Darstellung der Kennwerte in Abbildung 11 gibt einen guten Überblick über die Kosten und Ertragsstruktur der Teilsysteme. Um diese differenzierter betrachten zu können, wurden die FK und VK weiter aufgeschlüsselt. Die FK teilen sich in die fixen Betriebskosten und die Kosten der Arbeiter, die VK teilen sich auf Anlage, Stoffstrom und Transport auf. Die Differenz auf den spezifischen Umsatz stellt der spezifische Erlös dar. In Tabelle 9 sind die aufgeschlüsselten Kosten eingetragen.

Tabelle 9: Aufschlüsselung von fixen und variablen Kosten der Teilsysteme

	Fixe BK [€/t]	FK Arbeiter [€/t]	VK Anlage [€/t]	VK Stoff- strom [€/t]	Trans- port [€/t]	spez. Erlös [€/t]
Biogenes	€ 12,41	€ 11,69	€ 7,28	€ 7,92	€ 0,00	€ 9,42
MBA	€ 12,94	€ 16,61	€ 9,68	€ 60,31	€ 16,00	€ 23,51
Umladung	€ 10,75	€ 15,05	€ 7,49	€ 52,22	€ 10,83	€ 80,71
Deponie	€ 15,21	€ 10,38	€ 1,40	€ 0,00	€ 0,00	-€ 7,72
Baurestmassen	€ 0,93	€ 1,98	€ 10,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 2,39
Standort	€ 16,99	€ 21,82	€ 8,55	€ 31,69	€ 7,58	€ 8,37

Durch die Aufschlüsselung der Kosten können die Kostentreiber der Teilsysteme leicht identifiziert werden. Abbildung 12 gibt einen graphischen Überblick über die Kostenzusammensetzung in Prozent des spezifischen Umsatzes. Ein negativer spezifischer Erlös wird von der Nulllinie nach unten abgebildet und stellt zusätzliche Kosten dar.

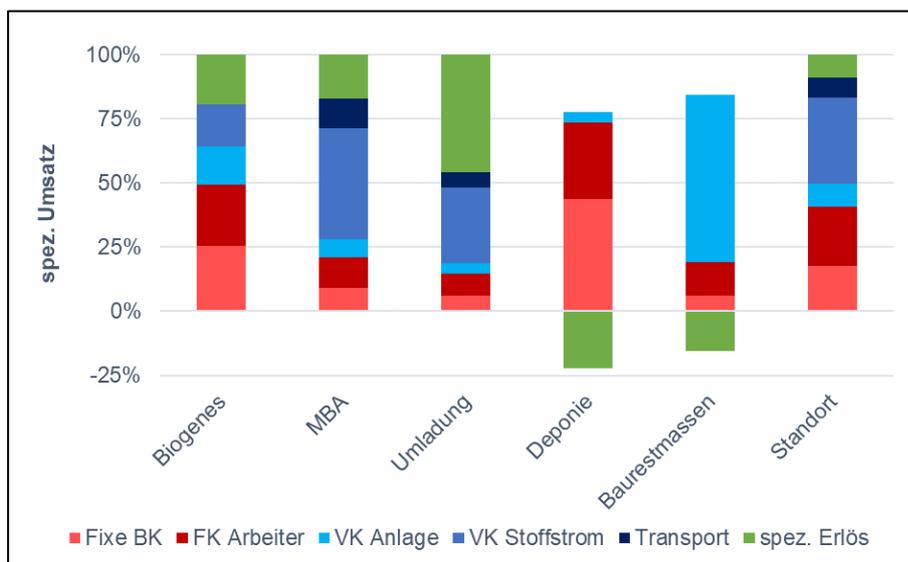


Abbildung 12: Grafische Aufschlüsselung von fixen und variablen Kosten der Teilsysteme in Prozent des spezifischen Umsatzes

Die Kosten der Teilsysteme setzen sich sehr unterschiedlich zusammen. Im Bereich der biogenen Abfälle sind die Kosten einigermaßen gleichverteilt, wobei die FK im Vergleich zu den VK überwiegen. In der MBA überwiegen die stoffstrombezogenen Kosten, die durch die thermische Verwertung des Siebüberlaufs sowie die Deponierung der Rotte zustande kommen. Die Umladung zeigt hohe Erlöse, da sie weder große Positionen in den FK aufweist, noch hohe VK vorhanden sind.

Deponie und Baurestmassen zeichnen ein sehr kontroverses Bild. Auf der Deponie schlagen besonders die fixen Betriebskosten zu Buche, da Instandhaltung und Sickerwasser-aufbereitung große Positionen sind. Bei den Baurestmassen sind es die hohen VK für die

externe Aufbereitung. Fixkosten gibt es kaum, da keine eigene Anlage für die Aufbereitung betrieben wird. Am Standort allgemein sind das Stoffstrommanagement (stoffstrombezogene VK) mit knapp 30 % und die Mitarbeiterkosten mit etwa 20 % die wesentlichen Kostentreiber. Abbildung 13 zeigt die spezifischen Kosten und Erlöse je Teilsystem in absoluten Werten.

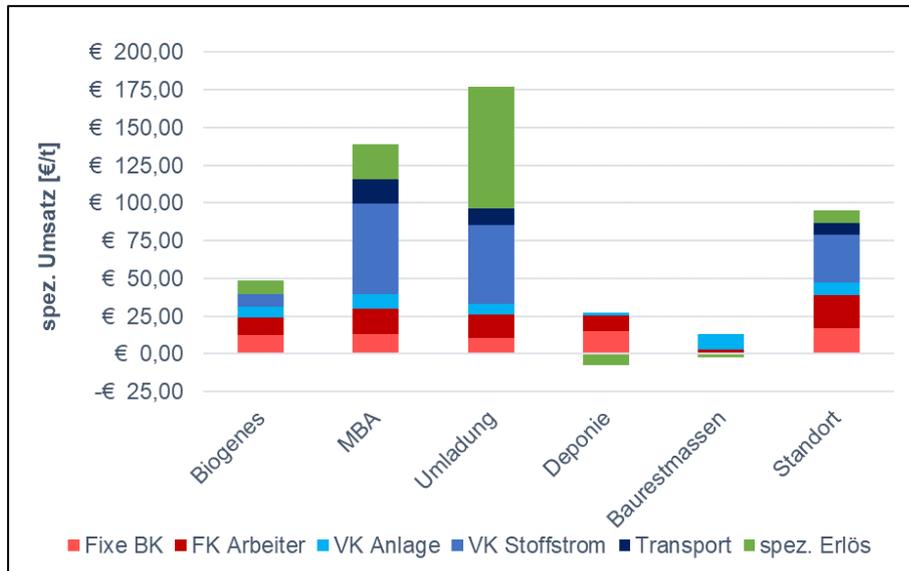


Abbildung 13: Grafische Aufschlüsselung der spezifischen Kosten der Teilsysteme

Die Darstellung in absoluten Zahlen verdeutlicht die bereits gewonnenen Erkenntnisse. Der Großteil der Erlöse wird über die Umladung und in geringerem Ausmaß über die MBA und die biogenen Abfälle erzielt. Diese decken auch die Fixkosten der Verwaltung. In der Aufbereitung der Baurestmassen wie auch der Deponie müssen Maßnahmen gesetzt werden, um einen positiven Erlös zu erzielen.

4.3 Szenarien-Analyse

Aus der SWOT-Analyse konnte eine Vielzahl an strategischen Maßnahmen abgeleitet werden. Diese Maßnahmen zielen vor allem auf die Verbesserung der derzeitigen Situation, basierend auf der internen Standort- und die externen Umfeldanalyse, ab. Bei der mittels Mind-Map durchgeführten Szenarien-Analyse werden potenzielle zukünftige Veränderungen, bezogen auf die verschiedenen wesentlichen Faktoren der PESTEL-Analyse, betrachtet. Aus den allgemeinen Veränderungen wurden konkrete Maßnahmen zum Reagieren auf diese Veränderungen abgeleitet (siehe Abbildung 14). Einzelne Maßnahmen aus der SWOT-Analyse vervollständigen das Mind-Map.

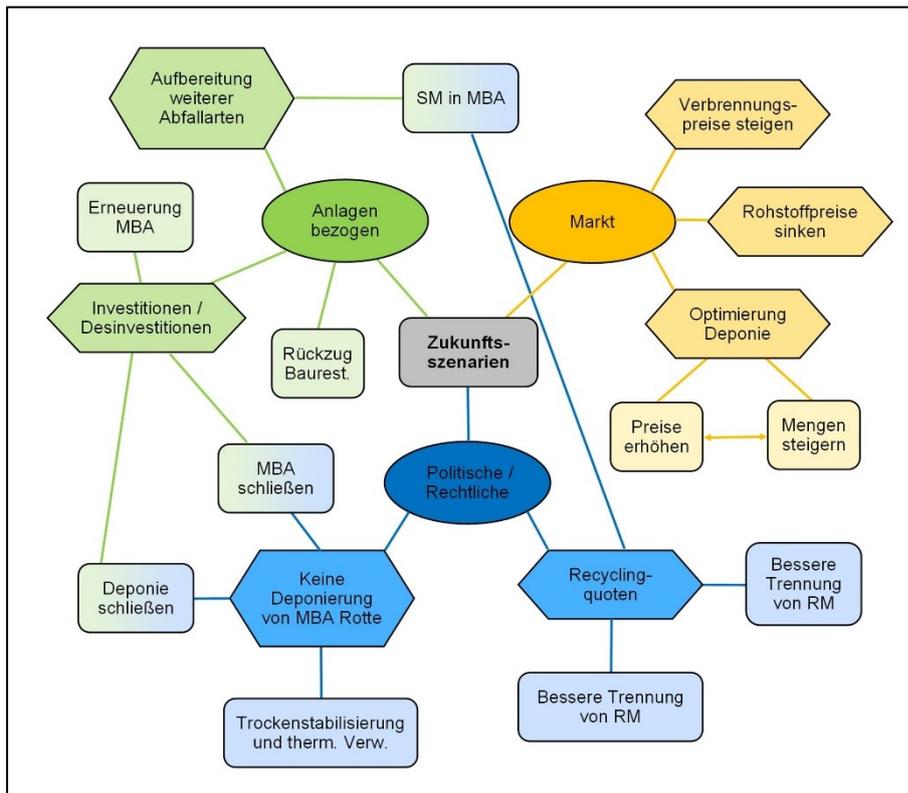


Abbildung 14: Mind-Map mit möglichen Zukunftsszenarien und daraus abgeleiteten Maßnahmen

Die aus den Szenarien abgeleiteten Maßnahmen wurden im Standortmodell einzeln simuliert. Eine Beschreibung der veränderten Parameter findet sich im nachfolgenden Unterkapitel. Die Ergebnisse der Simulation sind in Kapitel 5.1.1 dargestellt.

4.3.1 Simulation einzelner Szenarien und deren Auswirkung

Die nachfolgend beschriebene Modellierung der Szenarien soll einen Überblick über die Auswirkungen der Veränderungen durch die Zukunftsszenarien auf das Gesamtsystem geben. Die Veränderungen werden ceteris paribus angenommen und modelliert.

Steigende Recyclingquote bei Siedlungsabfällen

Es wird angenommen, dass die Recyclingquote im AWW Liezen durch verschiedene Maßnahmen wie z.B. eine bessere getrennte Sammlung erhöht wird. Dadurch wird die Menge an Restmüll reduziert und die Mengen an Wertstoffen erhöhen sich. Für dieses Szenario wird angenommen, dass jeweils 20 % der im Restmüll befindlichen Wertstoff-Fractionen der getrennten Sammlung zugeführt werden. Als Datengrundlage dient die Restabfallanalyse der Steiermark von 2018/19 (TBU 2019). Da es sich bei der Region Liezen um eine touristisch stark ausgeprägte Region handelt, wird die Restmüllzusammensetzung als städtisch angenommen. Es wird nur der Restmüll aus der Region Liezen betrachtet. Die Abfallströme von anderen Zulieferern bleiben unberücksichtigt. Aus dem Vergleich des Abfallaufkommens verschiedener Bezirke geht für Liezen eine Restmüllmenge von 171 kg/EW hervor (Aspäck 2020).

Die durchschnittliche Gesamtmenge an Restmüll beträgt für Liezen 8115 t (vgl. Tabelle 18). Die getrennt gesammelte Menge an Wertstoffen ist Tabelle 10 zu entnehmen.

Tabelle 10: Berechnung der getrennt gesammelten Wertstoffmenge bei einer 20-prozentigen Abtrennung der Wertstoffe aus dem Restmüll

Fraktion	RM Analyse 2018	Absolut [kg/EW]	RM nach Trennung [kg]	Wertstoffe [kg]	Anteil an Wertstofffraktion	Getrennt gesammelt [t]
Organik	23,1 %	39,50	31,60	7,90	31,3 %	375
vermeidbare Lebensmittel	13,9 %	23,77	19,02	4,75	18,8 %	226
Papier	8,3 %	14,19	11,35	2,84	11,2 %	135
LVP	8,2 %	14,02	11,22	2,80	11,1 %	133
Glas	5,1 %	8,72	6,98	1,74	6,9 %	83
Metall	3,5 %	5,99	4,79	1,20	4,7 %	57
Kunststoff	2,4 %	4,10	3,28	0,82	3,3 %	39
Holz	1,9 %	3,25	2,60	0,65	2,6 %	31
Hygieneartikel	11,3 %	19,32	19,32	0,00	0,0 %	0
Textil, Schuhe	5,0 %	8,55	6,84	1,71	6,8 %	81
EAG	1,7 %	2,91	2,33	0,58	2,3 %	28
Batterien	0,1 %	0,17	0,14	0,03	0,1 %	2
Problemstoffe	0,6 %	1,03	0,82	0,21	0,8 %	10
Inertes	9,4 %	16,07	16,07	0,00	0,0 %	0
Sonstiges	5,5 %	9,41	9,41	0,00	0,0 %	0
Summe	100,0 %	171,00	145,76	25,24	100,0 %	1198

Die farblich hinterlegten Fraktionen werden dem AWV Liezen über die getrennte Sammlung oder die ASZ der Gemeinden als Importstrom zugeführt. Die berechneten Durchschnittsmengen dieser Fraktionen werden daher um den jeweiligen Wert erhöht. Weiß hinterlegte Fraktionen verbleiben im Restmüll oder werden einer anderen getrennten Sammlung (z.B. durch ein Sammel- und Verwertungssystem) zugeführt. Die unten angeführte Summe wird vom Importstrom des Restmülls abgezogen.

Bessere Trennung des Sperrmülls

Im Sperrmüll finden sich oftmals noch viele Wertstoffe, die bei einer besseren Trennung in den ASZ stofflich verwertet werden können. Es wird daher angenommen, dass ein Teil dieser Wertstoffe aus dem Sperrmüll direkt den Wertstofffraktionen zugeführt wird und sich die Menge an Sperrmüll um diese Masse verringert. Für die Simulation werden die Fraktionen Metalle, Papier und Karton sowie Holz näher betrachtet. Der Anteil der abgetrennten Menge basiert auf einer Schätzung und bezieht sich auf die gesamte Sperrmüllmasse. Es werden nur jene Sperrmüllfraktionen berücksichtigt, die der AWV Liezen selbst beeinflussen kann. Die Mengen sowie der abgetrennte Anteil je Fraktion können Tabelle 11 entnommen werden.

Tabelle 11: Kalkulierte Wertstoffmengen durch bessere Trennung des Sperrmülls (Werte in t)

	SM Import	Metall	Papier und Karton	Holz	SM Import neu
Anteil abgetrennt		2,0 %	1,0 %	3,0 %	
SM Gemeinden	2046	41	20	61	1923
SM Liezen	356	7	4	11	335
SM Aussee	353	7	4	11	332
SM Privat	181	4	2	5	170
Summe	2936	59	29	88	2760

Behandlung von Sperrmüll in mechanischer Aufbereitung

Eine Möglichkeit für den zukünftigen Umgang mit Sperrmüll stellt die mechanische Aufbereitung, anstatt der unbehandelten Verbrennung, dar. Durch eine Zerkleinerung sowie eine anschließende Magnetscheidung und Klassierung können einerseits Wertstoffe, wie Metalle, abgeschieden und verkauft werden, andererseits können die entstehenden Fraktionen (Siebüberlauf und Feinfraktion) einer preiswerteren thermischen Verwertung zugeführt werden. Für die Simulation wird angenommen, dass die Behandlung des Sperrmülls in der mechanischen Aufbereitung analog jener des Restmülls vollzogen wird, mit der Ausnahme, dass die Feinfraktion des Sperrmülls nicht in die biologische Rotte eingebracht, sondern direkt in die Wirbelschicht-Verbrennung verbracht wird. Die Kosten der thermischen Verwertung werden analog zu jenen des Restmülls angenommen. Die Erlöse durch den Sperrmüll werden der MBA zugerechnet. Es wird angenommen, dass der Sperrmüll in der Umladung VK verursacht (Manövrierarbeit, etc.), daher werden diese weiterhin in der Kostenstelle der Umladung verrechnet.

Keine Deponierung von MBA Rotte

Eine alternative Möglichkeit zur Deponierung von MBA Rotte stellt die Trockenstabilisierung und anschließende thermische Verwertung der Feinfraktion dar. Für die Modellierung wird dies so bewerkstelligt, dass es nach der Rotte keine Siebung gibt, sondern die gesamte getrocknete Feinfraktion in die Wirbelschichtverbrennung verbracht wird. Der TK für den Rotteverlust bleibt unverändert. Abfälle wie Straßenkehricht oder Sandfanginhalt, die erst in der biologischen Rotte eingebracht werden, gehen ohne Rotte direkt auf die Deponie. Die Betriebskosten sowie die Kosten für Mitarbeiter bleiben unverändert, da lediglich die Siebung nach der Rotte entfällt.

Schließen der MBA

Ein Schließen der MBA bedeutet, dass der gesamte Restmüll einer Verbrennung zugeführt werden muss. Dafür werden die gleichen Konditionen wie für die Verbrennung von unbehandeltem Sperrmüll angewendet. Um die Schließung im Modell einfach darstellen zu können, wurden die TK der Magnetscheider, des Schwingsiebes und des Trommelsiebs auf null gesetzt (bei der Eingabe von exakt null wurden durch das Programm Fehlermeldungen in der Berechnung ausgeworfen, daher wurde ein TK von 0,0001 angewendet). Dadurch fließt der gesamte Restmüll zum Siebüberlauf und das gesamte Holz zur Verwertung. Die

Verbrennungskosten des Siebüberlaufs wurden auf jene von Sperrmüll adaptiert. Die fixen und variablen Betriebskosten der MBA wurden um 2/3 reduziert. Lageraufwand, Manövrierarbeit, Verladung, etc. gibt es weiterhin, daher sind die Betriebskosten nicht auf null gesetzt worden. Aufgrund des verringerten Arbeitsausmaßes wurde eine Freisetzung von zwei Arbeitern angenommen.

Schließen der Deponie

Basierend auf dem Szenario der thermischen Verwertung von MBA Rotte wird eine Schließung der Deponie simuliert. Die gesamten Abfälle der MBA werden der thermischen Verwertung zugeführt, die Feinfraktion wird zuvor trockenstabilisiert (siehe oben beschriebenes Szenario). Die Verbindung der Deponie zu anderen Teilsystemen wird im Modell unterbrochen. Dadurch scheint die Deponie als eigenständiges System im Modell auf, hat aber keinen Einfluss mehr auf das Betriebsergebnis, da auch die Verbindung des Geldflusses zur Verwaltung unterbrochen wurde. Die Behandlung des Sickerwassers sowie die Instandhaltung der Deponie wurden in der Verwaltung als Geldfluss „Deponie Nachsorge“ eingefügt, da die Behandlung des Sickerwassers sowie die allgemeine Nachsorge der Deponie weiterhin bestehen. Die Mitarbeiter der Deponie (1,5 VZÄ) wurden freigesetzt.

Preisänderungen

Für dieses Szenario wird angenommen, dass der Erlös für den Verkauf von wiedergewonnenen Wertstoffen (Papier, Alteisen, Textil, Silofolie und Magnetscheider-Schrott) um 10 % sinkt. In einem zweiten Szenario wird eine Kostensteigerung der thermischen Verwertung (für Siebüberlauf, Feinfraktion sowie Sperrmüll) von 10 % bei unveränderten Erlösen simuliert. Die Ergebnisse der simulierten Änderungen sollen miteinander verglichen werden.

Rückzug aus der Baurestmassen-Aufbereitung

Wie in der Analyse der Finanzen (im Kapitel 4.2) ersichtlich ist, weist die Aufbereitung der Baurestmassen einen Verlust aus. Da diese kaum mit anderen Teilsystemen des Standortes verknüpft ist, wurde das Szenario des Rückzuges aus diesem Geschäftsbereich modelliert. Der Stoffstrom „Bauschutt Zwischenlager“ wurde dabei der Deponie zugewiesen, da dieser ohnehin nur zwischengelagert und anschließend in die Deponie eingebracht wird. Die verbleibenden Import- und Exportströme wurden aus dem Modell gelöscht, ebenso wie das Teilsystem selbst. Für die zugeteilten Mitarbeiter im Ausmaß von 0,5 VZÄ wurde eine Freisetzung angenommen.

Optimierung der Deponie

Die Deponie schreibt in der momentanen Situation negative Erlöse, da sie hohe Fixkosten für die Instandhaltung sowie die Sickerwasseraufbereitung aufweist. Für die Optimierung werden die spezifischen Umsätze aller Stoffströme, die unter dem derzeitigen Durchschnitt von € 19,20 (Umsatz minus ALSAG) liegen, auf den Durchschnittswert angehoben. Der Durchschnittswert von € 19,20 entspricht dem zur internen Verrechnung angenommenen Wert für die Ablagerung der MBA Rotte. Um das Teilsystem der Deponie unabhängiger von internen Stoffflüssen zu gestalten, wird weiters angenommen, dass die extern angelieferten Mengen

zukünftig 2/3 der gesamten auf der Deponie eingebrachten Masse betragen. Dafür wird im Modell ein zusätzlicher Stoffstrom auf die Deponien erstellt, der ebenso mit einem spezifischen Umsatz von € 19,20 angenommen wird. Derzeit werden ca. 8.370 t jährlich auf allen Deponien gemeinsam abgelagert. Ca. 3.940 t stammen dabei aus der eigenen MBA. Um die externe Menge auf 2/3 der Gesamtmenge zu erhöhen, müssen zusätzliche 3.450 t für die Deponie angenommen werden. Im Modell werden diese der Reststoffdeponie zugerechnet.

4.3.2 Kombination möglicher Szenarien zu gesamtheitlichen Strategien

Eine Erweiterung der Simulation von Einzelszenarien stellt die Kombination zu gesamtheitlichen Strategien für die zukünftige Entwicklung des Standortes dar. Dafür wurden drei mögliche Strategien entwickelt, auf die nachfolgend konkret eingegangen wird.

Strategie 1: Recycling Quoten Optimierung

Die Strategie der Recycling Quoten Optimierung basiert auf den Einzelszenarien der steigenden Recyclingquote von Siedlungsabfällen sowie der besseren Trennung des Sperrmülls. Ziel dieser Strategie ist es, vorgeschriebene Recyclingquoten nachhaltig erfüllen zu können, ohne große Umstellungen in den derzeitigen Prozessen und Abläufen des Standortes vornehmen zu müssen. Die Aufbereitungsanlagen bleiben in diesem Szenario unverändert. Es wird angenommen, dass diese durch eine entsprechende Wartung und Instandhaltung längerfristig funktionieren bzw. nur einzelne Aggregate ausgetauscht werden müssen. Durch Maßnahmen in der operativen Verwaltung sowie den Ausbau der angenommenen Abfälle für die Deponie können weitere Optimierungen erzielt werden (dies wurde in der Modellierung nicht näher betrachtet). Diese Strategie ist als passiv und reaktiv einzustufen.

Strategie 2: MBA und Deponie schließen

Als weitere Strategie zeichnet sich die Möglichkeit ab, die eigenen Prozesse am Standort möglichst zu verringern, um flexibel auf externe Einwirkungen reagieren zu können. Durch die Abstoßung von MBA und Deponie reduziert man die Tätigkeiten am Standort weitgehend auf Verladung und Transport sowie die dahinterstehende Verwaltung. Durch die Desinvestition der mechanischen Aufbereitung und das Entfallen der biologischen Rotte ergeben sich freie Lagerflächen, die für die reine Umladung genutzt werden können. Dadurch könnten Prozesse der Verladehalle in die Halle der vorherigen MBA verlagert und der daraus entstehende Platz für einen Ausbau des ASZ verwendet werden.

Vorteile dieser Strategie sind, dass sich die Tätigkeiten des Verbandes auf wenige Bereiche konzentrieren und eine Verschlinkung der Strukturen stattfindet. Nachteilig ist, dass man sich in eine stärkere Abhängigkeit einiger weniger Partner begibt, und damit kaum mehr auf Situationen am Markt reagieren kann, sondern Schwankungen von Preisen z.B. in der thermischen Verwertung ausgesetzt ist. Diese Strategie stellt eine Reduzierung auf organisatorische Aufgaben dar.

Strategie 3: MBA erneuern

Eine Erneuerung der MBA zielt in erster Linie auf eine größere Wertstoffausbringung aus den Siedlungsabfällen und damit einhergehend geringere Mengen für die thermische Verwertung ab.

Als Basis für die Erneuerung wird die Anlagenplanung der Lehrveranstaltung „Projektierung von Entsorgungsanlagen“ herangezogen (Enengel et al. 2022). Das derzeit angewandte Schwingsieb wird durch einen ballistischen Separator zur Abtrennung von zweidimensionalen (2D) Gütern (z.B. Kunststofffolien) und gleichzeitiger Klassierung in Grob- und Feinfraktion ersetzt. Durch einen NE-Metallabscheider werden Aluminiumdosen und andere Wertmetalle aus dem Abfallstrom ausgeschleust. Ein nachgeschalteter NIR-Sortierer kann gezielt weitere Wertstoffe wie Polyolefine (PO) (z.B. Polyethylen (PE) oder Polypropylen (PP)) aussortieren. (Enengel et al. 2022)

Die Aufbereitung von Sperrmüll in der Anlage sollte bei einer Erneuerung unbedingt berücksichtigt werden. Durch die Mitbehandlung von Sperrmüll werden zusätzliche Wertstoffmengen gewonnen, Verbrennungskosten reduziert und die Recyclingquote erhöht. Die Feinfraktion des aufbereiteten Sperrmülls wird dabei ohne biologische Trocknung in einer Wirbelschichtverbrennung thermisch verwertet.

Für die neue Anlage wurde eine Steigerung der Betriebskosten um 20 % angenommen. Die Mengen und Preise für die neu gewonnenen Stoffströme (siehe Tabelle 12) sowie die Kosten für die Anschaffung wurden der Präsentation von (Enengel et al. 2022) entnommen, die sich mit der Erneuerung der MBA in Liezen befasste.

Tabelle 12: Menge und Kosten von neu gewonnenen Stoffströmen des kombinierten Szenario 3 „MBA erneuern“ (Enengel et al. 2022)

	Menge [t/a]	Kosten [€/t]
2D Kunststoffe	186	150
NE-Metalle	131	- 1.300
PE/PP	279	- 350

Für die Investition fallen Anschaffungskosten von ca. € 2.800.000 an, die auf zehn Jahre abgeschrieben werden. Dies führt zu einer jährlichen Abschreibung von € 280.000, die den fixen Betriebskosten zugerechnet wird. Kosten für Renovierungen der Halle wurden in diesem Szenario nicht berücksichtigt. (Enengel et al. 2022)

4.4 Optimierung und Sensitivität einer ausgewählten Strategie

Als vielversprechendste Strategie wird die Erneuerung der MBA betrachtet. Diese wird in weiterer Folge mit Einzelszenarien aus Kapitel 4.3.1 sowie einzelnen Maßnahmen aus der SWOT Analyse (Kapitel 4.1.3) kombiniert, um sie weiter zu optimieren und an die Anforderungen der Zukunft bestmöglich anzupassen.

In Szenario 1 „Recycling Quoten Optimierung“ wurden die Importflüsse von Restmüll, Sperrmüll, Biomüll und Wertstoffen verändert, um eine bessere Trennung von Sperrmüll und Restmüll bereits durch die Bevölkerung zu simulieren. Diese Änderungen werden als Optimierungsmaßnahme in das Modell übernommen (Mengenänderungen vgl. Kapitel 4.3.1).

Eine weitere Optimierungsmöglichkeit wurde bereits in Kapitel 4.3.1 simuliert, und zwar der Rückzug aus der Baurestmassen-Aufbereitung. Für diese Optimierung wird jedoch angenommen, dass die Mitarbeiter, die der Baurestmassenaufbereitung zugerechnet waren (0,5 VZÄ), nicht freigesetzt werden. Diese wurden dem Teilsystem der Umladung und des ASZ zugerechnet, um für die obige Maßnahme des besseren Trennens im Bereich des ASZ tätig zu sein.

Aus der SWOT-Analyse der Aufbereitung biogener Abfälle zeigt sich, dass ein im Kreis führen des abgetrennten Siebüberlaufes eine Möglichkeit darstellt Kosten einzusparen und Erlöse zu erhöhen. Es gilt dabei zu beachten, dass dennoch eine Ausschleusung von Störstoffen stattfinden muss, damit die Qualität des erzeugten Kompostes auf konstant hohem Niveau verbleibt. Für die Simulation wird daher angenommen, dass 2/3 des Siebüberlaufes im Kreis geführt werden und 1/3 der Verbrennung zugeführt wird. Zusätzliche Aggregate oder Änderungen in der Kostenstruktur wurden keine angenommen.

In Anhang 10 findet sich eine Darstellung der Stoff- und Geldflussanalyse des optimierten Modells. Nachfolgend sind, zusätzlich zu den beschriebenen Maßnahmen, optimistische sowie pessimistische Erweiterungen des Modells erläutert, um eine Bandbreite der Auswirkungen besonders auf die Finanzen des Standortes darstellen zu können.

Optimistische Erweiterung des Modells

Eine erstrebenswerte Maßnahme stellt die Optimierung der Deponie wie unter 4.3.1 beschrieben dar. Diese wurde im betrachteten Modell erneut simuliert und an die veränderten Gegebenheiten angepasst. Ziel des Szenarios ist, das Subsystem der Deponie unabhängiger von internen Stoffströmen zu gestalten. Die extern angelieferte Menge soll auf 2/3 der gesamten abgelagerten Menge erhöht und die Preise, die unterhalb des durchschnittlichen spezifischen Umsatzes liegen, sollen angepasst werden. Da sich durch Maßnahmen wie die bessere Trennung des Restmülls bereits durch die Bürger auch die Mengen des MBA Rotte-Materials auf die Deponie geändert haben, ergibt sich ein anderer Wert für die zusätzlich angenommene Menge an zu deponierenden Abfällen.

Nach dem betrachteten Modell werden 8.078 t Abfälle pro Jahr auf die Deponie eingebracht, 3.651 t davon sind MBA Rotte. Um den Anteil an extern angelieferten Abfällen auf 2/3 der Gesamtmenge zu erhöhen, müssen zusätzliche 2.875 t an zu deponierenden Abfällen angenommen werden. Wie auch im modellierten Einzelszenario wird der Mitarbeiterstamm der Deponie um 0,5 VZÄ erhöht, um den gestiegenen Arbeitsaufwand bewältigen zu können.

Als zweite optimistische Maßnahme wurde angenommen, dass der Schrott aus dem Magnetscheider bei der Aufbereitung von Sperrmüll und Holz in einem eigenen Container

gesammelt wird. Für den Schrott aus Sperrmüll und Holz wird eine höhere Qualität mit dem gleichen erzielbaren Erlös wie für Alteisen angenommen. Daher sollte dieser getrennt vom Magnetschrott des Restmülls erfasst werden.

Pessimistische Erweiterung des Modells

Das wesentlichste pessimistische Szenario stellt sich durch eine Umstellung von der Deponierung der MBA Rote auf eine biologische Trocknung und anschließende thermische Verwertung dar. Dieses Szenario wurde bereits als Einzelszenario modelliert (siehe Kapitel 4.3.1), soll jedoch als Möglichkeit in dieses Modell übernommen werden.

Als zweite pessimistische Adaption wird angenommen, dass der NIR nicht in die Anlage verbaut wird und damit keine Wertstoffe wie eine PE/PP Fraktion ausschleusen kann. Durch das Wegfallen des NIR wird angenommen, dass sich die Abschreibung der Anlage um 5 % sowie die variablen Betriebskosten um 10 % verringern.

Eine dritte Anpassung stellt den Verfall von Preisen für Wertstoffe um 10 % dar. Dieses Szenario wurde ebenfalls bereits in den Einzelszenarien simuliert, jedoch werden durch die Adaption der Anlage mehr Wertstoffe abgetrennt und daher ändern sich auch die Auswirkungen dieser Preisanpassung.

5 Ergebnisse und Diskussion

In diesem Kapitel sind die Ergebnisse aus den Simulationen der einzelnen und kombinierten Szenarien sowie der anschließenden Optimierung eines ausgewählten Szenarios dargestellt. Die Einschränkungen der Simulationen sowie die Auswirkungen und die Aussagekraft der Ergebnisse werden im Besonderen diskutiert. Abschließend finden sich konkrete Handlungsempfehlungen an die Geschäftsführung, basierend auf den Ergebnissen der SWOT-Analyse und der Simulationen.

5.1 Ergebnisse und Diskussion aus den Simulationen

Die Ergebnisse der Simulation der in Kapitel 4.3 beschriebenen Szenarien sind in Tabelle 13 dargestellt. Die ausgewiesenen Differenzen beziehen sich auf das errechnete Betriebsergebnis der Simulation, welches in der ersten Zeile als „Derzeitiger Betrieb“ angeführt ist. Die Diskussion der Ergebnisse findet sich nachfolgend für jedes betrachtete Szenario im Einzelnen.

Tabelle 13: Ergebnisse der Szenarien Analyse als Differenz des Betriebsergebnisses

Szenario	Keine DEP	Keine MBA	Keine BAU	RM rec.	SM sort.	SM aufb.	Preis +/-	MA +/-	Differenz BE
Derzeitiger Betrieb									€ 432 000
Recycling RM				X					-€ 4 550
Trennung SM					X				€ 20 100
Aufbereitung SM						X			€ 96 000
Keine Deponierung von MBA Rotte									-€ 121 000
Schließen der MBA		X						-2	-€ 294 000
Schließen der Deponie	X							-1,5	-€ 105 000
Preise Wertstoffe -10 %							X		-€ 86 700
Preise Verbrennung +10 %							X		-€ 128 000
Baurestmassen schließen			X					-0,5	€ 24 600
Deponie optimieren								+0,5	€ 73 200
Recycling Quoten Optimierung				X	X				€ 15 500
Schließen von MBA und Deponie	X	X						-3,5	-€ 279 000
MBA erneuern						X			€ 80 600

5.1.1 Simulation der Einzelszenarien

Steigende Recyclingquote bei Siedlungsabfällen

Durch eine steigende Recyclingquote im Restmüll sinken die berechneten Einnahmen um € 4.550. Ein derartiges Ergebnis wurde nicht erwartet, da die stoffliche Verwertung der Wertstoffe kosteneffizienter erscheint als jede des Restmülls. Der Rückgang der Einnahmen resultiert in diesem Szenario nicht aus der stofflichen Verwertung, sondern aus rückläufigen Restmüllmengen, da Metalle und Kunststoffe in die Sammel- und Verwertungssysteme übergehen und nicht mehr zum AWV Liezen angeliefert werden. Aufgrund der geringeren Mengen sinken die Einnahmen durch die Gate Fee und damit die Gesamteinnahmen des Verbandes.

Durch die bessere Trennung ergeben sich jedoch Vorteile, die in der Modellierung nicht abgebildet werden können. Durch den verringerten Anteil an Kunststoffen im Restmüll sinkt der Heizwert und dadurch kann der Grenzwert zur Deponierung der MBA Rotte leichter erreicht werden. Es besteht die Möglichkeit, dass der vorgeschriebene maximale Heizwert mit nur einer Siebung erreicht werden kann, was Betriebskosten und Mitarbeiterkapazitäten einsparen würde. Des Weiteren ist die Anlage durch die geringere Restmüllmenge weniger ausgelastet und schafft damit freie Kapazitäten von Mitarbeitern und Anlage. Durch die geringere Menge an Metallen verringert sich jedoch auch der Output an Magnetschrott in der MBA. Dies bedeutet, dass sich der TK des Magnetscheiders geringfügig ändern wird. Diese Auswirkung wurde in der Simulation nicht berücksichtigt.

Bessere Trennung des Sperrmülls

Mit der besseren Trennung von Sperrmüll bereits bei der privaten Anlieferung bzw. in den ASZ der Mitgliedsgemeinden lässt sich das Betriebsergebnis erhöhen. Basierend auf der Modellierung ergibt sich eine Steigerung um ca. € 20.100. Im Gegensatz zur besseren Trennung des Restmülls ist beim Sperrmüll keine negative Rückkopplung erkennbar. Zu bewerkstelligen ist die bessere Trennung durch gute Beschilderung, Information an die Bevölkerung und die Beratung durch qualifizierte Mitarbeiter an den Standorten der ASZ in Liezen und den Mitgliedsgemeinden des Verbandes.

Behandlung von Sperrmüll in mechanischer Aufbereitung

Die Aufbereitung des Sperrmülls zeigt ein berechnetes Plus an € 96.000 im Betriebsergebnis. Dies wird vor allem durch die preiswertere thermische Verwertung von Siebüberlauf bzw. der Feinfraktion im Vergleich zum unbehandelten Sperrmüll erreicht. Weiters werden auch Metalle aus dem Sperrmüll über die Magnetscheidung ausgeschleust. Bei einer Betrachtung der Erlösstruktur zeigt sich, dass sich der Überschuss aus der Umladung um € 125.000 verringert, jedoch die Einnahmen der MBA um € 221.000 erhöhen, da die gesamten Einnahmen durch den Sperrmüll nun der MBA zugerechnet werden.

Die Verwendung der bestehenden Anlage zur Aufbereitung von Sperrmüll ist aus technischer Sicht möglich. Mit der zusätzlichen Aufbereitung von Sperrmüll wäre diese voll ausgelastet und es bleiben kaum Leerzeiten für Reinigung und Instandhaltung. Da die Anlage bereits 2003 gebaut wurde, wäre eine Erneuerung und eine bewusste Auslegung auf die Aufbereitung von Holz, Restmüll und Sperrmüll sinnvoll. Ob durch den gestiegenen Arbeitsaufwand ein zusätzlicher Arbeiter eingestellt werden muss, ist in der Modellierung nicht berücksichtigt. Durch eine stärkere Automatisierung bei einer Neuanschaffung könnte der gestiegene Aufwand durch die größeren Mengen kompensiert werden.

Eine in der Modellierung nicht berücksichtigte Möglichkeit ist die Herstellung eines qualitätsgesicherten Ersatzbrennstoffes (EBS). Derartige Brennstoffe finden z.B. in der Zementindustrie Einsatz. Die Erlöse für einen EBS würden das berechnete Betriebsergebnis weiter steigern.

Keine Deponierung von MBA Rotte

Ein Strategiewechsel von der Deponierung der MBA Rotte zu einer Trockenstabilisierung und anschließenden thermischen Verwertung würde sich erheblich auf das Betriebsergebnis auswirken. Die Berechnungen des Modells sagen einen Rückgang des Ergebnisses um € 121.000 voraus. Dieser Rückgang resultiert einerseits aus den Mehrkosten der Entsorgung, die den Überschuss aus der MBA um € 61.000 reduzieren und den fehlenden Einnahmen in der Deponie, die aus der internen Verrechnung der MBA Rotte resultieren, in der Höhe von € 60.000. Der zuvor schon negative Ertrag aus der Deponie von rund € 65.000 sinkt weiter auf minus € 125.000. Die Kostentreiber der Deponie sind dabei die hohen Fixkosten durch Instandhaltung und Behandlung des Sickerwassers.

Dadurch, dass die Veränderungen in der Modellierung ceteris paribus angenommen wurden, sind eine Reihe an sich ergebenden Rückkopplungen nicht berücksichtigt. Kosteneinsparungen auf der Deponie durch die geringere Einbaumenge wurden nur durch die variablen Betriebskosten berücksichtigt. Eine eventuelle Freisetzung von Mitarbeitern kam nicht zur Anwendung. Abschreibungen von Anlagen und Maschinen blieben ebenfalls unverändert.

Schließen der MBA

Durch das Schließen der MBA zeigt sich ein drastischer Rückgang des Betriebsergebnisses um € 294.000. Die Deponie verzeichnet den gleichen Einnahmerückgang wie im vorhergehenden Szenario. Die MBA hat eine größere Kostensteigerung zu verzeichnen. Waren es im vorhergehenden Szenario noch gestiegene Kosten von € 61.000 so sind es in diesem Szenario Mehrkosten für die Entsorgung des Restmülls von € 234.000.

Die Mehrkosten resultieren aus den höheren Verbrennungskosten für unbehandelte Abfälle im Vergleich zur thermischen Verwertung von Siebüberlauf sowie für die Wirbelschichtverbrennung der Feinfraktion nach einer biologischen Trocknung. Der angesetzte Preis für die Verbrennung wurde mit jenem der Verbrennung von Sperrmüll eher konservativ geschätzt. Unbehandelter Restmüll verursacht grundsätzlich noch höhere Kosten. Die Menge des zu verbrennenden Materials steigt ebenfalls, da der Rotteverlust aus der biologischen Trocknung entfällt. Die sinkenden Betriebskosten sowie das Freisetzen von zwei Mitarbeitern können die gestiegenen Entsorgungskosten nur bedingt kompensieren.

Schließen der Deponie

Ein Schließen der Deponie würde mehrere Probleme mit sich bringen. Die derzeit dort abgelagerten Abfälle verschwinden nicht, sondern müssen anderweitig abgelagert oder behandelt werden. Ebenso ist die Nachsorge der Deponie weiterhin zu leisten, wie die Behandlung von Sickerwasser oder die Rekultivierung. In finanzieller Hinsicht entsteht durch das Schließen der Deponie eine Verringerung des Betriebsergebnisses um € 105.000. Dieser Rückgang erscheint im Vergleich zum Schließen der MBA gering, da die Deponie zuvor bereits ein negatives Ergebnis erwirtschaftet hat. Außerdem wurde angenommen, dass Mitarbeiter im Ausmaß von 1,5 VZÄ freigesetzt werden. Die Kosten der Nachsorge (Instandhaltung und

Sickerwasserbehandlung) in der Höhe von € 91.800 wurden in den Verwaltungskosten berücksichtigt.

Preisänderungen

Die Simulation der Preisänderungen ergibt für einen Preisverfall der Wertstoffpreise um 10 % ein Minus von € 86.700 und für die um 10 % gestiegenen Verbrennungspreise ein Minus von € 128.000. Die Preissteigerung der Verbrennungspreise wirkt sich daher wirtschaftlich schwerwiegender aus als ein Preisverfall der Wertstoffe. Die Schwankung der Rohstoffpreise erscheint jedoch wahrscheinlicher als grobe Schwankungen der Verbrennungspreise. Durch die derzeit hohen Energiepreise könnten die Preise für die Verbrennung potenziell eher sinken, da die thermische Verwertung von Abfällen ein Substitut für Primärenergieträger darstellen kann.

Rückzug aus der Baurestmassen-Aufbereitung

Durch einen Abstoß der Baurestmassen-Aufbereitung zeigt die Simulation ein leichtes Plus von € 24.600 im Betriebsergebnis. Im Modell scheint das Teilergebnis der Baurestmassen jedoch mit einem Minus von € 34.900 auf. Diese Differenz ergibt sich daraus, dass bei der Aufbereitung der Baurestmassen u.a. Eisen abgeschieden wird, was in der stofflichen Verwertung einen Ertrag erzielt. Diesen fehlenden Ertrag spiegelt die Differenz wider.

Um die Steigerung des Betriebsergebnisses erreichen zu können, müssten jedoch Mitarbeiter im Ausmaß von 0,5 VZÄ abgebaut werden. Für Mitarbeiter in diesem Ausmaß fänden sich mit Sicherheit anderen Aufgaben im Verband. Ohne eine Mitarbeiterfreisetzung wäre die Änderung des Ergebnisses leicht negativ.

Optimierung der Deponie

Eine Optimierung der Deponie wird durch zweierlei Maßnahmen erreicht. Die erste Maßnahme stellt eine Anhebung der Preise dar, als zweiter Schritt soll die Menge des extern angelieferten Materials erhöht werden. Durch die Umsetzung dieser Maßnahmen kann es gelingen, das vorher stark negative Ergebnis der Deponie von minus € 64.600 ins Positive auf ca. € 8.600 zu drehen. Ein langfristiger positiver Deckungsbeitrag der Deponie ist das erstrebenswerte Ziel der Optimierung.

5.1.2 Strategien aus kombinierten Szenarien

Aus der Kombination von Einzelszenarien wurden drei mögliche Strategien für den AWW Liezen für eine zukünftige Entwicklung erarbeitet und simuliert.

Strategie 1: Recycling Quoten Optimierung

Die Steigerung der Quote an getrennt gesammelten Abfällen hat nur geringe Auswirkungen auf das Betriebsergebnis. Es ergibt sich ein leichtes Plus von € 15.500. Am Standort selbst verschieben sich lediglich bestimmte Abfallströme, die Anlagen selbst bleiben bei dieser Strategie unverändert. Die größten Auswirkungen sind eine rückläufige Menge an Restmüll und eine steigende Menge an biogenen Abfällen. Diese Strategie beruht auf der Information

der Bevölkerung zur richtigen Mülltrennung. Auf externe Veränderungen wird nicht vorausschauend eingegangen, sondern situationsbedingt reagiert.

Strategie 2: MBA und Deponie schließen

Das Schließen von MBA und Deponie hat erhebliche Auswirkungen auf die Finanzen des AWW Liezen. Es entstehen dadurch Mehrkosten von ca. € 279.000 trotz dem Freisetzen von Mitarbeitern im Ausmaß von 3,5 VZÄ. Dies entspricht knapp einem Drittel der Arbeiter. Würde man die Strategien eins und zwei miteinander kombinieren, ließen sich die Kosten senken, da die zu verbrennende Menge an Restmüll sinken und der Erlös aus der Biomüll Aufbereitung steigen würde.

Ein einfaches Schließen der Deponie ist derzeit nicht zielführend, da gerade erst größere Investitionen in die Schaffung von Deponievolumen getätigt wurden. Ein Abstoßen der Deponie an ein externes Unternehmen ist standortbedingt nicht ohne weiteres möglich, da u.a. die Fassung des Sickerwassers der Deponie und des Oberflächenwassers am restlichen Standort zusammenhängen. Als Lösung dieses Problems wäre z.B. ein Public-Private-Partnership möglich, also eine Zusammenarbeit mit einem privaten Unternehmen unter Beteiligung des AWW Liezen.

Strategie 3: MBA erneuern

Vergleicht man die Simulation der drei Strategien, so erscheint eine Erneuerung der MBA als die Vielversprechendste. Die Simulation ergibt im Betriebsergebnis ein Plus von € 80.600 trotz zusätzlicher Abschreibungen in Höhe von € 280.000 sowie höheren VK. Die zusätzlichen Einnahmen stammen aus dem Verkauf von NE-Metallen und sortenreinen Kunststoffen, die mit einer neuen Anlage aussortiert werden können. Durch die Abtrennung sinkt außerdem die Menge an Siebüberlauf, der kostenpflichtig einer thermischen Verwertung zugeführt werden muss. In der Simulation nicht berücksichtigt wurden Kosten für eine Sanierung der Halle sowie mögliche Kosten für zusätzliche Mitarbeiter.

5.1.3 Optimierung und Sensitivität einer ausgewählten Strategie

Die Optimierung beruht auf dem Szenario der Erneuerung der MBA. Es flossen mehrere zuvor modellierte Szenarien in die Strategie ein, um diese weiter zu verbessern. Basierend auf der optimierten Strategie wurden ein optimistisches sowie ein pessimistisches Szenario modelliert, um eine Bandbreite von möglichen Entwicklungen und deren Auswirkungen darzustellen. Tabelle 14 fasst die Ergebnisse der Modellierung zusammen.

Tabelle 14: Ergebnisse der Strategieoptimierung basierend auf der Neuauslegung der MBA

Szenario	Opt. DEP	MS trennen	biolog. Trocknung	kein NIR	Erlös WS +/-	MA +/-	Differenz BE
Derzeitiger Betrieb							€ 432 000
MBA erneuern							€ 80 600
Recycling Quoten Optimierung							-€ 2 100
Baurestmassen schließen							-€ 4 300
Siebüberlauf BIO im Kreis							€ 27 300
Optimierter Betrieb							€ 533 500
Deponie optimieren	X					+ 0,5	€ 60 500
MS Output getrennt sammeln		X					€ 11 700
Optimistisches Szenario	X	X				+ 0,5	€ 605 700
Keine Deponierung von MBA Rotte			X				-€ 110 000
Neubau ohne NIR				X			-€ 88 500
Preisverfall Wertstoffe um 10%					- 10 %		-€ 107 000
Pessimistisches Szenario			X	X	- 10 %		€ 228 000

Das Steigern der getrennten Sammlung des Restmülls bzw. der besseren Trennung des Sperrmülls hat auf die neue MBA kaum einen finanziellen Einfluss, da in der modellierten Ausführung sowohl NE-Metalle als auch Kunststoffe ausgeschleust und als Wertstoff verkauft werden. Die Einsparungen aufgrund der reduzierten Mengen für die thermische Verwertung stehen im Gegensatz zu geringeren Erlösen für aussortierte Wertstoffe. In dem Modell sind die Auswirkungen sehr statisch dargestellt. Es gilt jedenfalls, die getrennte Sammlung sowie das Trennen von Sperrmüll zu forcieren, da dies andere positive Auswirkungen wie eine geringere Anlagenauslastung und weniger Verbrauch an Deponievolumen mit sich bringt.

Das Schließen der Baurestmassen-Aufbereitung und das damit einhergehende Unterlassen der Annahme ebendieser Baurestmassen hat finanziell kaum Auswirkungen auf den Standort. Die zugewiesenen Mitarbeiter (0,5 VZÄ) können jedoch für andere Arbeiten eingesetzt werden und es werden Lagerflächen frei, die anderwärtig genutzt werden können. Das Problem des fehlenden Absatzmarktes für Recycling-Baustoffe erübrigt sich damit ebenfalls.

Eine Kreislaufführung von Siebüberlauf aus der Kompostierung bringt finanzielle Vorteile mit sich, da die Menge an Material für die thermische Verwertung sinkt und der Ertrag an Kompost steigt. Konkrete Auswirkungen auf die Qualität des Kompostes und Möglichkeiten zum Abscheiden von Störstoffen wie Kunststoffsäcken müssen im Betrieb noch konkret geprüft werden.

In Abbildung 15 ist das optimierte Modell des betrachteten Szenarios der Ausgangssituation in einem Blasendiagramm gegenübergestellt. Wie in Kapitel 4.2 beschrieben sind auf den Achsen der DB1 und die Marge aufgetragen, die Blasengröße dient als Maß für die Importmenge. Die zugehörigen Werte finden sich in Anhang 8.

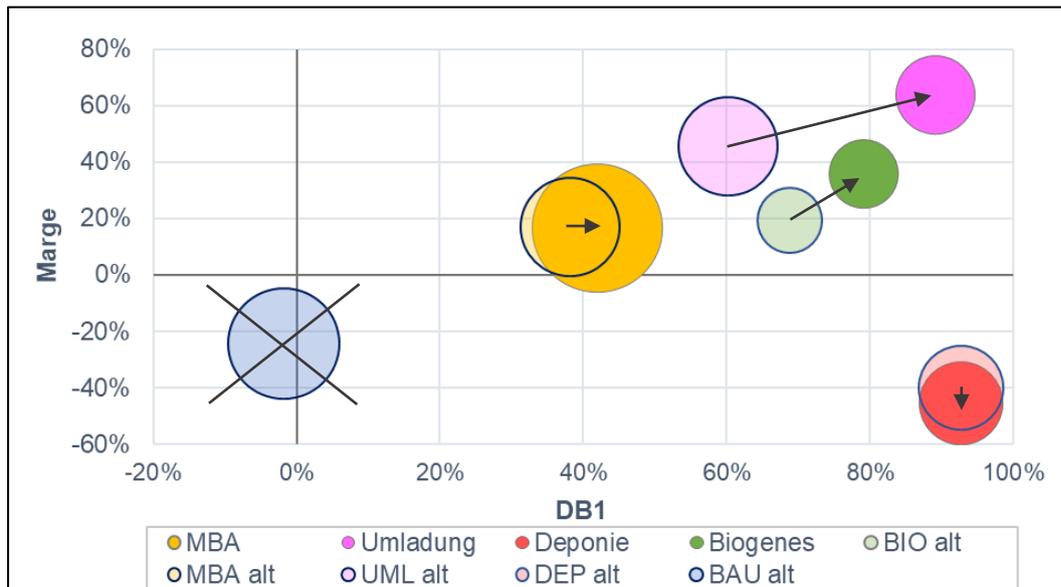


Abbildung 15: Gegenüberstellung von DB1 und Marge des Standortes derzeit und nach der optimierten Erneuerung der MBA

Die Baurestmassenaufbereitung findet sich im optimierten Szenario nicht mehr wieder. Sowohl die Aufbereitung der biogenen Abfälle als auch die Umladung weisen in beiden Kennwerten höhere Werte auf. Bei den Bioabfällen resultiert dies aus höheren Mengen und der Kreislaufführung des Siebüberlaufes. Die Umladung verbessert sich, da Sperrmüll in der MBA behandelt und daher ihr zugerechnet wird. Bei der Deponie ist eine leichte Verschlechterung zu erkennen, da aufgrund der besseren Trennung von Restmüll weniger Mengen anfallen und damit auch weniger deponiert wird. Die MBA steigert die Menge des aufbereiteten Materials, da der Sperrmüll ebenfalls mitbehandelt wird. Der DB 1 kann verbessert werden und die Marge bleibt trotz höherer Abschreibungen für die Investition auf gleichem Niveau. In Abbildung 16 sind die spezifischen Kosten je Anlage aufgeschlüsselt.

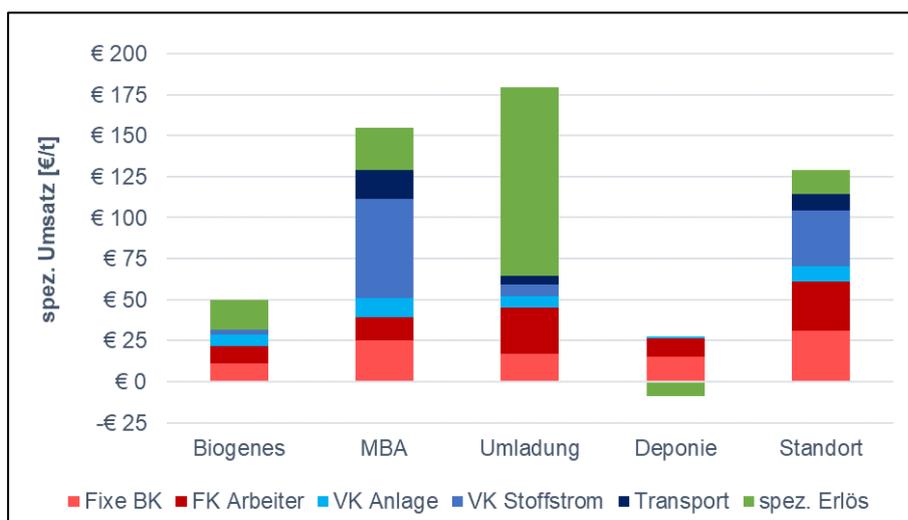


Abbildung 16: Aufschlüsselung der spezifischen Kosten je Teilsystem für die optimierte Erneuerung der MBA

Durch das Wegfallen des Sperrmülls aus der Umladung entstehen dort nur noch geringe variable Kosten und daher ist der überwiegende Teil des Umsatzes als spezifischer Erlös ausgewiesen. Die MBA steigert ihren spezifischen Umsatz ebenfalls. Dies ist auf die Erträge durch den Input an Sperrmüll sowie die gestiegenen Erträge für Wertstoffe zurückzuführen. In der Aufbereitung der biogenen Abfälle steigt ebenfalls der spezifische Erlös, da sich die Fixkosten auf eine größere Inputmenge aufteilen und die Stoffstromkosten durch die Kreislaufführung des Siebüberlaufes sinken. In der Kostenstruktur der Deponie ändert sich wenig.

Optimistische sowie pessimistische Szenarien

Als optimistisches Szenario wurden eine Optimierung der Deponie durch eine Preisanhebung und durch die Steigerung der extern angelieferten Mengen sowie eine getrennte Erfassung des Eisens vom Magnetscheider bei der Aufbereitung von Holz und Sperrmüll angenommen. Bei diesen Abfällen kann eine qualitativ hochwertigere Eisenfraktion erzeugt werden, welche höhere Erlöse erzielt. Rechnerisch könnte das Betriebsergebnis im optimistischen Szenario von derzeit € 432.000 auf über € 600.000 gesteigert werden.

Das pessimistische Szenario beschreibt Möglichkeiten, durch die sich das Betriebsergebnis verschlechtern würde. Änderungen im Umgang mit der MBA Rotte wurden schon mehrfach beschrieben. Die biologische Trocknung und anschließende thermische Verwertung der Feinfraktion hat negative Auswirkungen auf den Erlös. Die Schließung der gesamten MBA hätte jedoch gravierendere Auswirkungen, daher wird dieses Szenario präferiert.

Als zweite pessimistische Annahme wurde simuliert, dass kein NIR Sortierer in der MBA eingebaut wird und damit keine Erlöse für sortenreine Kunststoffe erzielt werden können. Die Menge an Siebüberlauf für die thermische Verwertung steigt dadurch. Bei den angenommenen Erlösen für die Kunststoffe wirkt sich dies ebenfalls negativ auf das Betriebsergebnis aus.

Die dritte pessimistische Annahme stellt sinkende Rohstoffpreise und damit einhergehend sinkende Erlöse für die abgetrennten Wertstoffe dar. In der neuen MBA wirken sich sinkende Preise stärker aus als im derzeitigen Betrieb, da mehr Wertstoffe abgetrennt werden und die Erlöse bei einem Preisverfall stärker sinken. Ein solcher Preisverfall wirkt sich jedoch, unabhängig davon, welche Zukunftsstrategie forciert wird, immer negativ aus.

Abbildung 17 zeigt die Auswirkungen der Szenarien auf den Standort. Es ist jeweils das gesamte optimistische bzw. pessimistische Szenario dargestellt und nur die Änderung jener Teilsysteme eingezeichnet, die tatsächlich betroffen sind.

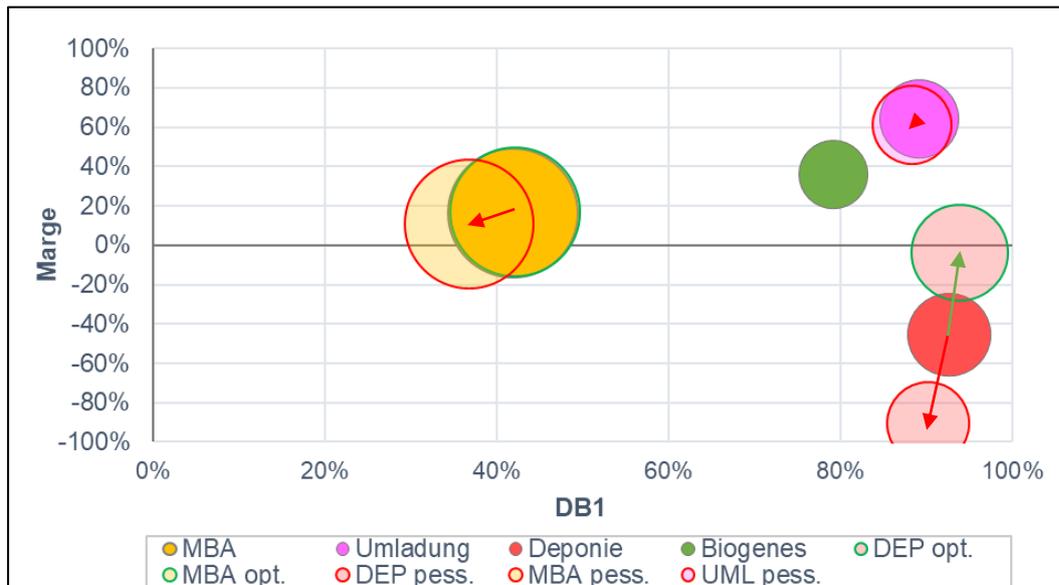


Abbildung 17: Auswirkung von optimistischen sowie pessimistischen Szenarien auf die Teilsysteme

Im optimistischen Szenario sieht man die Marge der Deponie Richtung Nulllinie ansteigen. Das bedeutet, die Deponie deckt ihre Kosten weitgehend selbst. Die Veränderung der Erlöse in der MBA ist kaum ersichtlich.

Das pessimistische Szenario zeigt eine gegenläufige Richtung für die Deponie. Die Marge der Deponie beträgt minus 90 %. Das bedeutet, die Kosten sind annähernd doppelt so hoch wie die Erlöse. Dies resultiert daraus, dass in diesem Szenario keine MBA Rotte mehr auf die Deponie eingebracht wird.

Die MBA ist von allen drei Annahmen des pessimistischen Szenarios betroffen. Die Marge sinkt von 17 % auf 11 % ab, da die Erlöse sinken und die Kosten steigen. Die Umladung ist nur von den sinkenden Preisen für Rohstoffe betroffen und deren Auswirkung wird durch die stabilen Einnahmen der Gate Fees teilweise kompensiert.

5.2 Handlungsempfehlungen

Die Handlungsempfehlungen stellen konkrete Maßnahmen dar, die der AWW Liezen umsetzen sollte, um den Standort für die Zukunft auszurichten. Die Empfehlungen unterteilen sich in kurz- und mittelfristige sowie langfristige Maßnahmen.

5.2.1 Kurz- und mittelfristige Maßnahmen

Die kurz- und mittelfristigen Maßnahmen sind zumeist organisatorischer Natur und dienen der Verbesserung und Optimierung derzeitiger Arbeitsabläufe. Diese leiten sich aus der SWOT-Analyse sowie der Modellierung einzelner Szenarien ab. Tabelle 15 gibt einen Überblick über diese Maßnahmen mit einer zugehörigen Begründung bzw. deren Effekt. Anschließend sind diese im Einzelnen näher ausgeführt.

Tabelle 15: Überblick der kurz- und mittelfristigen Maßnahmen

Maßnahme	Begründung / Effekt	Anmerkung
Reduzierung von Lagermengen	Reduzierung der Brandgefahr, Kostenreduktion	organisatorisch, einfach umzusetzen
Bessere Koordinierung mit Zulieferern	Effizienterer Einsatz von Mitarbeitern und Maschinen, Reduzierung von Unfallrisiken	organisatorisch, einfach umzusetzen
Kreislaufführung von Siebüberlauf der Kompostierung	Kostenreduktion, Erhöhung Recycling-Quote	operativ, laufende Beobachtung der Kompostqualität notwendig
Adaption des Lagerplatzes für Biomüll	Höherer Durchsatz, effizienterer Einsatz von Mitarbeitern und Maschinen, Kostenreduktion	bauliche Maßnahme
Rückzug aus dem Geschäftsbereich Baurestmassen-Aufbereitung	Freispielen von Mitarbeitern für andere Tätigkeiten, Schaffung von Lagerflächen, keine Absatzprobleme	organisatorisch
Kooperation mit externen Unternehmen zum Einbringen von Abfällen auf die Deponie	Effizienterer Einsatz von Mitarbeitern und Maschinen	organisatorisch / operativ
Erhöhung von Preisen und Mengen der Deponie	Kosten- / Erlösoptimierung	organisatorisch
Neuanordnung und Erweiterung des ASZ	größere Sortiertiefe, Service für die Bevölkerung, höhere Recyclingquoten	organisatorisch, einfach umzusetzen
Adaption der Öffnungszeiten des ASZ	Service für die Bevölkerung, größere Mengen, höhere Recyclingquoten	organisatorisch
Adaption der Arbeitszeiten der Mitarbeiter	Notwendig für geänderte Öffnungszeiten des ASZ, attraktiv für Mitarbeiter	organisatorisch
Erstellung eines strukturierten Wochen- und Monatsarbeitsplanes	Effizienterer Einsatz von Mitarbeitern und Maschinen	organisatorisch
Information der Bevölkerung durch verschiedene Aktionen	direkten Kontakt stärken, bessere getrennte Sammlung, höhere Sortiertiefe, höhere Recyclingquote	organisatorisch / operativ

Standort allgemein

Eine einfach umzusetzende und den gesamten Standort betreffende Maßnahme ist die Reduzierung vorhandener Lagermengen. Hohe Lagermengen verursachen Kosten durch Manövrierarbeit und belegen Flächen, die anderwärtig genutzt werden könnten. Außerdem stellen große Lagermengen eine erhöhte Brandgefahr dar, die es zu vermeiden gilt.

Die Anlieferung und Abholung müssen besser koordiniert werden. Durch fixe Zeitfenster für Lieferanten können Arbeitsabläufe besser eingeteilt und strukturiert werden. Dies führt zu geringeren Leerlaufzeiten von Anlagen, verringert die Betriebskosten und schafft freie Kapazitäten von Mitarbeitern und Maschinen. Durch eine zeitliche und räumliche Trennung der Anlieferung von gewerblichen und privaten Kunden verringert sich das Risiko von Unfällen.

Aufbereitung biogener Abfälle

Bei der Aufbereitung der biogenen Abfälle wird nach der Kompostierung eine zweistufige Siebung des Kompostes durchgeführt. Der Siebüberlauf > 30 mm wird dem Siebüberlauf der MBA beigemischt und gemeinsam der thermischen Verwertung zugeführt. Dieser Siebüberlauf sollte in einer Kreislaufführung gemeinsam mit frischen biogenen Abfällen in der Zerkleinerung aufgegeben werden, um weiter verrotten zu können. Dadurch erhöht sich der Anteil an Strukturmaterial in der Kompostierung, es entsteht eine höhere Menge an Kompost und die Kosten für die thermische Verwertung sinken. Die Anreicherung von Störstoffen muss dabei beobachtet werden. Ein Teil des Siebüberlaufes (z.B. ca. 1/3) sollte nicht rückgeführt, sondern weiter thermisch verwertet werden, um einer Anreicherung von Störstoffen entgegenzuwirken.

Eine Anpassung des Input-Lagerplatzes für Biomüll ist zu empfehlen. Dies ist derzeit eine ebene Fläche mit einem Wasserablauf in der Mitte der Lagerfläche, welcher durch die darauf liegenden Abfallmengen leicht verstopft. Durch eine schiefe Lagerfläche mit eingebauten Rinnen, in denen das Wasser abfließen kann, verringert sich bei der Lagerung die Feuchtigkeit des Abfalls. Dadurch kann ein höherer Durchsatz in der Zerkleinerung erreicht werden. Die Umsetzung kann durch ein Stahlbaugerüst oder eine andere bauliche Maßnahme (z.B. Betonierung mit eingelegten Stahlprofilen) erfolgen.

Baurestmassen-Aufbereitung

Die Aufbereitung der Baurestmassen ist ein Geschäftsbereich, der große Lagerflächen verbraucht, jedoch kaum Erlöse erzielt. Einen Absatzmarkt für Recycling-Baustoffe gibt es kaum. Da es keine eigene Anlage für die Aufbereitung am Standort gibt, ist ein Abstoßen dieses Geschäftsfeldes ohne großen Aufwand möglich. Es wird empfohlen, die Annahme von sortenreinen Baurestmassen einzustellen. Gemischte Baurestmassen, die auf der Deponie eingebracht werden, sowie Kleinmengen der privaten Anlieferung im ASZ, sollen weiterhin angenommen und deponiert werden.

Deponie

Das Einbringen von Abfällen auf die Deponie ist zeitaufwändig und mit großem Einsatz an Maschinen und Mitarbeitern verbunden. Um dieses effizienter zu gestalten, könnte eine Kooperation mit einem lokalen Unternehmen eingegangen werden. Dafür sollten in

regelmäßigen Zeitabständen (z.B. einmal im Monat) mehrere baustellentaugliche LKW (z.B. 3-Achs Kipper) inkl. Fahrer angemietet werden, die den Transport von der Anlage auf die Deponie übernehmen. Dadurch verringern sich die internen Arbeiten auf das Beladen der LKWs und den Einbau des Abfalls auf der Deponie. Stillstände von Maschinen und Leerzeiten von Mitarbeitern minimieren sich dadurch.

Die Preise für die Anlieferung auf die Deponie müssen evaluiert und angepasst werden. Mit den derzeitigen Preisen ist ein kostendeckender Betrieb der Deponie kaum möglich. Die Menge an extern angelieferten Abfällen sollte ebenfalls auf über 2/3 der Gesamtmenge des zu deponierenden Materials angehoben werden. Dadurch verringern sich die spezifischen FK je Tonne und es wird eine stärkere Unabhängigkeit von eigenen Mengen aus der MBA geschaffen.

Umladung und ASZ

Durch den Abbau von Lagermengen wird in der Halle des ASZ mehr Platz geschaffen. Dadurch kann eine übersichtliche Neuordnung der Container für die verschiedenen Abfälle erfolgen. Es müssen ausreichend Flächen zum Parken und Verladen für Privatpersonen zur Verfügung stehen. Eine Möglichkeit dafür würde eine derartige Anordnung der Container darstellen, dass ein Einbahn-System für die Durchfahrt in der Halle entsteht. Ebenso soll während der Öffnungszeiten des ASZ zumindest ein fixer Mitarbeiter vor Ort sein, um die Personen in der fachgerechten Trennung zu unterstützen. Die Verladung von gewerblich angelieferten Abfällen sollte möglichst außerhalb der Öffnungszeiten des ASZ und idealerweise räumlich getrennt durchgeführt werden.

Die Öffnungszeiten des ASZ sind an die Bedürfnisse der Bevölkerung besser anzupassen. Bei den momentanen Öffnungszeiten ist es für Berufstätige kaum möglich, Abfälle anzuliefern. Eine Öffnung Freitag Nachmittag sowie an Samstagen entspricht diesen Bedürfnissen am besten. Dafür kann angedacht werden, die Öffnung wochentags stärker einzuschränken, um die oben beschriebene zeitliche Trennung von gewerblicher und privater Anlieferung zu bewerkstelligen.

Organisatorische Maßnahmen

Zur Anpassung der Öffnungszeiten des ASZ müssen auch die Arbeitszeiten der Mitarbeiter angepasst werden. Um einen möglichen Widerstand der Mitarbeiter gegen die geänderten Arbeitszeiten zu vermeiden, muss ein attraktives Arbeitszeitmodell erstellt werden, welches im Gegenzug zum Arbeiten am Freitagnachmittag bzw. an Samstagen die Möglichkeit für längere durchgehende Freizeit schafft (z.B. lange/kurze Woche). Das Arbeiten am Samstag sollte je Mitarbeiter möglichst auf einen Samstag im Monat beschränkt sein.

Die Erstellung eines strukturierten Wochen- bzw. Monatsarbeitsplans ist notwendig, um viele der bereits genannten Maßnahmen bestmöglich umsetzen zu können. In diesen Arbeitsplan müssen die Zeitfenster für Anlieferung und Abholung sowie die regelmäßigen Tätigkeiten wie das Umsetzen von Kompostmieten und MBA Rotte eingearbeitet sein. Ausreichend Zeit für Wartungsarbeiten ist ebenso zu berücksichtigen wie freie Kapazitäten von Mitarbeitern und

Maschinen für unerwartete bzw. unregelmäßige Arbeiten. Die adaptierten Öffnungszeiten des ASZ sowie der Bedarf an Mitarbeitern in eben diesen müssen berücksichtigt werden.

Informative Maßnahmen

Informative Maßnahmen zielen auf den direkten Kontakt mit der Bevölkerung ab. Dies kann durch Inserate und Artikel in lokalen Zeitungen sowie durch Postwurfsendungen erreicht werden. Der direkte Kontakt kann am besten in den ASZ hergestellt werden. Dort wird einerseits auf die korrekte Trennung des Sperrmülls geachtet, es können aber auch Informationen zur Mülltrennung im Haushalt direkt vermittelt werden. Durch bewusste Aktionen wie dem Verteilen von kostenlosen Papiersäcken für die Biomüllsammlung oder einem Gratiskontingent an Komposterde kann subtil auf richtiges Trennen im Haushalt hingewiesen werden.

5.2.2 Langfristige Maßnahmen

Die langfristigen Maßnahmen sind verbunden mit größeren Investitionen und bedürfen daher einer ausgedehnteren Planungsphase. Sie zielen auf eine stabile Ausrichtung des Standortes für die Zukunft ab. In Tabelle 16 sind die zwei langfristigen Maßnahmen überblicksartig dargestellt. Anschließend werden diese ausführlich beschrieben.

Tabelle 16: Überblick der langfristigen Maßnahmen

Maßnahme	Begründung / Effekt	Anmerkung
Neubau der MBA	größere Wertschöpfungstiefe, höhere Recyclingquote, Flexibilität für die Zukunft, Steigerung der Erlöse und Reduktion von stoffstrombezogenen Kosten	Investition notwendig, Machbarkeitsstudie beauftragen
Neustrukturierung des ASZ Liezen zu einem Ressourcenpark mit weitem Einzugsgebiet	Service und Austausch mit der Bevölkerung, hohe Sortiertiefe, steigende Recyclingquote, Kosteneffizient (durch Schließung kleiner ASZ)	Investition notwendig, Machbarkeitsstudie beauftragen, Öffentlichkeitsarbeit ist wichtig

Neubau der MBA

In der Analyse des Standortes und der Modellierung der Szenarien sind bereits mehrfach die Vorteile einer Erneuerung der MBA genannt worden. In einem ersten Schritt sollte eine Machbarkeitsstudie über die Neugestaltung basierend auf dem bereits erstellten Modell und den gesammelten Informationen von einem Fachbüro für derartige Anlagenplanungen durchgeführt werden. Von besonderer Bedeutung sind dabei die konkreten Verfahrensfolgen und die eingesetzten Aggregate. Die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Anlagengestaltung sind eine möglichst hohe Ausbringung an Wertstoffen und die flexible Einsatzfähigkeit zur Aufbereitung von Holz, Restmüll und Sperrmüll. Ein hoher Automatisierungsgrad, z.B. durch

die automatisierte Aufgabe (Bunkerband) von Restmüll in den Zerkleinerer, ist erstrebenswert. Die Machbarkeitsstudie sollte auch notwendige bauliche Maßnahmen an der Halle betrachten, die in den bisherigen Untersuchungen ausgeblendet wurden.

Nach dem Erstellen der Studie ist das Ergebnis neuerlich zu bewerten und die konkrete Entscheidung über Durchführung oder Unterlassung des Neubaus zu tätigen. Auf Basis der in dieser Arbeit erstellten Modellierung ist der Neubau zu befürworten. Bei einer positiven Entscheidung sind eine Detailplanung sowie ein konkreter Zeitplan für die Erneuerung festzulegen und die baulichen Maßnahmen an der Halle vorzunehmen. Für die Übergangszeit, in der aufgrund der Erneuerung keine Aufbereitungsanlage zur Verfügung steht, ist eine Lösung für die Behandlung der Abfälle einzuplanen.

Neustrukturierung des ASZ

Bei der Neustrukturierung des ASZ sollte sich der AWW Liezen an der ASZ-Strategie aus dem LAWP orientieren. Die in der Strategie beschriebenen Ressourcenparks zeichnen sich durch eine hohe Sortiertiefe und große Lager- und Manövrierflächen aus (Winter 2019). Das Platzangebot dafür ist am Gelände des AWW Liezen vorhanden. Kleinere Adaptionen und Neustrukturierungen, die ohne bauliche Maßnahmen zu bewerkstelligen sind, wurden im Kapitel 5.2.1 bereits beschreiben.

Für die langfristige Neuplanung des ASZ als Ressourcenpark sollten bereits umgesetzte Projekte anderer Verbände (z.B. Leibnitz, Leoben oder Radkersburg) genau betrachtet und die Erkenntnisse dieser Projekte genutzt werden. Mit der konkreten Planung der Ausgestaltung sollte wiederum ein Fachbüro beauftragt werden. Eine vielversprechende Möglichkeit wäre, hinter der vorhandenen Halle eine weitere Überdachung für die gewerbliche Anlieferung und Verladung zu schaffen und die vorhandene Halle gänzlich für das ASZ zu nutzen. Dadurch würde man eine räumliche Trennung von privater und gewerblicher Anlieferung schaffen. Die Umsetzbarkeit und mögliche Förderungen für dieses Vorhaben sollten im Rahmen einer Feasibility Study geprüft werden.

Der Ressourcenpark soll Platz zur Begegnung und zum Austausch des Verbandes mit der Bevölkerung bieten. Ein Re-Use-Shop kann dabei ebenso dienlich sein wie ein gewisses Platzangebot für Reparatur-Workshops und ähnliche Veranstaltungen. Ein zumindest zeitweise betriebener Imbissstand am Gelände des ASZ könnte ebenso ein Platz des Austausches sein. Dies könnte z.B. extern durch einen Imbisswagen betrieben werden, der an einem Tag in der Woche (z.B. Freitag oder Samstag) den Verkauf von Mahlzeiten und Getränken anbietet und dadurch zum Treffpunkt für die Anrainer wird.

Durch die Schaffung dieser zentralen Anlaufstelle mit attraktiven Öffnungszeiten und großem Angebot zur richtigen Abfalltrennung, könnten kleine, umliegende ASZ geschlossen werden, um dadurch Kosten einzusparen. Bei der Umsetzung dieses Projektes muss die Öffentlichkeitsarbeit ein wesentlicher Teil sein. Nur durch eine aktive Einbindung der Bevölkerung und durch Hervorheben der Vorteile lässt sich ein Widerstand gegen die Schließung von kleinen ASZ Standorten möglichst vermeiden.

Um das gesamte Verbandsgebiet mit dem Ressourcenpark abzudecken, könnte es zweckmäßig sein, zwei bis drei logistisch angebundene kleinere Ressourcenparks einzurichten, um damit alle kleinen ASZ schließen zu können. Aufgrund der geografischen Anbindung zum AWV Schladming könnte eine Kooperation im Bereich der Ressourcenparks erwirkt werden, um strategisch sinnvolle Punkte, die in das Einzugsgebiet beider Verbände fallen (z.B. Gröbming), gemeinsam zu betreiben.

6 Zusammenfassung

Als kommunaler Abfallbehandlungsstandort wurde der Standort des AWW Liezen in seiner Gesamtheit sowie dessen Teilsysteme detailliert betrachtet. Der AWW Liezen betreibt eine Aufbereitung von biogenen Abfällen, eine MBA zur Restmüll-Aufbereitung, eine Deponie, eine Baurestmassenaufbereitung sowie eine Umladung von verschiedenen Abfällen, deren Halle auch als ASZ der Stadt Liezen genutzt wird.

Rechtliche Grundlagen

Als Basis für mögliche Entwicklungsstrategien wurden die für den Standort relevanten rechtlichen Grundlagen erörtert. Die abfallrechtliche Gesetzgebung fußt auf den Grundsätzen des AWG 2002 in Form des Vorsorgeprinzips und der fünfstufigen Abfallhierarchie. Die Definition eines AWW sowie dessen Aufgaben sind im StAWG festgelegt. Zu den primären Aufgaben zählt die Behandlung von Siedlungsabfällen zu organisieren und die Tätigkeiten der Sammlung von Siedlungsabfällen und Problemstoffen der Verbandsgemeinden zu unterstützen (LGBl. Nr. 65/2004 idgF).

Zur Behandlung der Siedlungsabfälle kann ein AWW eigene Einrichtungen betreiben oder diese Aufgabe an andere öffentliche oder berechnigte private Entsorger vergeben (LGBl. Nr. 65/2004 idgF). Die Behandlung von biogenen Abfällen und Restmüll wird in eigenen Anlagen vorgenommen. Bei anderen Abfällen (z.B. Papier, Sperrmüll, etc.) findet eine Umladung und ein anschließender Transport zu einer externen Verwertung statt. Die Aufbereitung von Baurestmassen wird durch ein externes Unternehmen am Standort durchgeführt.

Stoffflussanalyse

Um die gesamten Stoffströme der Anlage darzustellen, kam die Software STAN zur Anwendung. In STAN wurde eine SFA für den gesamten Standort sowie in Subsystemen für jeden Teilbereich durchgeführt. Als Systemgrenze diente dabei die Außengrenze des Standortes, wobei nur Stoffströme mit einer Menge von mehr als zehn Jahrestonnen berücksichtigt wurden. Nach der vollständigen Modellierung aller Prozesse und Stoffflüsse in den Subsystemen wurde das Modell mit der Ebene der Geldflüsse erweitert.

Darstellung von Geldflüssen im STAN (Forschungsfrage 1)

Die Darstellung von Geldflüssen ist in STAN nicht als Standardfunktion vorgesehen. Daher wurde eine Ebene für Energieflüsse eingeführt, in der die Geldflüsse als Energieflüsse (1 € definiert sich als 1 kJ) dargestellt werden können. Durch spezifische Preise bzw. Kosten in €/t erfolgte eine Verknüpfung von Stoffströmen mit Geldflüssen. Zur Darstellung von stoffstromunabhängigen Geldflüssen (z.B. Einnahmenüberschuss) wurden Hilfsflüsse eingefügt, die mit Stoffströmen (z.B. Outputströmen) über einem Faktor 1/1000 in Beziehung gesetzt wurden. Dadurch war es möglich, durch mengenmäßig kleine Stoffströme große Geldflüsse darzustellen. Das Einführen von Kostenstellen als Prozess in jedem Subsystem sowie einer Kostenstelle Verwaltung im Hauptsystem ermöglichte es, zusätzlich fixe und variable Betriebskosten, Transportkosten sowie Kosten für Mitarbeiter übersichtlich abzubilden.

Analyse des Standortes

Die Analyse des Standortes unterteilt sich in eine strategische Analyse, eine finanzielle Analyse sowie die Analyse verschiedener Szenarien, die im Standortmodell simuliert wurden. In der strategischen Analyse wurden eine interne Standortanalyse sowie eine externe Umfeldanalyse durchgeführt und in einer SWOT-Matrix gesammelt, um Strategien daraus abzuleiten. Für die interne Analyse des Standortes erfolgte über mehrere Tage hinweg eine genaue Beobachtung der Prozesse und Arbeitsabläufe, welche durch persönliche Gespräche mit den Mitarbeitern vertieft und kritisch hinterfragt wurde. Für die externe Umfeldanalyse kam die PESTEL-Methode zur Anwendung. Die SWOT-Analyse wurde für den gesamten Standort sowie für jedes Teilsystem einzeln durchgeführt.

Finanzielle Bewertung von Teilsystemen (Forschungsfrage 2)

In der finanziellen Analyse fand eine Gegenüberstellung der einzelnen Teilsysteme in Bezug auf den DB1 und die Marge statt. Darin zeigte sich, dass die Umladung die höchste Marge erzielt. Die Aufbereitung der Baurestmassen ist in beiden Kennzahlen negativ, die Deponie hat einen hohen DB 1, weist jedoch aufgrund hoher FK eine negative Marge auf. Die MBA sowie die Kompostierung erwirtschaften einen Überschuss und liegen mit den Kennzahlen im Mittelfeld. Bei der genauen Aufsplittung der Kosten zeigte sich, dass die Umladung mit einem spezifischen Erlös von über € 80,- je angelieferter Tonne den größten Anteil zum Gesamterlös beiträgt.

Szenarien-Analyse

Die Szenarien-Analyse betrachtet potenzielle zukünftige Veränderungen und deren Auswirkungen auf den Standort. Zur Ermittlung möglicher zukünftiger Einwirkungen wurde ein Mind-Map erstellt, an dessen Astenden sich konkrete Maßnahmen als Reaktion auf diese Veränderungen finden. Diese Maßnahmen wurden im Modell einzeln simuliert und anschließend miteinander zu drei potenziellen Strategien kombiniert.

Aus der Simulation der Einzelszenarien hat sich gezeigt, dass ein Schließen der MBA mit einem Minus von ca. € 294.000 besonders negative Auswirkungen auf die finanzielle Situation des Standortes hat. Positive Auswirkungen zeigen sich durch die Aufbereitung von Sperrmüll in der MBA, welche das Ergebnis um ca. € 96.000 erhöhen könnten. Auch eine Optimierung der Deponie durch Anhebung der Preise und eine Steigerung der eingebrachten Menge wirkt sich positiv aus.

Als vielversprechendste Strategie hat sich die Erneuerung der MBA gezeigt. Durch diese Modernisierung können mehr Wertstoffe aussortiert werden und die Menge an Abfällen für die thermische Verwertung sinkt. Trotz Anschaffungskosten in der Höhe von ca. € 2.800.000 und der damit verbundenen Abschreibung von ca. € 280.000 pro Jahr kann rechnerisch ein Plus von ca. € 80.000 im Vergleich zum derzeitigen Betrieb erwirtschaftet werden. Nicht betrachtet wurden in dieser Berechnung mögliche bauliche Maßnahmen zur Renovierung der Halle. Die Strategie des Neubaus der MBA wurde anschließend weiter optimiert und ein optimistisches sowie ein pessimistisches Szenario für die Zukunft erstellt, um eine Bandbreite möglicher zukünftiger Einnahmen zu erhalten.

Aus der SWOT-Analyse, der Szenarien-Analyse sowie aus der daraus abgeleiteten Strategie ergeben sich mehrere konkrete Maßnahmen, die in Form von Handlungsempfehlungen ausformuliert wurden.

Abgeleitete Maßnahmen (Forschungsfrage 3)

Die kurz- und mittelfristigen Maßnahmen stellen Optimierungen des derzeitigen Betriebes bzw. organisatorischer und verwaltungstechnischer Natur dar. Ein Beispiel dafür ist eine Kreislaufführung des Siebüberlaufs aus der Kompostierung, um mehr Kompost zu erzeugen und weniger Material der thermischen Verwertung zuführen zu müssen. Des Weiteren sollte sich der AWW Liezen aus der Aufbereitung von sortenreinen Baurestmassen zurückziehen, da es keinen Markt für die erzeugten Recycling-Baustoffe gibt.

Als langfristige Maßnahmen stellten sich aus der Analyse zwei konkrete Projekte heraus. Eines ist die Erneuerung der MBA, das Zweite die Neustrukturierung des ASZ. Für beide Projekte sollte möglichst zeitnah eine konkrete Machbarkeitsstudie von einem geeigneten Fachbüro durchgeführt werden. Nach dieser Studie muss eine Entscheidung über die Durchführung oder die Unterlassung der Projekte gefällt und entsprechend dieser Entscheidung müssen weitere Schritte gesetzt werden.

Aus Sicht des Vorsorgeprinzips und der darauf basierenden Abfallhierarchie stellen beide Projekte eine Verbesserung des Status Quo dar. Der AWW Liezen kann seinen Verpflichtungen zur Behandlung von Siedlungsabfällen und der Unterstützung der Gemeinden in deren Sammlung sowie in der Sammlung von Problemstoffen weiterhin bestmöglich nachkommen. Die im AWG 2002 vorgegebene anzustrebende Entsorgungsautarkie wird durch die Umsetzung dieser Projekte weiter gefördert. Die Maßnahmen tragen außerdem zum Erreichen der in der AbfR-RL vorgegebenen Recycling-Quote von Siedlungsabfällen bei. Basierend auf den in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnissen kann die Umsetzung in rechtlicher sowie finanzieller Hinsicht, ungeachtet weiterer nicht betrachteter Einflussfaktoren, empfohlen werden.

7 Verzeichnisse

7.1 Literaturverzeichnis

Aspäck, Sonja (2020): Regionale Analyse und Prognose der Recycling Quotenentwicklung in der Steiermark anhand des RIL-Ternärdiagrammes und Prognose der mittelfristigen Entwicklung. IMKREIST - RG_Reg. Hg. v. Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft. Montanuniversität Leoben in Kooperation mit der Wirtschaftskammer Steiermark und dem Amt der Steiermärkischen Landesregierung. Leoben.

AWV Liezen (2016a-2020): Gesamtmengenreport (GM). interne Aufzeichnung über die monatlichen eingehenden Abfallmengen. Unter Mitarbeit von Dietmar Kraus. Hg. v. AWV Liezen, zuletzt geprüft am 11.08.2021.

AWV Liezen (2016b-2020): Summenreport (SR). Alle Warenbewegungen. Unter Mitarbeit von Dietmar Kraus. Hg. v. Elektronisches Datenmanagement - EDM. Umweltbundesamt, zuletzt geprüft am 11.08.2021.

AWV Liezen (2016c-2020): Umbuchungen (UB). Aufzeichnung über interne Stoffflüsse mittels STAN. Unter Mitarbeit von Dietmar Kraus. Hg. v. AWV Liezen, zuletzt geprüft am 11.08.2021.

AWV Liezen (2021): Rechnungsabschluss. für das Finanzjahr 2020. Hg. v. AWV Liezen, zuletzt geprüft am 19.04.2021.

AWV Liezen (2022): Abfallbehandlungsanlage in Liezen. Online verfügbar unter <https://www.awv.steiermark.at/cms/ziel/43844/DE/>, zuletzt geprüft am 22.02.2022.

BGBI. I Nr. 102/2002 idgF: Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002). AWG 2002, vom 11.12.2021. Fundstelle: ris.bka.gv.at, zuletzt geprüft am 06.02.2022.

BMNT (2017): Bundes-Abfallwirtschaftsplan. 1010 Wien (Band 1). Online verfügbar unter https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/abfall/aws/bundes_awp/bawp.html, zuletzt geprüft am 06.02.2022.

Christina Ablaßer (2021): Preise und Kosten für Import- und Exportströme sowie Transportkosten des AWV Liezen, 14.12.2021. Email an Peter Haslauer.

ÖWAV-Regelblatt 514, 2003: Die Anwendung der Stoffflussanalyse in der Abfallwirtschaft.

Enengel, Maximilian; Fritz, Theresa; Fuchs, Severin; Gruber, Rene; Häring, Lukas; Jamnik, Anna et al. (2022): ULI - Umweltschutzzentrum Liezen. Eine Machbarkeitsstudie. Abschlusspräsentation der Lehrveranstaltung "Projektierung von Entsorgungsanlagen" des Wintersemesters 2022. Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft. Online, 28.01.2022.

Geoinformationssystem (2021): Kataster: Land Steiermark. Online verfügbar unter <https://gis.stmk.gv.at/wgportal/atlasmobile/map/Planung%20-%20Kataster/Kataster>, zuletzt geprüft am 11.12.2021.

IWR (2012): About STAN. Hg. v. TU Wien. Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement. Online verfügbar unter <https://www.stan2web.net/infos/about-stan>, zuletzt geprüft am 11.12.2021.

Johnson, Gerry; Scholes, Kevan; Whittington, Richard (2011): Strategisches Management - Eine Einführung. Analyse, Entscheidung und Umsetzung: Pearson Deutschland GmbH.

LGBI. Nr. 65/2004 idgF: Gesetz über eine nachhaltige Abfall- und Stoffflusswirtschaft in der Steiermark (Steiermärkisches Abfallwirtschaftsgesetz 2004). StAWG 2004, vom 21.12.2016. Fundstelle: www.ris.bka.gv.at.

Müller, Horst (2013): Mind Mapping. 4. Auflage. Stuttgart: Haufe (Haufe TaschenGuide, 122). Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1240495>.

Pinasseau, Antoine; Zerger, Benoit; Roth, Joze; Canova, Michele; Roudier, Serge (2018): Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

RL (EU) 2008/98/EG: Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien. RL (EU) 2008/98/EG, vom 22.11.2008. Fundstelle: EUR-LEX. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32008L0098>, zuletzt geprüft am 06.02.2022.

RL (EU) 2018/851: Richtlinie (EU) 2018/851 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle. RL (EU) 2018/851, vom 14.06.2018. Fundstelle: EUR-LEX. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0851>, zuletzt geprüft am 06.02.2022.

RL (EU) 2018/852: Richtlinie (EU) 2018/852 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle. RL (EU) 2018/852, vom 30.05.2018. Fundstelle: EUR-LEX. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0852>, zuletzt geprüft am 06.02.2022.

Schawel, Christian; Billing, Fabian (2018): SWOT-Analyse. In: Christian Schawel und Fabian Billing (Hg.): Top 100 Management Tools. Das wichtigste Buch eines Managers Von ABC-Analyse bis Zielvereinbarung. 6. Aufl. 2018. Wiesbaden: Springer Gabler (SpringerLink Bücher), S. 331–333.

TBU (2019): Restmüllanalysen im Land Steiermark 2018/19. Unter Mitarbeit von Institut für Abfallwirtschaft (Universität für Bodenkultur), Abfallverbände der Steiermark und

Technisches Büro HAUER Umweltwirtschaft GmbH. Hg. v. TBU Technisches Büro für Umweltschutz GmbH. Auftraggeber: Land Steiermark: Abteilung 14 - Referat Abfallwirtschaft u. Nachhaltigkeit. Innsbruck.

Winter, Ingrid Mag. Dr. (2019): Landes-Abfallwirtschaftsplan Steiermark 2019. Planungsperiode 2019 bis 2024. Unter Mitarbeit von Günter Feldberger, Erich Dipl.-Ing. Gungl, Josef Dipl.-Ing. Mitterwallner, Klaus Przesdzing, Robert Ritter und Heimo Schreibmaier. 8010 Graz. Online verfügbar unter <https://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/beitrag/10177492/136114083>, zuletzt geprüft am 06.02.2022.

7.2 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

AbfR-RL	Abfallrahmen Richtlinie
Abs.	Absatz
allg.	allgemein
ALSAG	Altlastensanierungsbeitrag
ASZ	Abfallsammelzentrum
aufb.	aufbereitet
AWG	Abfallwirtschaftsgesetz
AWV	Abfallwirtschaftsverband
BAT	Best Available Techniques
BAU	Baurestmassenaufbereitung
BAWP	Bundes-Abfallwirtschaftsplan
BE	Betriebsergebnis
Bio	Biomüll
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
DB1	Deckungsbeitrag 1
DEP	Deponie
EBS	Ersatzbrennstoff
EDM	Elektronisches Datenmanagement
Einn.	Einnahmen
etc.	et cetera
ff	fort folgende
FK	Fixkosten
Gem.	Gemeinde
Gew.	Gewerbeordnung
GewO	Gewerbeordnung
GM	Gesamt mengenreport
i.A.	im Allgemeinen
i.d.R.	in der Regel
idgF	in der geltenden Fassung
inkl.	inklusive
LAWP	Landes-Abfallwirtschaftsplan der Steiermark

LKW	Lastkraftwagen
MA	Mitarbeiter
MBA	mechanisch-biologische Aufbereitung
MS	Magnetscheider
MW	Mittelwert
NE	Nichteisen
NIR	Nahinfrarot
PE	Polyethylen
PO	Polyolefine
PP	Polypropylen
RA	Rechnungsabschluss
rec.	recycelt
RM	Restmüll
RV	Rotteverlust
S.d.T.	Stand der Technik
SFA	Stoffflussanalyse
SM	Sperrmüll
sonst.	sonstige(s)
sort.	sortiert
spez.	spezifisch
SR	Summenreport
StAbw	Standardabweichung
StAWG	Steiermärkisches Abfallwirtschaftsgesetz
Stmk.	Steiermark
TK	Transferkoeffizient
Transp.	Transport
u.a.	unter anderem
UB	Umbuchung(en)
UML	Umladung
Verw.	Verwertung
vgl.	vergleiche
VK	variable Kosten
VZÄ	Vollzeitäquivalent
WV	Wasserverband
Z.	Ziffer
z.B.	zum Beispiel

Einheiten

€	Euro
°C	Grad Celsius
a	Jahr
dag	Dekagramm
kg	Kilogramm
kJ	Kilojoule
m ³	Kubikmeter
mm	Millimeter
t	Tonne

7.3 Tabellen

Tabelle 1: Berechnung der mittleren Importmenge von biogenen Abfällen [t/a]	22
Tabelle 2: Transferkoeffizienten des Rotteverlustes (RV)	23
Tabelle 3: Aufteilung der Rotteverluste der Kompostierung nach Rottephasen	23
Tabelle 4: Gegenüberstellung der Einnahmen für Rest- und Biomüll der Verbandsgemeinden	27
Tabelle 5: Auszug aus der Berechnung der Kostenabweichung zwischen RA und Modell des Jahres 2020 für die Verwertung und den Transport von Restmüll	28
Tabelle 6: Auszug aus der Betriebskosten Aufschlüsselung nach Teilsystemen	29
Tabelle 7: Übersicht der Ertrags- und Kostenstruktur des Standortes und der Teilsysteme ..	44
Tabelle 8: spezifische Ertrags- und Kostenstruktur des Standortes und der Teilsysteme	44
Tabelle 9: Aufschlüsselung von fixen und variablen Kosten der Teilsysteme.....	46
Tabelle 10: Berechnung der getrennt gesammelten Wertstoffmenge bei einer 20-prozentigen Abtrennung der Wertstoffe aus dem Restmüll	49
Tabelle 11: Kalkulierte Wertstoffmengen durch bessere Trennung des Sperrmülls (Werte in t)	50
Tabelle 12: Menge und Kosten von neu gewonnenen Stoffströmen des kombinierten Szenario 3 „MBA erneuern“ (Enengel et al. 2022)	53
Tabelle 13: Ergebnisse der Szenarien Analyse als Differenz des Betriebsergebnisses	56
Tabelle 14: Ergebnisse der Strategieoptimierung basierend auf der Neuauslegung der MBA	61
Tabelle 15: Überblick der kurz- und mittelfristigen Maßnahmen	65
Tabelle 16: Überblick der langfristigen Maßnahmen	68
Tabelle 17: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge von biogenen Abfällen	I
Tabelle 18: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge in die mechanische Aufbereitung der MBA	I
Tabelle 19: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge in die biologische Aufbereitung der MBA	II
Tabelle 20: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge von Sperrmüll.....	II
Tabelle 21: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge von Sperr- und Gewerbemüll .	II
Tabelle 22: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge diverser Abfallströme der Umladung (1/2)	III
Tabelle 23: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge diverser Abfallströme der Umladung (2/2)	III

Tabelle 24: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge von Sperrmüll.....	III
Tabelle 25: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge auf die Reststoffdeponie	IV
Tabelle 26: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge auf die Baurestmassendeponie	IV
Tabelle 27: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge auf die Massenabfalldeponie	IV
Tabelle 28: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge von Bodenaushub zur Rekultivierung des Deponiekörpers.....	V
Tabelle 29: Transferkoeffizienten des Rotteverlustes (RV).....	VI
Tabelle 30: Aufteilung der Rotteverluste der Kompostierung nach Rottephasen	VI
Tabelle 31: Umbuchungen vom Lager der Zerkleinerung in die Sortierhalle	VII
Tabelle 32: Transferkoeffizienten des Magnetscheiders 1 der MBA	VII
Tabelle 33: Transferkoeffizienten des Schwingsiebes in der MBA.....	VIII
Tabelle 34: Umbuchungen Holz und Eisen von Bauschutt zur Umladung	IX
Tabelle 35: Transferkoeffizienten der Silofolie	X
Tabelle 36: Umbuchung und TK von Sperrmüll zu Alteisen	X
Tabelle 37: Umbuchung von Sperrmüll zu Altholz	XI
Tabelle 38: Importpreise (Gate Fee) für biogene Abfälle	XII
Tabelle 39: Importpreise (Gate Fee) für Restmüll und Abfälle für die MBA.....	XII
Tabelle 40: Importpreise (Gate Fee) für Abfälle auf die Deponie	XII
Tabelle 41: Importpreise (Gate Fee) für Bauraummassen	XIII
Tabelle 42: Importpreise (Gate Fee) für Sperr- und Gewerbemüll sowie alle weiteren Abfälle des Teilsystems Umladung	XIII
Tabelle 43: ALSAG.....	XIII
Tabelle 44: Erlöse bzw. Kosten sowie Transportkosten für alle exportierten Abfälle bzw. Wertstoffe.....	XIV
Tabelle 45: Gegenüberstellung der Einnahmen laut RA und laut SFA-Modell für die Importflüsse.....	XV
Tabelle 46: Gegenüberstellung der Einnahmen laut RA und laut SFA-Modell für die Exportflüsse	XVII
Tabelle 47: Gegenüberstellung der Ausgaben laut RA und laut SFA-Modell für die Exportflüsse	XVIII
Tabelle 48: Betriebs- und Personalkosten aufgeschlüsselt nach Teilsystemen für das Jahr 2020.....	XX

Tabelle 49: Betriebs- und Personalkosten aufgeschlüsselt nach Teilsystemen für das Jahr 2021	XXI
Tabelle 50: Kosten der Verwaltung	XXIII
Tabelle 51: Einnahmen der Verwaltung	XXIII
Tabelle 52: Übersicht der Ertrags- und Kostenstruktur des Standortes und der Teilsysteme für das optimierte Szenario einer neuen MBA	XXX
Tabelle 53: spezifische Ertrags- und Kostenstruktur des Standortes und der Teilsysteme für das optimierte Szenario einer neuen MBA	XXX
Tabelle 54: Aufschlüsselung von fixen und variablen Kosten der Teilsysteme für das optimierte Szenario einer neuen MBA	XXX
Tabelle 55: Mengen und Kennzahlen für die optimistische Erweiterung	XXXI
Tabelle 56: Mengen und Kennzahlen für die optimistische Erweiterung	XXXI

7.4 Abbildungen

Abbildung 1: Standortübersicht des AWV Liezen, Bildquelle: eigene Darstellung (Geoinformationssystem 2021)	15
Abbildung 2: Schematische Darstellung der Aufbereitung von biogenen Abfällen	16
Abbildung 3: Schematische Darstellung der mechanischen Aufbereitung der MBA	17
Abbildung 4: Biologische Aufbereitungsstufe der MBA	18
Abbildung 5: Halle der Umladung und des ASZ, Bildquelle: Homepage AWV Liezen (AWV Liezen 2022)	19
Abbildung 6: Hauptebene der Biomüll-Aufbereitung	22
Abbildung 7: Subsystem der Aufbereitung biogener Abfälle in der Güterebene	24
Abbildung 8: Geldflüsse eines Jahres für die MBA auf Basis der Stoffflüsse	26
Abbildung 9: Geldflüsse der MBA inkl. Kostenstellen, Transport- und Betriebskosten und Löhnen der Arbeiter für das Jahr 2020	30
Abbildung 10: Darstellung der Geldflüsse im Subsystem Verwaltung für das Modell 2020 ...	31
Abbildung 11: Graphische Darstellung der Teilsysteme in Bezug auf Marge und DB1	45
Abbildung 12: Grafische Aufschlüsselung von fixen und variablen Kosten der Teilsysteme in Prozent des spezifischen Umsatzes	46
Abbildung 13: Grafische Aufschlüsselung der spezifischen Kosten der Teilsysteme	47
Abbildung 14: Mind-Map mit möglichen Zukunftsszenarien und daraus abgeleiteten Maßnahmen	48
Abbildung 15: Gegenüberstellung von DB1 und Marge des Standortes derzeit und nach der optimierten Erneuerung der MBA	62

Abbildung 16: Aufschlüsselung der spezifischen Kosten je Teilsystem für die optimierte Erneuerung der MBA.....	62
Abbildung 17: Auswirkung von optimistischen sowie pessimistischen Szenarien auf die Teilsysteme.....	64
Abbildung 18: SFA (Bild 1) und Geldflussanalyse (Bild 2) für den gesamten Standort....	XXXII
Abbildung 19: Stoff- und Geldflussanalyse der biogenen Abfälle (Bild 1: SFA Lager, Bild 2: SFA Aufbereitung, Bild 3: Geldfluss Lager, Bild 4: Geldfluss Aufbereitung).....	XXXIII
Abbildung 20: Stoff- und Geldflussanalyse der MBA (Bild 1: SFA Aufbereitung, Bild 2: SFA Lager, Bild 3: Geldfluss Lager, Bild 4: Geldfluss Aufbereitung).....	XXXIV
Abbildung 21: SFA (Bild 1) und Geldflussanalyse (Bild 2) der Deponie	XXXV
Abbildung 22: SFA (Bild 1) und Geldflussanalyse (Bild 2) der Baurestmassen-Aufbereitung	XXXVI
Abbildung 23: SFA (Bild 1) und Geldflussanalyse (Bild 2) der Umladung	XXXVII
Abbildung 24: Geldflussanalyse der Verwaltung.....	XXXVIII
Abbildung 25: SFA (Bild 1) und Geldflussanalyse (Bild 2) für den gesamten Standort...	XXXIX
Abbildung 26: Stoff- und Geldflussanalyse der biogenen Abfälle (Bild 1: SFA Lager, Bild 2: SFA Aufbereitung, Bild 3: Geldfluss Lager, Bild 4: Geldfluss Aufbereitung).....	XL
Abbildung 27: Stoff- und Geldflussanalyse der MBA (Bild 1: SFA Aufbereitung, Bild 2: SFA Lager, Bild 3: Geldfluss Lager, Bild 4: Geldfluss Aufbereitung).....	XLI
Abbildung 28: SFA (Bild 1) und Geldflussanalyse (Bild 2) der Deponie	XLII
Abbildung 29: SFA (Bild 1) und Geldflussanalyse (Bild 2) der Umladung	XLIII
Abbildung 30: Geldflussanalyse der Verwaltung.....	XLIV

Anhang

Anhang 1: Durchschnittliche Importflüsse

In den nachfolgenden Tabellen finden sich die Importdaten aller betrachteter Abfallströme des AWV Liezen über die Perioden 2016 bis 2020 sowie der berechnete MW und die StAbw dieser Perioden. In den Tabellen durchgestrichene Werte wurden aufgrund der starken Abweichung vom MW als Ausreißer aus der Berechnung ausgenommen. Als Datengrundlage fungierten der SR aller Warenbewegungen aus dem EDM des Umweltbundesamtes (AWV Liezen 2016b-2020) sowie der interne GM (AWV Liezen 2016a-2020). Die konkrete Datenquelle des einzelnen Imports findet sich in der jeweiligen Tabelle. Stoffströme, die von einem Teilsystem in ein anderes überführt werden, sind in den Importtabellen nicht berücksichtigt. Die Werte sind in Tonnen pro Jahr [t/a] angegeben.

Import Aufbereitung biogener Abfälle

Tabelle 17: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge von biogenen Abfällen

	Biomüll	Laub- / Gras- schnitt	Strauchwerk Gem. Privat	Strauchwerk Gew.	Summe
2016	3602	377	167	41	4187
2017	3580	370	244	60	4224
2018	3724	291	869	52	4936
2019	3906	345	634	44	4929
2020	4115	448	752	53	5368
MW	3 785	366	752	50	5 078
StAbw σ	201	51	96	7	205
Quelle	SR	SR	SR	SR	

Import MBA

Tabelle 18: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge in die mechanische Aufbereitung der MBA

	RM Liezen	RM Murau	RM WV Aussee	RM Mürz	Sieb- überlauf	Sonst. Abfall	Summe
2016	8224	3267	1591		993	142	14217
2017	8298	3233	1620		681	137	13969
2018	8174	3326	1674		1044	73	14291
2019	7896	3267	1688		1032	147	14030
2020	7982	3270	1696	387	662	162	14159
MW	8 115	3 273	1 654	387	882	132	14 133
StAbw σ	151	30	41	0	173	31	118
Quelle	SR	SR	SR	SR	SR	SR	

Tabelle 19: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge in die biologische Aufbereitung der MBA

	Straßenkehrrecht in MBA	Sandfang	Summe
2016	322	86	408
2017	322	11	333
2018	533	52	585
2019	511	102	613
2020	817	95	912
MW	501	69	570
StAbw σ	182	34	201
Quelle	SR	SR	

Import Umladung und ASZ

Tabelle 20: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge von Sperrmüll

	SM Gemeinde	SM Murau	SM Liezen	SM WV Aussee	SM privat	Summe SM
2016	1939	1057	333	282	145	3756
2017	1966	1314	352	335	140	4107
2018	1993	1156	368	370	164	4051
2019	2134	1197	368	385	233	4317
2020	2200	1239	357	395	224	4415
MW	2 046	1 193	356	353	181	4 129
StAbw σ	102	86	13	41	40	229
Quelle	SR	SR	SR	SR	SR	

Tabelle 21: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge von Sperr- und Gewerbemüll

	Summe SM	Friedhof- abfälle	Gewerbe- müll (GM)	Bau- stellen- abfälle	Summe (SM+GM)	GM Energie AG
2016	3756	27	332	117	4232	
2017	4107	38	350	80	4575	
2018	4051	34	411	61	4557	
2019	4317	37	419	66	4839	531
2020	4415	41	501	41	4998	500
MW	4 129	35	403	62	4 640	516
StAbw σ	229	5	60	14	263	16
Quelle		SR	SR	SR		SR

Tabelle 22: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge diverser Abfallströme der Umladung (1/2)

	Silofolien	Altpapier	Holz	Alteisen	Alttextil	Elektronik
2016	177	3943	1308	772	239	60
2017	178	3924	1183	739	266	64
2018	207	3923	1215	803	251	61
2019	210	3728	1306	859	249	63
2020	197	3895	1607	969	243	57
MW	194	3 883	1 324	828	250	61
StAbw σ	14	79	150	81	9	2
Quelle	GM	SR	SR	SR	SR	GM

Tabelle 23: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge diverser Abfallströme der Umladung (2/2)

	Reifen mit Felge	Reifen ohne Felge	Rückst. Kanalreinigung	Klär-schlamm	Rechen-gut	Rechen-gut Murau
2016	1,6	27,4	70	2081	198	70
2017	2,8	25,1	80	4968	186	50
2018	3,4	29,9	57	2086	252	66
2019	1,2	45,3	42	1013	247	68
2020	2	47	70	922	260	34
MW	2,2	34,9	64	968	229	58
StAbw σ	0,8	9,3	13	46	30	14
Quelle	SR	SR	SR	SR	SR	SR

Import Baurestmassen

Tabelle 24: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge von Sperrmüll

	Bauschutt Zwischen-lager	Bauschutt sortenrein	Asphalt-aufbruch	Beton-abbruch	Summe
2016	826	12502	352	9645	23325
2017	705	4662	346	705	6418
2018	1084	18997	795	3761	24637
2019	688	13187	276	563	14714
2020	1418	11482	724	1703	15327
MW	944	12 390	499	1 683	16 884
StAbw σ	276	858	216	1 278	6 607
Quelle	SR	SR	SR	SR	

Import Deponie

Tabelle 25: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge auf die Reststoffdeponie

	Bettasche	Bettasche stark alkalisch	Flugasche	Holzasche	Strohasche	Pfannenbeton
2016						
2017	1150					
2018	1446					
2019	10890					
2020	448	442	237	183	46	67
MW	1 015	442	237	183	46	67
StAbw σ	513	0	0	0	0	0
Quelle	SR	SR	SR	SR	SR	SR

Tabelle 26: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge auf die Baurestmassendeponie

	Asbest	Mineralfaser	Gipsschlamm	Sonst. Verunreinigter Bodenaushub
2016	84		16	
2017	82	3	9	
2018	50	20	19	
2019	87	22	21	
2020	93	21	27	664
MW	79	21	18	664
StAbw σ	15	1	6	0
Quelle	SR	SR	SR	SR

Tabelle 27: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge auf die Massenabfalldeponie

	Sandfang	Straßenkehrriecht	Rückstände Kanal	Sonst. Metallhydroxid-schlämme	Pfannenausbruch
2016	79	450	82		
2017	83	12	147		
2018	81	49	129		
2019	103	25	83		
2020	122	14	116	61	116
MW	94	25	111	61	116
StAbw σ	17	15	26	0	0
Quelle	SR	SR	SR	SR	SR

Tabelle 28: Berechnung der durchschnittlichen Importmenge von Bodenaushub zur Rekultivierung des Deponiekörpers

	Bodenaushub
2016	82
2017	323
2018	237
2019	504
2020	420
MW	313
StAbw σ	146
Quelle	SR

Anhang 2: Berechnung der TK und interner Stoffströme

Die TK berechnen sich aus dem Verhältnis von Ausgangsfluss zu Eingangsfluss in einem Prozess, in dem es zu einer Aufteilung von einem oder mehreren Stoffströmen kommt. Für einige Prozesse konnte dies anhand vorhandener Daten aus dem SR (AWV Liezen 2016b-2020), der GM (AWV Liezen 2016a-2020) oder interne Aufzeichnungen über UB (AWV Liezen 2016c-2020) konkret berechnet werden. Andere Prozesse sowie insbesondere interne Stoffströme, wurden mengenmäßig bisher nicht erfasst. Daher kommen Schätzungen basierend auf Erfahrungswerten und iterativen Versuchen im bereits fertigen Modell zur Anwendung. Interne Stoffflüsse berechnen sich entweder aus den TK oder aus Mittelwerten der UB aus den Perioden 2016-2020. In den nachfolgenden Tabellen sind interne Stoffströme und berechnete TK angeführt. Mengenangaben in den Tabellen beziehen sich auf Tonnen pro Jahr [t/a], TK sind dimensionslos [-].

Aufbereitung biogener Abfälle

Tabelle 29: Transferkoeffizienten des Rotteverlustes (RV)

	Summe Import Bio	RV gesamt	TK RV / Import
2016	4187	2720	0,65
2017	4224	2420	0,57
2018	4936	2510	0,51
2019	4929	2610	0,53
2020	5368	2900	0,54
MW	5 078	2 632	0,56
StAbw σ	205	167	0,05
Quelle	SR	UB	

Da es keine Aufzeichnungen zu den einzelnen Rotteverlusten der Rottephasen gibt, wurde hierfür eine Abschätzung getroffen (siehe Tabelle 30)

Tabelle 30: Aufteilung der Rotteverluste der Kompostierung nach Rottephasen

	RV Tunnel	RV Halle	RV Nachrotte	Summe
TK	0,2	0,27	0,25	0,562*
Menge	991	1070	723	2784

* Berechnung der Summe (Formel 5):

$$TK = 1 - (1 - 0,2) * (1 - 0,27) * (1 - 0,25) = 0,568 \quad (5)$$

Für die Siebung mittels Trommelsieb wurde für die TK eine Abschätzung getroffen, da es keine Daten zu den abgeseibten Mengen gibt. Die TK wurden für den ersten Siebdurchgang (30 mm) mit 0,15 und für den zweiten Siebdurchgang (10 mm) mit 0,1 jeweils +/- 10% festgelegt.

Da die Aufzeichnungen zur Änderung des Lagerbestandes beim Kompost rein auf Schätzungen basieren, wurde diese so angenommen, dass die berechnete Verkaufsmenge mit jener aus dem SR übereinstimmt.

Mechanisch-biologische Aufbereitung

Die Umbuchung vom Lager der Zerkleinerung auf die Sortierhalle basiert auf den durchschnittlichen Daten laut UB aus den vergangenen Perioden. Diese sind in Tabelle 31 ersichtlich. Um Welche Abfälle es sich dabei konkret handelt ist nicht bekannt.

Tabelle 31: Umbuchungen vom Lager der Zerkleinerung in die Sortierhalle

	Summe RM	Umb. SM
2016	14217	-
2017	13969	260
2018	14291	210
2019	14030	230
2020	14159	80
MW	14 133	195
StAbw σ	118	69
Quelle	SR	UB

Der MW und StAbw wurden durch die gesamte durchschnittliche Restmüllmenge dividiert, um einen TK zu erhalten.

$$TK (RM - SM) = \frac{195 \pm 69}{14133 \pm 118} = 0,014 \pm 0,005 \quad (6)$$

Beim ersten Trennaggregat in der MBA handelt es sich um einen Überbandmagnetscheider. Da in dieses Aggregat sowohl Holz als auch Restmüll von ferromagnetischem Material getrennt werden und es keine getrennte Erfassung von Outputdaten gibt, werden die Trennkoeffizienten für beide Materialien gemeinsam ermittelt (siehe Tabelle 32).

Tabelle 32: Transferkoeffizienten des Magnetscheiders 1 der MBA

	Summe RM	Holz in MBA	Summe	Magnet-schrott	TK MS 1
2016	14217	1802	16019	218	0,0136
2017	13969	1392	15361	229	0,0149
2018	14291	1453	15744	231	0,0147
2019	14030	1708	15738	226	0,0144
2020	14159	1841	16000	247	0,0154
MW	14 133	1 639	15772	230	0,0146
StAbw σ	118	183	238	9	0,0006
Quelle	SR	UML		SR	

Für Holzabfälle wurde dieser TK direkt übernommen. Der Siebüberlauf des Restmülls erfährt nach der Siebung eine zweite Magnetabscheidung, daher wird als Schätzung angenommen, dass der erste Magnetscheider zwei Drittel der gesamten Menge an Magnetschrott abführt und der zweite Magnetscheider das letzte Drittel. Der TK für den Restmüll berechnet sich wie folgt:

$$TK(RM, MS1) = (0,0146 \pm 0,0006) * \frac{2}{3} = 0,0097 \pm 0,0004 \quad (7)$$

Als zweites Trennaggregat kommt ein Schwingsieb zum Einsatz. Dieses trennt den Restmüll in Siebüberlauf und Feinfraktion bei einer Körnung von 50 mm. Als Datenbasis für die Berechnung dienen die gesamte Eingangsmenge an Restmüll, verringert um die im ersten Magnetscheider abgeschiedene Menge an Magnetschrott (siehe Formel 8), und die Outputmengen der Feinfraktion zur Verbrennung, da zwischen 2016 und 2019 die Feinfraktion nicht der biologischen Rotte, sondern direkt einer Wirbelschichtverbrennung zugeführt wurde. Der ermittelte TK bezieht sich damit auf den Siebdurchgang (Feinfraktion).

$$RM - MS1 = \text{Summe RM} * (1 - 0,0097) \quad (8)$$

Tabelle 33: Transferkoeffizienten des Schwingsiebes in der MBA

	RM – MS1	Feinfraktion	TK Schwing-sieb
2016	14079	6513	0,463
2017	13834	6320	0,457
2018	14152	5695	0,402
2019	13894	6141	0,442
2020	14022	2280	0,163
MW	13 975	6 167	0,441
StAbw σ	123	303	0,023
Quelle		SR	

Für die Berechnung des TK der zweiten Magnetabscheidung wird das verbleibende Drittel des TK der MS1 durch den Kehrwert des TK Schwingsieb dividiert. Formel 9 verdeutlicht dies:

$$TK(MS2) = \frac{(0,0146 \pm 0,0006) * \frac{1}{3}}{1 - 0,441 \pm 0,023} = 0,0087 \pm 0,0007 \quad (9)$$

Als letztes Trennaggregat der MBA kommt ein mobiles Trommelsieb zum Einsatz. Dieser Trennkoeffizient basiert auf einer Schätzung und wurde mit 0,2 +/- 10 % (+/- 0,02) festgelegt.

Zum Trocknungsverlust finden sich zwar Daten in der UB jedoch basieren diese ebenfalls nur auf Schätzungen und sind daher wenig aussagekräftig. Für den Siebüberlauf wird ein Trocknungsverlust von 3 %, bezogen auf die Outputmenge des Magnetscheiders 2, angewendet.

Für den Rotteverlust der MBA Rotte wird ein TK von 0,3 angenommen, bezogen auf den Input aus dem Schwingsieb. Stoffströme wie z.B. Straßenkehricht, die erst beim Einbringen in die Rotte beigemischt werden, bleiben unberücksichtigt.

Baurestmassenaufbereitung und Deponie

Bei der Aufbereitung von Bauschutt gibt es laut UB eine Umbuchung für Eisen und Holz. Diese wird zur einfacheren Darstellung auf den Prozess Sperrmüll & Gewerbemüll in der Umladung umgebucht und zu gleichen Teilen auf die weitere Umbuchung von Holz und Eisen aufgeteilt.

Tabelle 34: Umbuchungen Holz und Eisen von Bauschutt zur Umladung

	Umbuchung	Bauschutt sortenrein
2016	-	12502
2017	120	4662
2018	90	18997
2019	120	13187
2020	70	11482
MW	100	12 390
StAbw σ	21	858
Quelle	UB	SR

Aufgrund der großen Volatilität der eingehenden Baurestmassen wurde der TK aus dem MW und der StAbw der Umbuchung dividiert durch den MW des Bauschuttes (siehe Formel 10) berechnet.

$$TK (BS) = \frac{100}{12390} + \frac{21}{12390} = 0,008 \pm 0,002 \quad (10)$$

Die Änderung der Lagerwerte der Baurestmassen sowie die Umbuchung auf die Deponie zur Verwendung im Deponiebau sind Schätzwerte.

Deponie

Auf der Deponie gibt es keine TK oder Umbuchungen die zu berechnen sind.

Umladung und ASZ

Einen sehr kleinen Stofffluss stellen die Reifen mit Felgen dar. Diese werden derzeit durch ein lokales Unternehmen voneinander getrennt und anschließend den jeweiligen Abfalllagern zugeführt. Als TK wurde hierfür 0,5 angenommen.

Silofolien werden nach der Anlieferung mit einem Bagger sortiert. Die sortenreinen Folien werden zu Ballen gepresst und verkauft, verschmutzte Folien und Fremdstoffe landen im Lager für Sperr- und Gewerbemüll. Zur Berechnung des TK wurden die Import- und Exportflüsse der Silofolien herangezogen (siehe Tabelle 35). Der TK berechnet sich aus der Differenz dividiert durch den Import.

Tabelle 35: Transferkoeffizienten der Silofolie

	Import	Export	Differenz	TK Silofolie
2016	177	128	49	0,28
2017	178	193	-15	-0,08
2018	207	142	65	0,31
2019	210	48	162	0,77
2020	197	114	83	0,42
MW	194	125	66	0,34
StAbw σ	14	47	17	0,08
Quelle	SR	SR		

Der angelieferte Sperr- und Gewerbemüll wird manuell mittels eines Baggers sortiert. Bei privaten Sperrmülllieferungen geschieht dies teilweise auch durch die anliefernden Personen. Dadurch müssen vom Sperrmüll abgetrennte Wertstoffe wie Holz und Metall in Form einer Umbuchung den richtigen Abfallklassen zugeordnet werden. Als Datenbasis werden hierfür die Import- und Exportflüsse aus dem SR verwendet. Beim Alteisen muss weiters die Umbuchung von den Felgen und den Baurestmassen berücksichtigt werden (siehe Tabelle 36). Die Differenz von Export und der Summe der Importströme stellt die Umbuchung vom Sperrmüll zum Alteisen dar.

Tabelle 36: Umbuchung und TK von Sperrmüll zu Alteisen

	Import Alteisen	Felgen	Eisen Baurest	Export Alteisen	Differenz	Summe SM	TK SM zu Alteisen
2016	772	0,8	0	985	212	3756	0,056
2017	739	1,4	60	937	137	4107	0,033
2018	803	1,7	45	868	48	4051	0,005
2019	859	0,6	60	1080	160	4317	0,037
2020	969	1,0	35	1134	129	4415	0,029
MW	828	1,1	50,0	1 001	142	4 129	0,033
StAbw σ	81	0,4	10,6	96	16	229	0,004
Quelle	SR	SR	UB	SR		SR	

Bei der Berechnung der Umbuchung für das Altholz ist bei der Exportmenge laut SR die zuvor abgetrennte Menge an Magnetschrott hinzuzufügen, um die richtige Eingangsmenge in die MBA zu erhalten. Es muss außerdem das Altholz aus der Baurestmassen-Aufbereitung berücksichtigt werden. Die Differenz stellt die UB vom Sperrmüll zum Altholz dar und berechnet sich wie in Formel 11 dargestellt:

$$UB (SM - Holz) = Export + Magnetschrott - Import - UB aus Baurest \quad (11)$$

Tabelle 37: Umbuchung von Sperrmüll zu Altholz

	Import Altholz	Holz Baurest	Magnet- schrott Altholz	Export Altholz	Differen- z	Summe SM	TK SM zu Altholz
2016	1308	0	26	1781	499	3756	0,133
2017	1183	60	20	1375	152	4107	0,037
2018	1215	45	21	1436	197	4051	0,049
2019	1306	60	25	1688	347	4317	0,080
2020	1607	35	27	1819	204	4415	0,046
MW	1 324	50,0	23	1 620	280	4 129	0,053
StAbw σ	150	10,6	2	181	128	229	0,016
Quelle	SR	UB	MBA	SR		SR	

Alle weiteren Importflüsse der Umladung und des ASZ werden nur gelagert und verlassen den Standort als Exportfluss wieder. Unter der Annahme, dass sich die Lagerstände über einem längeren Zeitraum konstant verhalten, werden die Exportströme den Importströmen gleichgesetzt.

Anhang 3: Preise und Kosten

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Importpreise der angenommenen Abfallklassen (Tabelle 38 bis Tabelle 43) sowie die Kosten bzw. Erlöse sowie die Transportkosten für alle exportierten Abfälle bzw. Wertstoffe (Tabelle 44). Datenquelle: (Christina Ablaßer 2021)

Tabelle 38: Importpreise (Gate Fee) für biogene Abfälle

Abfallart	Preis [€/t]
Biomüll	€ 52,00
Laub- und Grasschnitt	€ 52,00
Strauchwerk Gemeinde + privat	€ 10,00
Strauchwerk gewerblich	€ 52,00

Tabelle 39: Importpreise (Gate Fee) für Restmüll und Abfälle für die MBA

Abfallart	Preis [€/t]
Restmüll Liezen	€ 149,80
Restmüll Murau	€ 151,67
Restmüll Aussee	€ 149,80
Restmüll Mürztal	€ 149,80
Siebüberlauf Schladming (Feinfraktion)	€ 98,00
Straßenkehrrecht in MBA	€ 85,00
Sandfang in MBA	€ 89,00
Sonst. Abfall	€ 159,00

Tabelle 40: Importpreise (Gate Fee) für Abfälle auf die Deponie

Abfallart	Preis [€/t]	Bemerkung
Bettasche Agglofer	€ 2,31	
Bettasche Agglofer stark alkalisch	€ 23,20	
Flugasche und Stäube	€ 23,12	
Holzasche	€ 28,00	
Strohasche	€ 23,12	
Asbest Abfälle	€ 85,00	
künstliche Mineralfaser	€ 144,00	
Ofenausbruch (Pfannenbeton, Pfannenausbruch)	€ 22,00	ohne ALSAG
Sandfang auf Deponie	€ 89,00	
Straßenkehrrecht auf Deponie	€ 49,00	
Rückstände aus Kanalreinigung auf Deponie	€ 89,00	
sonst. Metall-Hydroxidschlämme	€ 29,00	ohne ALSAG
Gippschlamm	€ 54,00	
Bodenaushub (nicht verunreinigt)	€ 1,11	
sonst. Verunreinigte Böden	€ 22,00	
Bodenaushub (nicht verunreinigt) auf Reststoffdeponie	€ 46,50	
MBA Rotte auf Deponie (intern)	€ 49,00	fiktiver Preis

Tabelle 41: Importpreise (Gate Fee) für Bauraummassen

Abfallart	Preis [€/t]
Bauschutt Zwischenlager	€ 54,00
Bauschutt sortenrein	€ 10,00
Asphaltbruch	€ 5,00
Betonabbruch	€ 10,00

Tabelle 42: Importpreise (Gate Fee) für Sperr- und Gewerbemüll sowie alle weiteren Abfälle des Teilsystems Umladung

Abfallart	Preis [€/t]	Bemerkung
Sperrmüll Gemeinden	€ 149,80	
Sperrmüll Murau	€ 151,67	
Sperrmüll Liezen	€ 149,80	
Sperrmüll Wasserverband Aussee	€ 149,80	
Sperrmüll privat	€ 149,80	
Friedhofabfälle	€ 148,00	
Gewerbemüll	€ 159,00	
Gewerbemüll Energie AG	€ 10,00	
Baustellenabfälle (gemischt)	€ 159,00	
Altpapier	€ 75,00	
Altholz zur Verwertung	€ 89,00	
Alteisen	€ 0,00	
Alttextilien	€ 0,00	
Silofolie sortenrein	€ 49,00	
Reifen ohne Felgen	€ 195,00	
Reifen mit Felgen	€ 186,00	2,50 €/Stück
Elektronikschrott	€ 0,00	
Rückstände aus der Kanalreinigung	€ 89,00	
Klärschlamm	€ 84,00	
Rechengut	€ 189,00	

Tabelle 43: ALSAG

Abfallart	Preis [€/t]
Reststoffdeponie	€ 20,60
Baurestmassendeponie	€ 9,80
Massenabfalldeponie	€ 29,80

Tabelle 44: Erlöse bzw. Kosten sowie Transportkosten für alle exportierten Abfälle bzw. Wertstoffe

Abfallart	Erlös [€/t]	Kosten [€/t]	Transportkosten [€/t]	Bemerkung
Biogenes				
Verkauf Kompost	€ 10,90			
MBA				
Siebüberlauf zur Verbrennung		€ 88,96		450 €/Fuhre
Feinfraktion nach Nicklasdorf		€ 53,86	€ 25,00	
Magnetschrott	€ 77,70		€ 0,00	Transport inkl.
Altholz zur Verwertung	€ 24,00		€ 0,00	Transport inkl.
Umladung				
Sperrmüll und Gewerbeabfall		€ 107,96		330 €/Fuhre; 180€/Fuhre (Murau)
Gewerbemüll Energie AG		€ 0,00	€ 0,00	Transport inkl.
Silofolie sortenrein	€ 35,00		€ 0,00	Eigentransport
Altpapier	€ 137,97		€ 0,00	Eigentransport
Alteisen	€ 254,00		€ 0,00	Transport inkl.
Reifen (ohne Felge)		€ 130,00	€ 0,00	Eigentransport
Alttextil	€ 210,00		€ 0,00	Eigentransport
Elektronikschrott		€ 0,00		Infrastruktur- entgelt (1. Halbjahr 2021 € 1069)
Klärschlamm		€ 88,96	-	
Rechengut		€ 98,40		650 €/Fuhre

Anhang 4: Gegenüberstellung von Einnahmen und Ausgaben laut RA und Modell

Nachfolgend sind die Einnahmen und Ausgaben aus dem Rechnungsabschluss jenen Positionen gegenübergestellt, die sich aus dem SFA-Modell ergeben. Tabelle 45 zeigt die importseitigen Einnahmen, Tabelle 46 die exportseitigen.

Tabelle 45: Gegenüberstellung der Einnahmen laut RA und laut SFA-Modell für die Importflüsse

Kostenstelle	Einnahmen laut RA	Einnahmen laut Modell	Bemerkung
Abfälle Nichtgemeinden			
Abfälle Nichtgemeinden (RA)	€ 581 100		
Siebüberlauf		€ 64 900	
Gewerbe		€ 79 700	
Energie AG		€ 5 000	
Baustellenabfälle		€ 6 500	
Altpapier		€ 101 500	26,06 €/t im Jahr 2020
Altholz		€ 143 000	
Silofolie		€ 9 700	
Reifen		€ 9 500	
Bauschutt		€ 114 800	
Asphaltbruch		€ 3 600	
Betonabbruch		€ 17 000	
Summe	€ 581 100	€ 555 200	
Rest- und Biomüll Gemeinden			
RM & Bio Gemeinden (RA)	€ 1 687 700		
RM Liezen		€ 1 195 700	
RM Aussee		€ 254 100	
Bio gesamt		€ 247 600	
Summe	€ 1 687 700	€ 1 697 400	
Sperrmüll Gemeinden			
SM Gemeinden (RA)	€ 381 500		
SM Gemeinden		€ 329 600	
SM Liezen		€ 0	Gratisanlieferung für Anrainer
SM WV		€ 57 400	
Summe	€ 381 500	€ 387 000	

Tabelle 45b: Fortsetzung Gegenüberstellung der Einnahmen laut RA und laut SFA-Modell für die Importflüsse

Kostenstelle	Einnahmen laut RA	Einnahmen laut Modell	Bemerkung
Fremdanlieferung			
SM & RM Fremdanlieferung (RA)	€ 728 400		
SM Murau (RA)	€ 2 600		
RM Murau		€ 496 000	
RM Mürz		€ 58 000	
SM Murau		€ 187 800	
Rechengut Murau		€ 7 500	
Summe	€ 731 000	€ 749 300	
Deponiebetrieb			
Deponiebetrieb (RA)	€ 208 900		
Deponie Direkt		€ 86 400	
Bauschutt Zwischenlager		€ 76 600	
Summe	€ 208 900	€ 163 000	
Sperrmüll WV Aussee			
SM Wasserverband (RA)	€ 60 800		
SM Wasserverband		€ 57 400	
Summe	€ 60 800	€ 57 400	
Sonstiges			
Leistungen Barzahler (RA)	€ 69 100		
sonst. Abfälle Gemeinden (RA)	€ 170 700		
SM privat		€ 33 600	
Straßenkehrrecht MBA		€ 69 500	
Sandfang MBA		€ 8 500	
sonst. Abfälle		€ 25 800	
Friedhofabfälle		€ 6 100	
Rückstände Kanal		€ 6 200	
Klärschlamm		€ 77 400	
Rechengut		€ 49 100	
Summe	€ 239 800	€ 276 200	
Einnahmen Import gesamt			
Gesamtsumme Import	€ 3 890 800	€ 3 885 500	

Tabelle 46: Gegenüberstellung der Einnahmen laut RA und laut SFA-Modell für die Exportflüsse

Kostenstelle	Einnahmen laut RA	Einnahmen laut Modell	Bemerkung
Abtransport Altholz			
Abtransport SM / Altholz (RA)	€ 94 300		
Einnahmen Branchenrecycling (RA)	€ 195 900		
Veräußerung Altmaterial (RA)	€ 268 000		
Veräußerung von Waren (RA)	€ 106 100		
Veräußerung Erzeugnisse unbar (RA)	€ 8 700		
Altholz zur Verwertung		€ 0	
Magnetschrott		€ 17 900	
Alteisen		€ 205 900	Preis -30 % für 2020
Alttextil		€ 51 000	
Silofolie		€ 4 500	
Altpapier		€ 375 800	Preis -30 % für 2020
Verkauf Kompost		€ 16 600	
Summe Export	€ 673 000	€ 671 700	
Gesamte Einnahmen des Standortes			
Gesamtsumme	€ 4 563 800	€ 4 557 700	Differenz: - € 6 600

Tabelle 47: Gegenüberstellung der Ausgaben laut RA und laut SFA-Modell für die Exportflüsse

Kostenstelle	Ausgaben laut RA	Ausgaben laut Modell	Differenz	Bemerkung
Restmüll				
Transport & Verw. RM	€ 1 079 100			
Siebüberlauf zur Verbrennung		€ 736 800		
Transport		€ 250 200		450 € / Fuhre (15 t / Fuhre)
Summe	€ 1 079 100	€ 987 000	€ 92 100	
Sperrmüll				
Transport & Verw. SM & Gewerbemüll	€ 703 700			
SM und Gewerbe zur Verbr.		€ 526 300		
Transport		€ 94 200		330 € / Fuhre; 180 € / Fuhre Murau (15 t / Fuhre); Annahme: 25% Murau
Summe	€ 1 079 100	€ 615 200	€ 83 200	
Klärschlamm				
Transport & Verw. KS	€ 90 800			
Verwertung Klärschlamm		€ 70 100		
Transport		€ 20 700		Berechnet aus Differenz RA und Modell
Summe	€ 90 800	€ 90 800	€ 0	€ 0, da Differenz als Transportkosten angenommen
Rechengut				
Transport & Verw. Rechengut	€ 62 700			
Verwertung Rechengut		€ 28 900		
Transport		€ 12 730		650 € / Fuhre (15 t / Fuhre)
Summe		€ 41 630		

Tabelle 47b: Fortsetzung Gegenüberstellung der Ausgaben laut RA und laut SFA-Modell für die Exportflüsse

Kostenstelle	Ausgaben laut RA	Ausgaben laut Modell	Differenz	Bemerkung
ALSAG				
ALSAG RA	€ 46 200			
ALSAG Modell		€ 113 700		
Summe	€ 46 200	€ 113 700	-€ 67 500	
Wiedergewonnenes Material				
Transport & Verw. wiedergewonnenes Material	€ 681 500			
Bauschutt Aufbereitung		€ 129 000		Annahme: 10 € / t
Mineralwolle pressen und folieren		€ 2 280		Annahme: 20 € / t
Fixkosten Verwertung		€ 20 000		Annahme z.B. ASZ, Kleinmengen, etc.
Elektroschrott Infrastruktur		€ 2 140		1. HJ 2021 €1069
Feinfraktion nach Niklasdorf		€ 122 800		
Transport Feinfraktion		€ 57 000		25 € / t
Altholz		€ 63 000		
Reifen		€ 6 200		
Transport von wiedergewonnenem Material		€ 251 760		34,05 € / t* für Altholz, Reifen, Altpapier, Alttextil, Silofolie
Summe	€ 681 500	€ 597 180	€ 84 320	
Summe Export	€ 2 617 800	€ 2 337 120	€ 280 690	

* Die Transportkosten für diese Güter basieren auf der Berechnung der kalkulatorischen Transportkosten nach dem folgenden Schema:

Bringt man von den gesamten Kosten für Transport und Verwertung laut RA (€ 2.617.800) die Verwertungskosten laut Stoffstromanalyse ohne Transportkosten (€ 1.821.220) in Abzug so erhält man als Differenz die potenziellen Transportkosten in der Höhe von € 842.780. Dividiert man nun die potenziellen Transportkosten durch die gesamte Exportmenge laut SR (26.682 t) so ergibt sich die kalkulatorischen Transportkosten von € 31,59 pro Tonne.

Anhang 5: Zuweisung der Betriebskosten und Personalkosten an die Teilsysteme

Die Zuweisung der Betriebskosten basierend auf dem RA (AWV Liezen 2021), die mittels Abschätzung von Umschlagfaktoren durchgeführt wurde, findet sich in Tabelle 48.

Tabelle 48: Betriebs- und Personalkosten aufgeschlüsselt nach Teilsystemen für das Jahr 2020

	Gesamt- kosten	BIO	MBA	UML	BAU	DEP	Allg.	FK / VK
Verbrauchsgüter								
Treibstoffe	€ 87 700	0,20	0,40	0,30	0,05	0,05		VK
sonst. Verbrauchsgüter	€ 12 700	0,20	0,50	0,30				VK
Strom	€ 72 700	0,10	0,75	0,05			0,10	VK
Instandhaltung								
Maschinen und Anlagen	€ 46 200	0,15	0,85					1/2 VK, 1/2 FK
Fahrzeuge	€ 42 000	0,15	0,45	0,30	0,05	0,05		1/2 VK, 1/2 FK
LKW	€ 67 100		0,10	0,85		0,05		1/2 VK, 1/2 FK
Deponie	€ 28 500					1,00		FK
Deponie								
Sickerwasser	€ 63 300					1,00		FK
Abschreibungen								
Gebäude	€ 123 200	0,20	0,50	0,20			0,10	FK
(Ab-)Wasser	€ 4 300					1,00		FK
Sonderanlagen	€ 19 000					1,00		FK
Technische Anlagen / Fahrzeuge	€ 161 200	0,15	0,64	0,15	0,03	0,03		FK

Tabelle 48b: Fortsetzung Betriebs- und Personalkosten aufgeschlüsselt nach Teilsystemen für das Jahr 2020

	Gesamt- kosten	BIO	MBA	UML	BAU	DEP	Allg.	FK / VK
Summe Betriebskosten								
	€ 727 900	€ 89 400	€ 325 603	€ 152 210	€ 11 321	€ 129 776	€ 7 270	
Davon Fixkosten	€ 472 100	€ 55 435	€ 197 208	€ 83 638	€ 5 886	€ 122 664	€ 7 270	
Davon variable Kosten	€ 243 480	€ 33 965	€ 128 395	€ 68 573	€ 5 435	€ 7 113	0	
Bezugsmenge 2020 [t]		5 368	14 906	11 993	-	6 474		
VK je Tonne		€ 6,33	€ 8,61	€ 5,72		€ 1,10		
Personalkosten								
Arbeiter (10,63 VZÄ)		1	4,63	3	0,5	1,5		
Löhne	€ 597 299	€ 56 190	€ 260 160	€ 168 570	€ 28 095	€ 84 285		FK

* Die Betriebskosten der Baurestmassen Aufbereitung werden aufgrund der geringen Höhe pauschal als FK angenommen

In Tabelle 49 sind die geschätzten Betriebskosten für 2021 mit den erhöhten Preisen für Treibstoffe und Strom und höheren Instandhaltungs- und Abschreibungsaufwand resultierend aus einer Neuanschaffung eines LKWs. Die Personalkosten wurden ebenso um 3% erhöht.

Tabelle 49: Betriebs- und Personalkosten aufgeschlüsselt nach Teilsystemen für das Jahr 2021

	Gesamt- kosten	BIO	MBA	UML	BAU	DEP	Allg.	FK / VK
Verbrauchsgüter								
Treibstoffe (2021 +25%)	€ 109 625	0,20	0,40	0,30	0,05	0,05		VK
sonst. Verbrauchsgüter	€ 12 700	0,20	0,50	0,30				VK
Strom (2021 +10%)	€ 79 970	0,10	0,75	0,05			0,10	VK

Tabelle 49b: Fortsetzung Betriebs- und Personalkosten aufgeschlüsselt nach Teilsystemen für das Jahr 2021

	Gesamt- kosten	BIO	MBA	UML	BAU	DEP	Allg.	FK / VK
Instandhaltung								
Maschinen und Anlagen	€ 46 200	0,15	0,85					1/2 VK, 1/2 FK
Fahrzeuge	€ 42 000	0,15	0,45	0,30	0,05	0,05		1/2 VK, 1/2 FK
LKW (2021 +50%)	€ 100 650		0,10	0,85		0,05		1/2 VK, 1/2 FK
Deponie	€ 28 500					1,00		FK
Deponie								
Sickerwasser	€ 63 300					1,00		FK
Abschreibungen								
Gebäude	€ 123 200	0,20	0,50	0,20			0,10	FK
(Ab-)Wasser	€ 4 300					1,00		FK
Sonderanlagen	€ 19 000					1,00		FK
Technische Anlagen / Fahrzeuge (2021 +25%)	€ 201 500	0,15	0,64	0,15	0,03	0,03		FK
Summe Betriebskosten								
	€ 830 945	€ 100 557	€ 368 973	€ 193 714	€ 13 626	€ 133 759	€ 7 997	
Davon Fixkosten	€ 529 902	€ 61 480	€ 224 678	€ 103 941	€ 7 095	€ 124 711	€ 7 997	
Davon variable Kosten	€ 288 723	€ 39 077	€ 144 295	€ 89 772	€ 6 531	€ 9 048	0	
Erhöhung VK im Vergleich zu 2020 [%]		15,05%	12,38%	30,92%	20,36%	27,21%		
VK je Tonne		€ 7,28	€ 9,68	€ 7,49		€ 1,40		
Personalkosten								
Arbeiter (10,63 VZÄ)		1	4,63	3	0,5	1,5		
Löhne (2021 + 3 %)	€ 615 218	€ 57 876	€ 267 964	€ 173 627	€ 28 938	€ 86 814		FK

* Die Betriebskosten der Baurestmassen Aufbereitung werden aufgrund der geringen Höhe pauschal als FK angenommen

Anhang 6: Kosten und Einnahmen der Verwaltung

In Tabelle 50 sind die Kosten, in Tabelle 51 die Einnahmen der Verwaltung ersichtlich.

Tabelle 50: Kosten der Verwaltung

Kostenposition	Kosten
Handelswaren	€ 44 400
Büromaterial	€ 5 200
Druckwerke	€ 4 900
Versicherungen	€ 39 400
sonst. Betriebsaufwand	€ 12 800
Instandhaltung	€ 11 600
Steuern & Abgaben	€ 39 600
Repräsentation	€ 900
Reisen	€ 8 700
sonst. Leistungen	€ 176 400
Finanzaufwand	€ 3 600
Abschreibungen	
Immateriälgüter	€ 600
Infrastruktur	€ 17 700
Betriebsausstattung	€ 53 300
Summe	€ 419 100
Übertrag Allg. aus Anlagenbetrieb	€ 7 270
Summe	€ 426 370
Personalaufwand (8,11 VZÄ), 2020	€ 455 701
Gesamtkosten inkl. Personal	€ 882 071

Tabelle 51: Einnahmen der Verwaltung

Einnahmenposition	Einnahmen
Abgeltungsverordnung	€ 91 700
Sonst. Einnahmen	€ 112 400
Transferertrag	€ 28 000
Auflassung von Rückstellungen Urlaube	€ 13 000
Zinsertrag	€ 2 900
Summe	€ 248 000

Anhang 7: SWOT-Analysen

In den nachfolgenden Matrizen finden sich die Ergebnisse der SWOT-Analyse des Standortes und dessen Teilsystemen.

<p>SWOT Analyse zum gesamten Standort</p>	<p style="text-align: center;">Stärken</p> <p>Langjährige Mitarbeiter mit guten Kenntnissen über die Anlage und die Arbeitsabläufe, Geringe Koordination notwendig (jeder weiß was zu tun ist), Keine Anlagenüberlastung, Kurze Wege in der Anlage, Großes Platzangebot am Areal</p>	<p style="text-align: center;">Schwächen</p> <p>Fortgeschrittenes Alter einiger Anlagen ohne nennenswerte Erneuerungen, Wenig automatisiert (interner Transport durch Radlader), Wenig strukturierte Arbeitsabläufe (tageweise Einteilung was zu tun ist)</p>
<p style="text-align: center;">Chancen</p> <p>Bessere Trennung durch stärkeres Einbinden der Bevölkerung (steigende Sensibilität für Umweltschutz), Entsorgungsautarkie (Partner für umliegende AWV), Vorschreibung an Produzenten zum Einsatz von recycelten Materialien, Konstante bis leicht steigende Mengen an Siedlungsabfällen, Neue Technologien</p>	<p>Kurze Wege nutzen um Automatisierung von Anlagen zu erhöhen, Platzangebot ausnutzen und Raum für Begegnung von Mitarbeitern und Bevölkerung schaffen um über richtiges Trennen zu informieren.</p>	<p>Neue Sortiertechniken nutzen zur größeren Wertstoffausbeute, Verkauf von wiedergewonnenen Wertstoffen an Produzenten</p>
<p style="text-align: center;">Risiken</p> <p>Wegfallen von Abfallströmen (Mürztal, Murau, Schladming), Große Lagermengen (hoher Platzverbrauch), Maßnahmenpakete zur Abfallvermeidung (BAWP) führen zu sinkenden Mengen, Verlagerung des Transportes auf die Schiene, Erfüllung der Recyclingquote für Siedlungsabfälle (65% bis 2035)</p>	<p>Langfristige Partnerschaften eingehen um Liefermengen zu sichern (Murau, Schladming)</p>	<p>Abläufe besser strukturieren um effizienter zu arbeiten und Lagermengen zu reduzieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anlieferung und Abholung mit Zulieferern besser koordinieren, - Standardisierter Wochenarbeitsplan mit Spielraum für unerwartetes, <p>Anlage erneuern, um Recyclingquoten erfüllen zu können</p>

	Stärken	Schwächen
SWOT Analyse der Aufbereitung biogener Abfälle	Produktion von Kompost Klasse A mit gutem Absatz, Mobile Aggregate sind flexibel einsetzbar, Gute Prozesskenntnis vorhanden	Wasser von Biomüll-Lager kann nicht ordentlich abfließen (Abfluss unter dem Haufen verstopft), Leerzeiten von Radlader wegen geringen Durchsatzes, Arbeitsunterbrechungen durch andere Ladetätigkeiten, Siebüberlauf > 30mm zur Verbrennung
Chancen		
Steigende Mengen von Bioabfall (durch bessere Trennung des Restmülls)		Lager anpassen um besseren Wasserabfluss zu gewährleisten (z.B. schräge Rampe mit integrierten Rinnen), Durch trockeneres Material höherer Durchsatz möglich und dadurch größere Mengen bewältigbar
Risiken		
Höheres Störstoffaufkommen durch „Biokunststoffe“	Verstärkte Vermarktung in Kleinmengen (ev. Gratiskontingent) an Privatpersonen mit gleichzeitiger Bewusstseinsbildung für richtiges Mülltrennen, Durch bessere Müllqualität bessere Kompostqualität	Siebüberlauf im Kreis führen um biologischen Kunststoffen und groben Strauchwerk mehr Zeit zum Verrotten zu geben, Windsichtung des Siebüberlaufes zur Kunststoffabscheidung

SWOT Analyse der MBA	Stärken	Schwächen
<p>Chancen</p> <p>Durch neue sowie bewährte Sortiertechniken erhöhte Wertstoffausbringung erreichen (NE-Abscheider, NIR), Hohe Rohstoffpreise für Wertstoffe, Bessere Trennung des Restmülls (geringerer Heizwert der MBA Rotte), Ausbau der Automatisierung</p>	<p>Einbau eines Wechsellaufförderbandes bei der ersten Magnetscheidung und Aufstellen eines zweiten Eisencontainers um gute Eisenqualität des Holzes (und potenziell des Sperrmülls) nutzen zu können um höhere Erlöse zu erzielen.</p>	<p>Verwendung neuer Apparate (NE-Abscheider, Ballistischer Separator, NIR) zur Steigerung der Wertstoffausbringung, Durch Teilautomatisierung von der Aufgabe können Mitarbeiter und Radlader entlastet und Leerlauf vermieden werden</p>
<p>Risiken</p> <p>Größere Reparaturen könnten in den nächsten Jahren anfallen, Erfüllung von Recyclingquoten bei Siedlungsabfällen (65% bis 2035), Sinkende Mengen durch bessere Trennung, Weniger Wertstoffe im Abfall, Trend geht von der Deponierung zur biologischen Trocknung und thermischen Verwertung</p>	<p>Nutzung von freien Kapazitäten und der geteilten Lagerfläche zur Aufbereitung von Sperrmüll um Wertstoffe abzutrennen, Recycling Anteile erhöhen und Entsorgungskosten zu senken</p>	<p>Neuplanung und Neubau der Anlage, dadurch Vermeidung von übermäßiger Instandhaltung und größere Wertstoffausbringung, Durch neues Anlagendesign weniger Störstoffe in biologischer Rotte und dadurch geringerer Heizwert, Ausschleusen von Verpackungen um Quote für Sammel- und Verwertungssysteme zu erhöhen (gegen Bezahlung)</p>

	Stärken	Schwächen
SWOT Analyse der Umladung und des ASZ	Großes potenzielles Platzangebot, Breite Infrastruktur vorhanden (Halle), Kompetente MA	Keine fixen Mitarbeiter am ASZ (zumeist jemand vor Ort, jedoch mit Manövrierarbeit oder ähnlichen Arbeiten beschäftigt), Private und gewerbliche Anlieferung zeitgleich und am gleichen Ort, geringe Park- und Ladefläche, Brandgefahr durch große Lagermengen, Es findet kaum Beratung zur richtigen Trennung bei privater Anlieferung statt, Teilweise sehr kleine Sammelbehälter für einzelne Abfallarten
<p style="text-align: center;">Chancen</p> <p>ASZ-Strategie der Stmk.: Ressourcenparks forcieren (mit Möglichkeiten zur Reparatur und zum Re-Use) Erreichen einer größeren Bevölkerungsschicht durch eine steigende Sensibilität für richtiges Trennen, Anpassung der Öffnungszeiten und Erweiterung des Einzugsgebietes, Hohe Rohstoffpreise</p>	Bessere Trennung direkt bei der Anlieferung durch Instruktionen von Mitarbeitern, Platzangebot nutzen um ASZ auszubauen (inkl. Re-Use Shop und eventuell ein Imbissstand als Ort der Begegnung), Änderung der Öffnungszeiten des ASZ angepasst an Berufstätige	Neustrukturierung des ASZ mit Orientierung in Richtung Ressourcenpark mit Verkehrskonzept, ordentliche Beschriftung, mehr Platz zur Privatentladung, fixen Mitarbeitern, etc. Gewerbliche Anlieferung raus aus dem ASZ
<p style="text-align: center;">Risiken</p> <p>Widerstand gegen Veränderungen und Verärgerung in der Bevölkerung (durch das Schließen von kleinen ASZ), Wirtschaftliche Stabilität auf den Erlösen von Wertstoffen aufbauen, Widerstand von Mitarbeitern gegen eine Änderung der Arbeitszeit (Fr Nachmittag, Sa), Steigende Anzahl verschiedener Abfallarten</p>	Durch gute Aufklärungsarbeit und Hervorstreichen der Vorteile (z.B. der angepassten Öffnungszeiten) sowie Aktionen für die Bevölkerung (z.B. kostenlose Papiersäcke für Biomüll) dem Widerstand entgegenwirken, Widerstand von Mitarbeitern mit attraktiven Arbeitszeitmodellen entgegenwirken	Lagermengen reduzieren, um Brandgefahr und Manövrierarbeit zu verringern, Größere und mehr Container zur besseren Trennung von verschiedenen Abfällen aufstellen

	Stärken	Schwächen
<p>SWOT Analyse der Baurestmassen- Aufbereitung</p>	<p>Anlieferung in verschiedene Wertstoffklassen (Asphaltbruch, Betonbruch, Bauschutt sortenrein), Abtrennung von Alteisen und Holz, Externe Aufbereitung, Während des Neubaus der Deponie gute Einsatzmöglichkeit des Materials</p>	<p>Große Lagerbestände (angeliefert und aufbereitet), Kein Vertrieb von Recyclingbaustoffen (ohne Abnahme der Aufbereiteten Baustoffe kein wesentlicher Nutzen der Aufbereitung bzw. Problem der Lagerung)</p>
<p>Chancen</p> <p>Verkauf von qualitativen Recyclingbaustoffen</p>	<p>Suchen von Partnern in der Baubranche um Recycling-Baustoffe zu verkaufen, Verkauf von reinen Ziegelbruch im Gartenbau und als Ziegelsand für Sportplätze (z.B. Tennisplätze)</p>	
<p>Risiken</p> <p>Fehlender Markt bzw. Marktzugang für Recyclingbaustoffe</p>		<p>Annahme von Baurestmassen unterlassen und Rückzug aus diesem Geschäftsfeld (mit Ausnahmen von Baurestmassen für die Deponie und in Kleinmengen im ASZ)</p>

SWOT Analyse der Deponie	Stärken Alte Deponie teilweise als Zwischenlager genutzt, Neue Deponien (Reststoff-, Baurest- und Massenabfalldeponie) mit verschiedenen Kompartimenten, Große vorhandene Kapazitäten, Verwendung interner Stoffströme für Bau- und Rekultivierungsmaßnahmen	Schwächen Einbau Zeitintensiv mit LKW und Radlader, Größter Abfallstrom aus eigener Anlage (MBA Rotte), Wenig externe Anlieferung
<p style="text-align: center;">Chancen</p> <p>Annahme von größeren Mengen externer Anlieferer möglich, Sinkende Kapazitäten von (Massenabfall-) Deponien in der Stmk.</p>	<p>Neue (langfristige) Partnerschaften mit externen Anlieferern eingehen</p>	<p>Kooperation mit lokalen Transportunternehmen eingehen für regelmäßigen Transport von Material auf die Deponie (z.B. monatlich 2-3 LKW für einen Tag), oder Anschaffung eines eigenen LKW (3-Achs Kippers) für die Deponie</p>
<p style="text-align: center;">Risiken</p> <p>Erfüllen des Heizwertkriteriums für die Deponierung von MBA Rotte, Trend weg von der Deponierung hin zur Verbrennung</p>	<p>Erneuerung der MBA, um die Kriterien für die Deponierung langfristig erfüllen zu können, Möglichkeit zum Umschwenken auf biologische Trocknung und thermische Verwertung</p>	

Anhang 8: Finanzielle Kennzahlen für das optimierte Modell des Szenarios einer Erneuerung der MBA

Optimiertes Szenario

In den nachfolgenden Tabellen finden sich alle notwendigen Finanzdaten des optimierten Modells für die Erneuerung der MBA. Die Daten dienen der Finanzanalyse und für die Erstellung der daraus resultierenden Diagramme wie im Kapitel 4.2 beschrieben.

Tabelle 52: Übersicht der Ertrags- und Kostenstruktur des Standortes und der Teilsysteme für das optimierte Szenario einer neuen MBA

	Import [t]	Umsatz [€/a]	Gesamtkosten [€/a]	Fixkosten [€/a]	Erlös [€/a]
Biogenes	5554	€ 275 146	€ 176 773	€ 119 356	€ 98 373
MBA	19769	€ 3 055 976	€ 2 547 464	€ 772 642	€ 508 512
Umladung	7272	€ 1 302 808	€ 468 514	€ 326 506	€ 834 294
Deponie	8082	€ 153 218	€ 222 835	€ 211 525	-€ 69 617
Standort	37120	€ 4 787 148	€ 4 253 609	€ 2 268 052	€ 533 539

Tabelle 53: spezifische Ertrags- und Kostenstruktur des Standortes und der Teilsysteme für das optimierte Szenario einer neuen MBA

	spez. Umsatz [€/t]	spez. FK [€/t]	VK [€/t]	spez. Erlös [€/t]	Marge [%]	DB1 [%]
Biogenes	€ 49,54	€ 21,49	€ 10,34	€ 17,71	36 %	79 %
MBA	€ 154,58	€ 39,08	€ 89,78	€ 25,72	17 %	42 %
Umladung	€ 179,15	€ 44,90	€ 19,53	€ 114,73	64 %	89 %
Deponie	€ 18,96	€ 26,17	€ 1,40	-€ 8,61	-45 %	93 %
Standort	€ 128,96	€ 61,10	€ 53,49	€ 14,37	11 %	59 %

Tabelle 54: Aufschlüsselung von fixen und variablen Kosten der Teilsysteme für das optimierte Szenario einer neuen MBA

	Fixe BK [€/t]	FK Arbeiter [€/t]	VK Anlage [€/t]	VK Stoffstrom [€/t]	Transport [€/t]	spez. Erlös [€/t]
Biogenes	€ 11,07	€ 10,42	€ 7,28	€ 3,06	€ 0,00	€ 17,71
MBA	€ 25,07	€ 14,01	€ 11,62	€ 60,84	€ 17,32	€ 25,72
Umladung	€ 17,04	€ 27,86	€ 7,49	€ 7,04	€ 5,00	€ 114,73
Deponie	€ 15,43	€ 10,74	€ 1,40	€ 0,00	€ 0,00	-€ 8,61
Standort	€ 30,75	€ 30,35	€ 9,05	€ 34,24	€ 10,20	€ 14,37

Optimistische Erweiterung des Modells

Tabelle 55: Mengen und Kennzahlen für die optimistische Erweiterung

	Import [t]	Marge [%]	DB1 [%]
Biogenes	5554	36 %	79 %
MBA	19769	17 %	42 %
Umladung	7272	64 %	89 %
Deponie	10955	-4 %	94 %
Standort	39993	12 %	59 %

Pessimistische Erweiterung des Modells

Tabelle 56: Mengen und Kennzahlen für die optimistische Erweiterung

	Import [t]	Marge [%]	DB1 [%]
Biogenes	5554	36 %	79 %
MBA	19769	11 %	37 %
Umladung	7272	61 %	88 %
Deponie	8082	-90 %	90 %
Standort	37120	5 %	55 %

Anhang 9: Darstellung der Stoff- und Geldflussanalyse des allgemeinen Modells

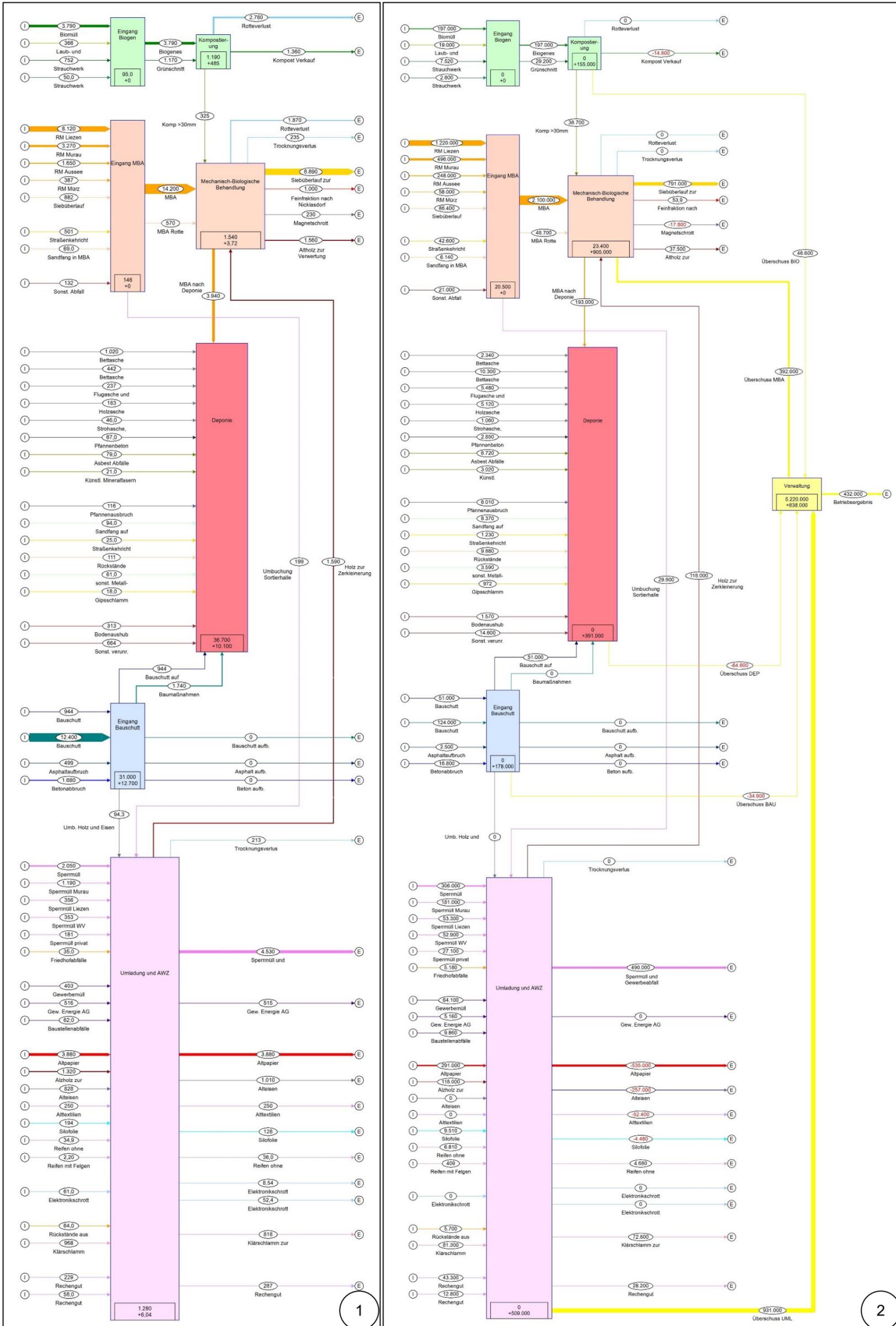


Abbildung 18: SFA (Bild 1) und Geldflussanalyse (Bild 2) für den gesamten Standort

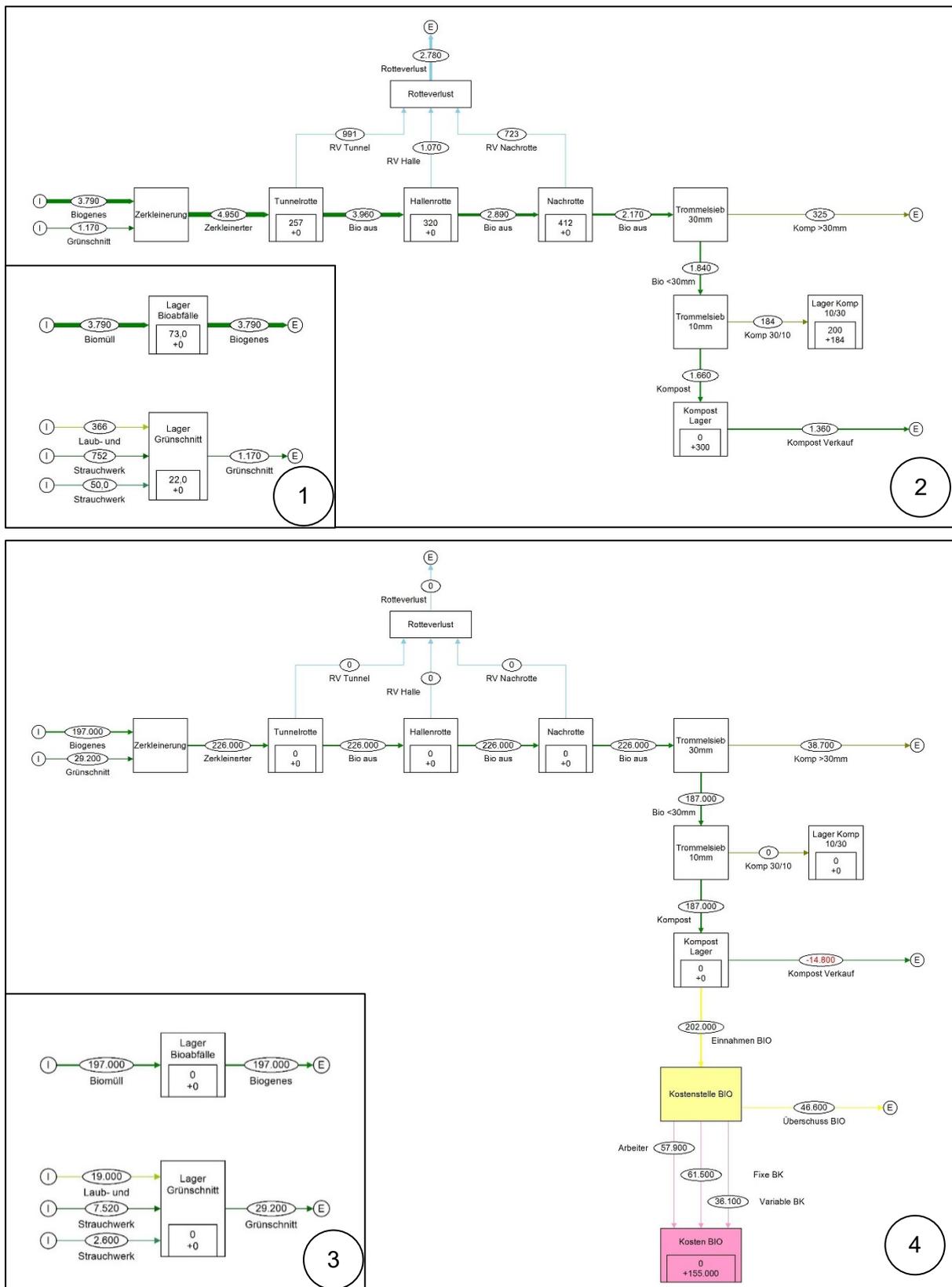


Abbildung 19: Stoff- und Geldflussanalyse der biogenen Abfälle (Bild 1: SFA Lager, Bild 2: SFA Aufbereitung, Bild 3: Geldfluss Lager, Bild 4: Geldfluss Aufbereitung)

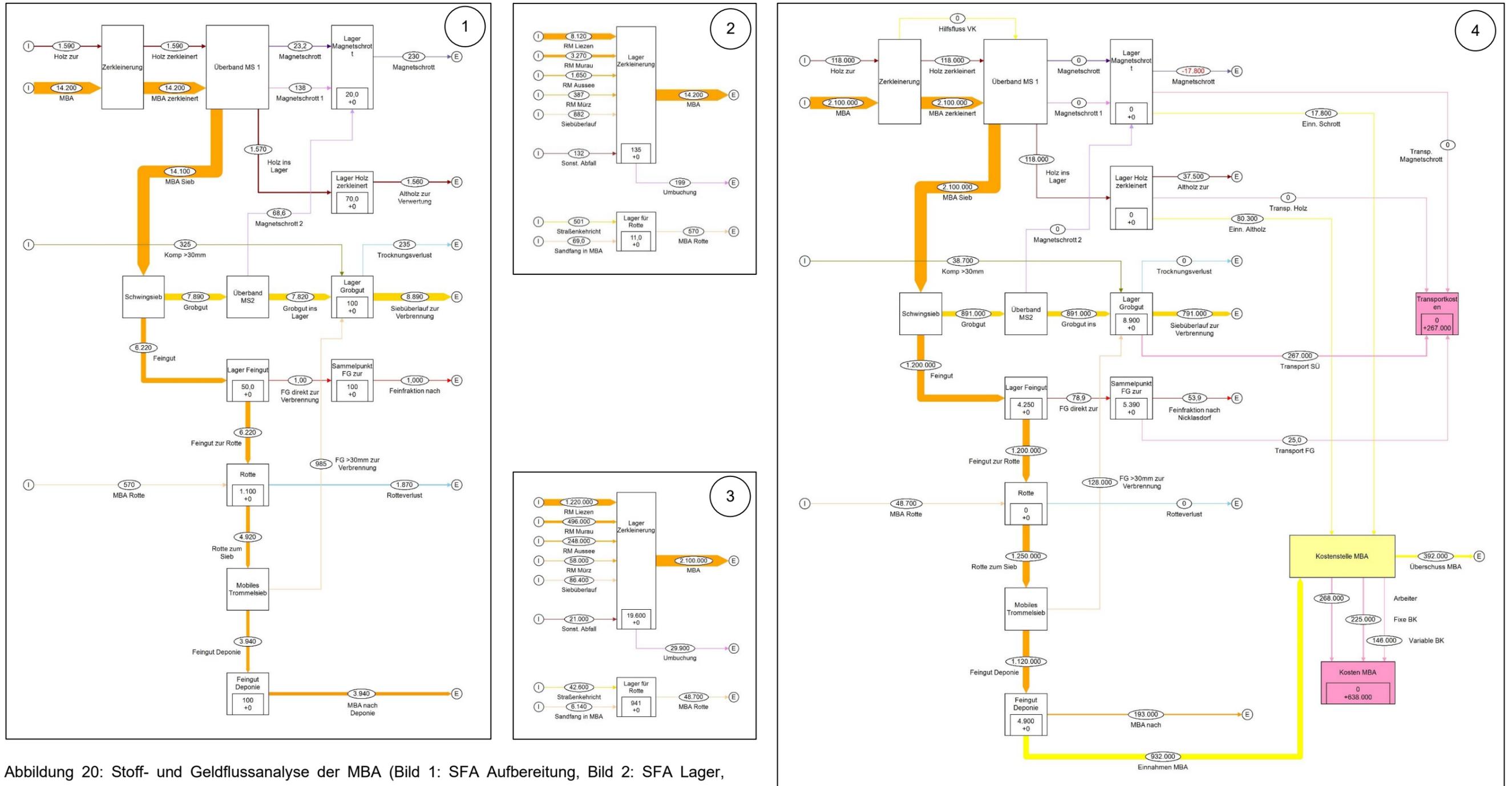


Abbildung 20: Stoff- und Geldflussanalyse der MBA (Bild 1: SFA Aufbereitung, Bild 2: SFA Lager, Bild 3: Geldfluss Lager, Bild 4: Geldfluss Aufbereitung)

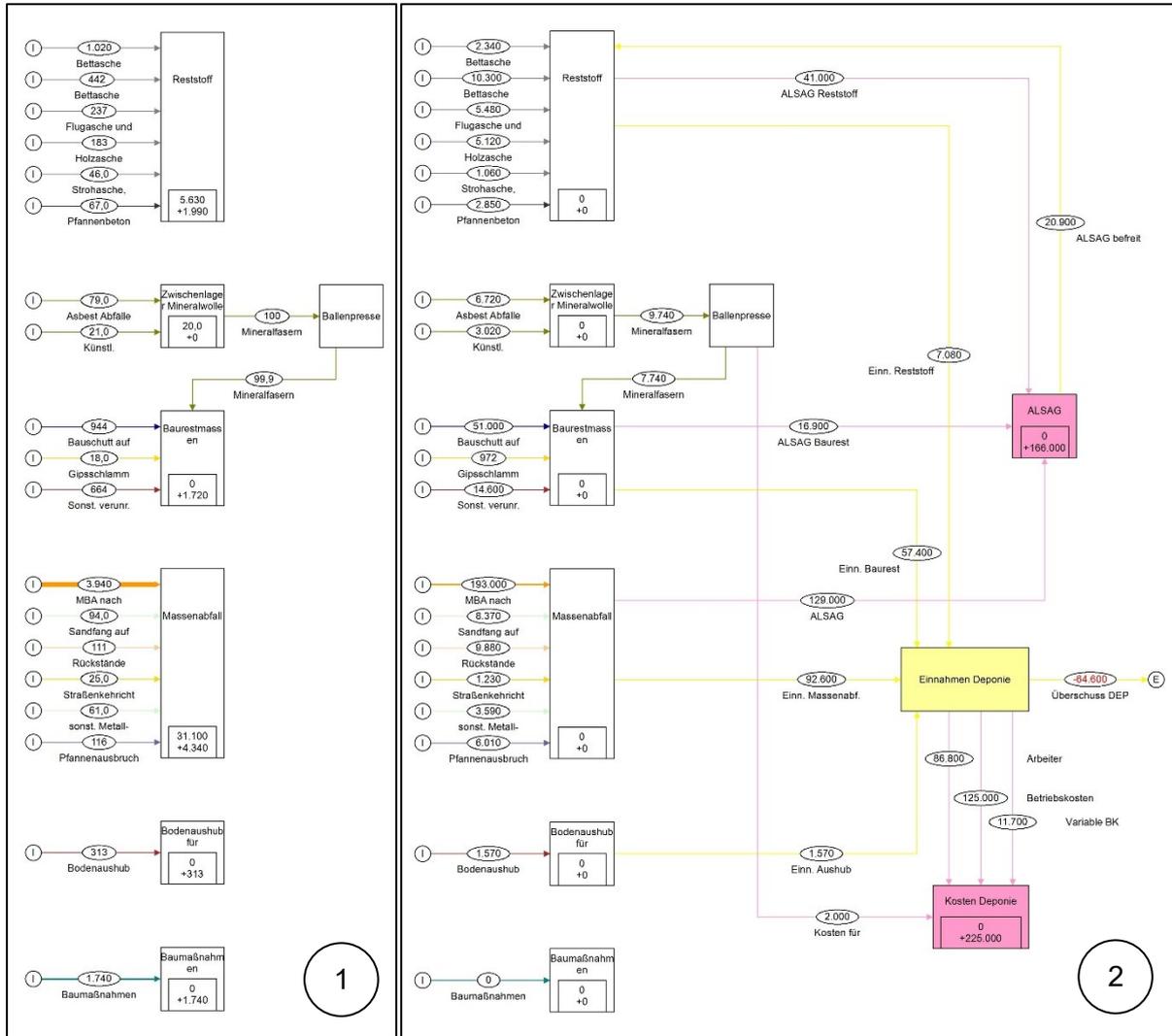


Abbildung 21: SFA (Bild 1) und Geldflussanalyse (Bild 2) der Deponie

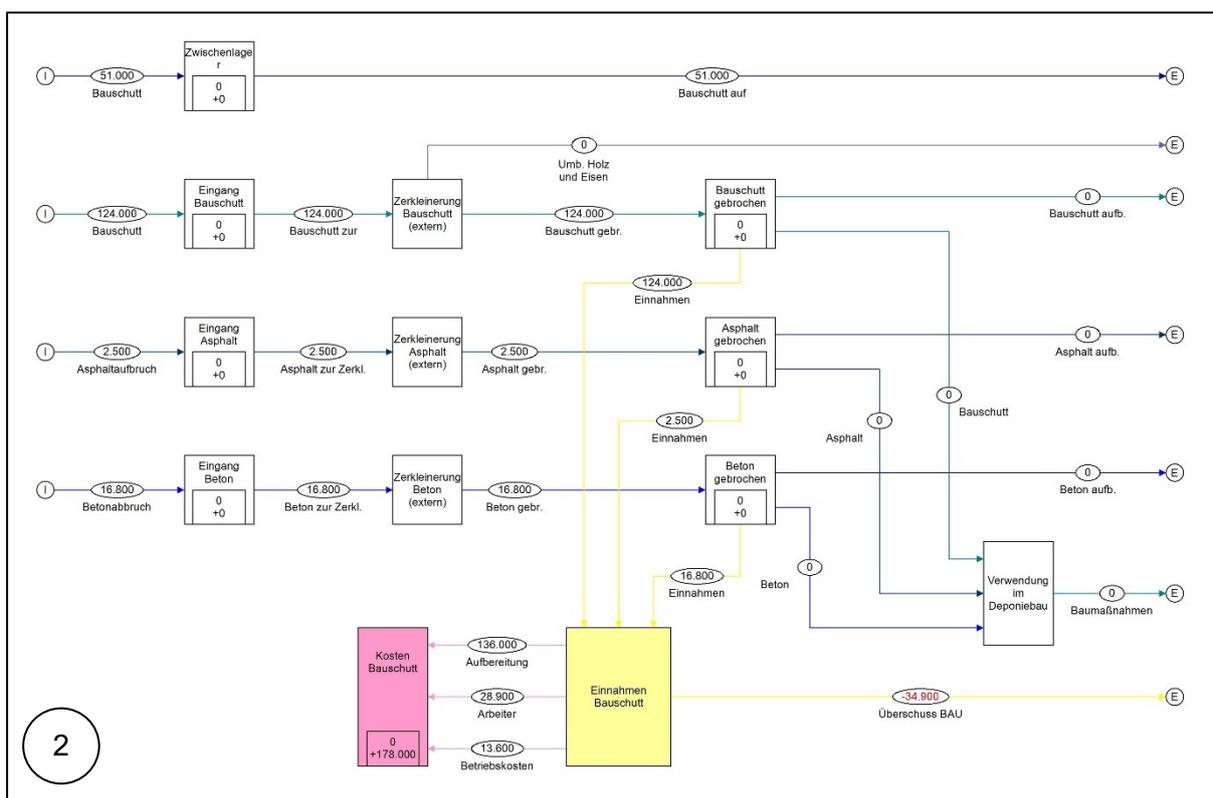
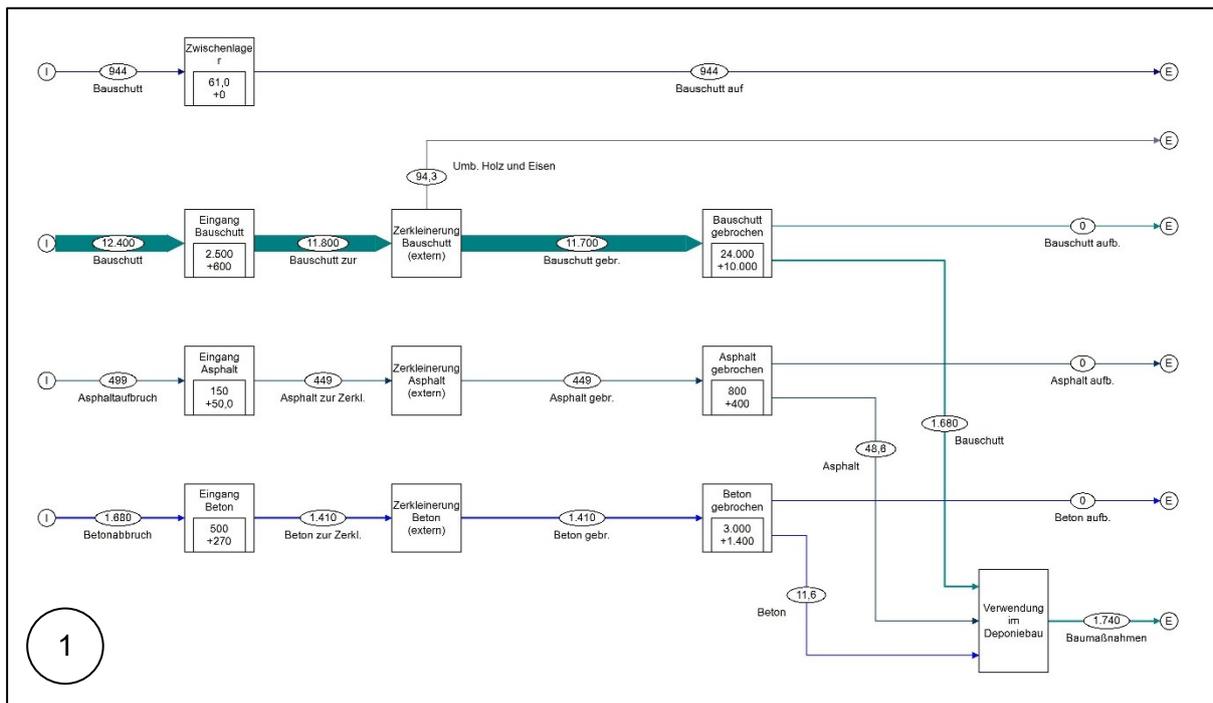


Abbildung 22: SFA (Bild 1) und Geldflussanalyse (Bild 2) der Baurestmassen-Aufbereitung

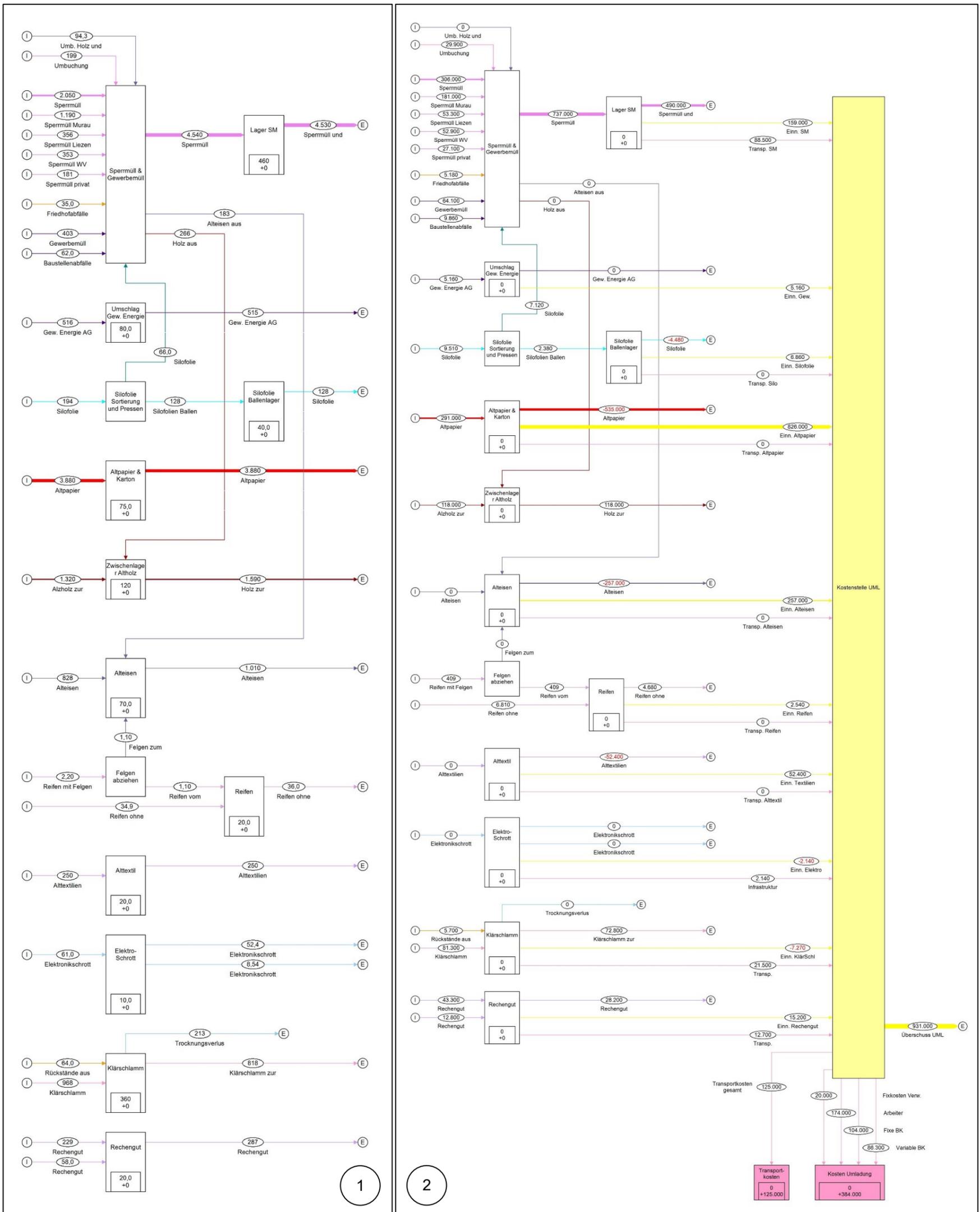


Abbildung 23: SFA (Bild 1) und Geldflussanalyse (Bild 2) der Umladung

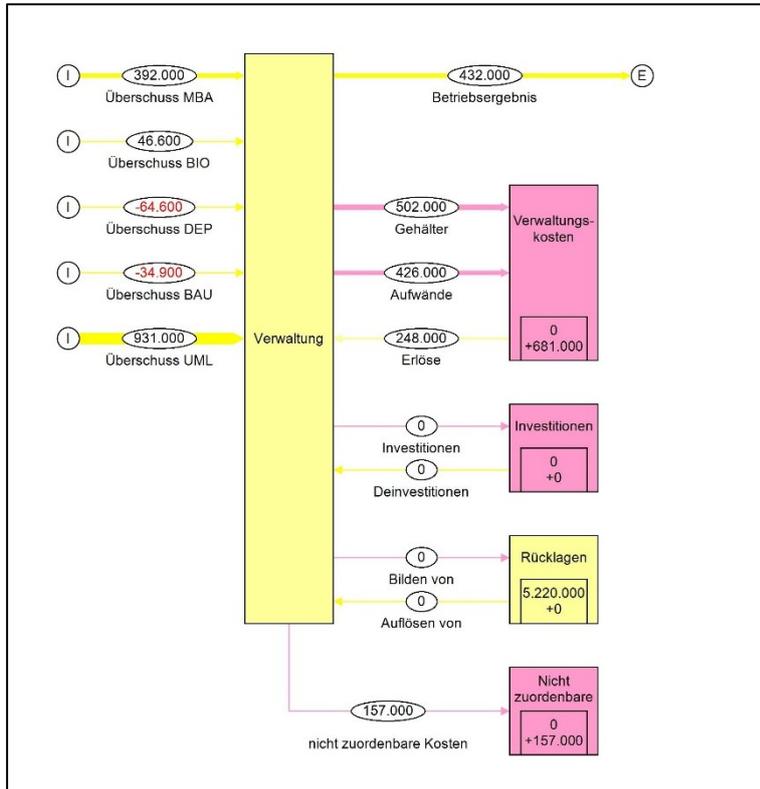


Abbildung 24: Geldflussanalyse der Verwaltung

Anhang 10: Darstellung der Stoff- und Geldflussanalyse des optimierten Modells

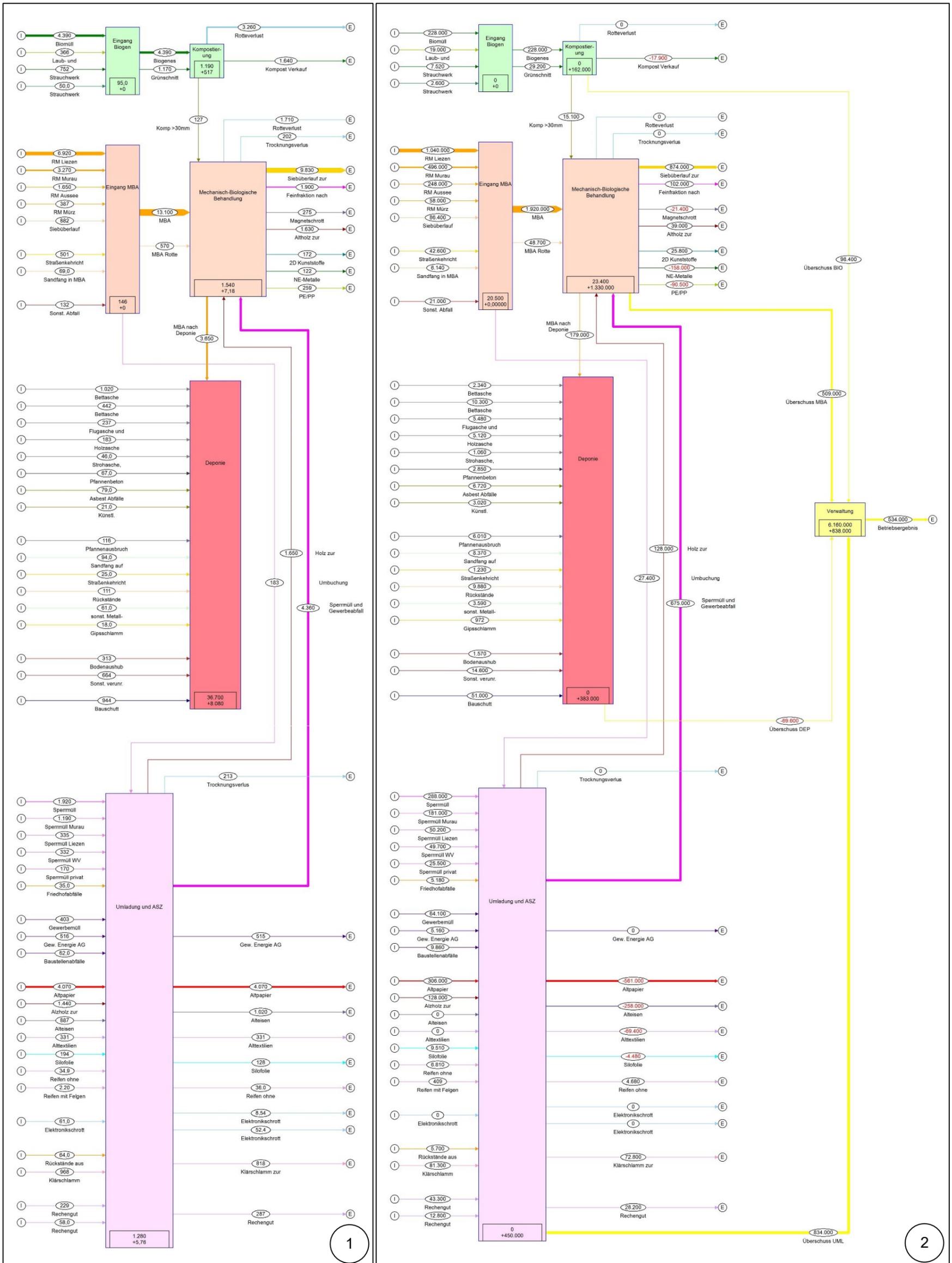


Abbildung 25: SFA (Bild 1) und Geldflussanalyse (Bild 2) für den gesamten Standort

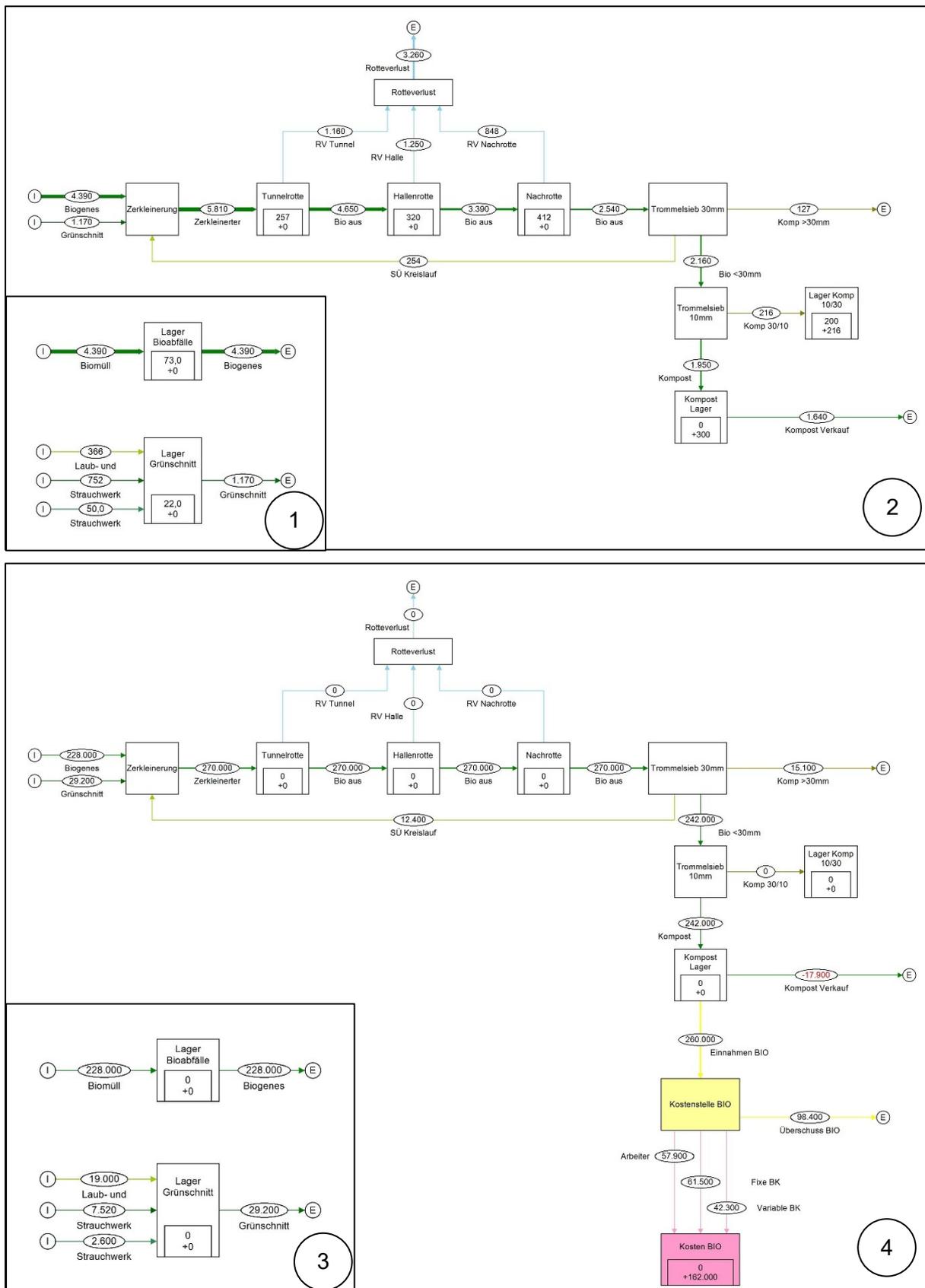


Abbildung 26: Stoff- und Geldflussanalyse der biogenen Abfälle (Bild 1: SFA Lager, Bild 2: SFA Aufbereitung, Bild 3: Geldfluss Lager, Bild 4: Geldfluss Aufbereitung)

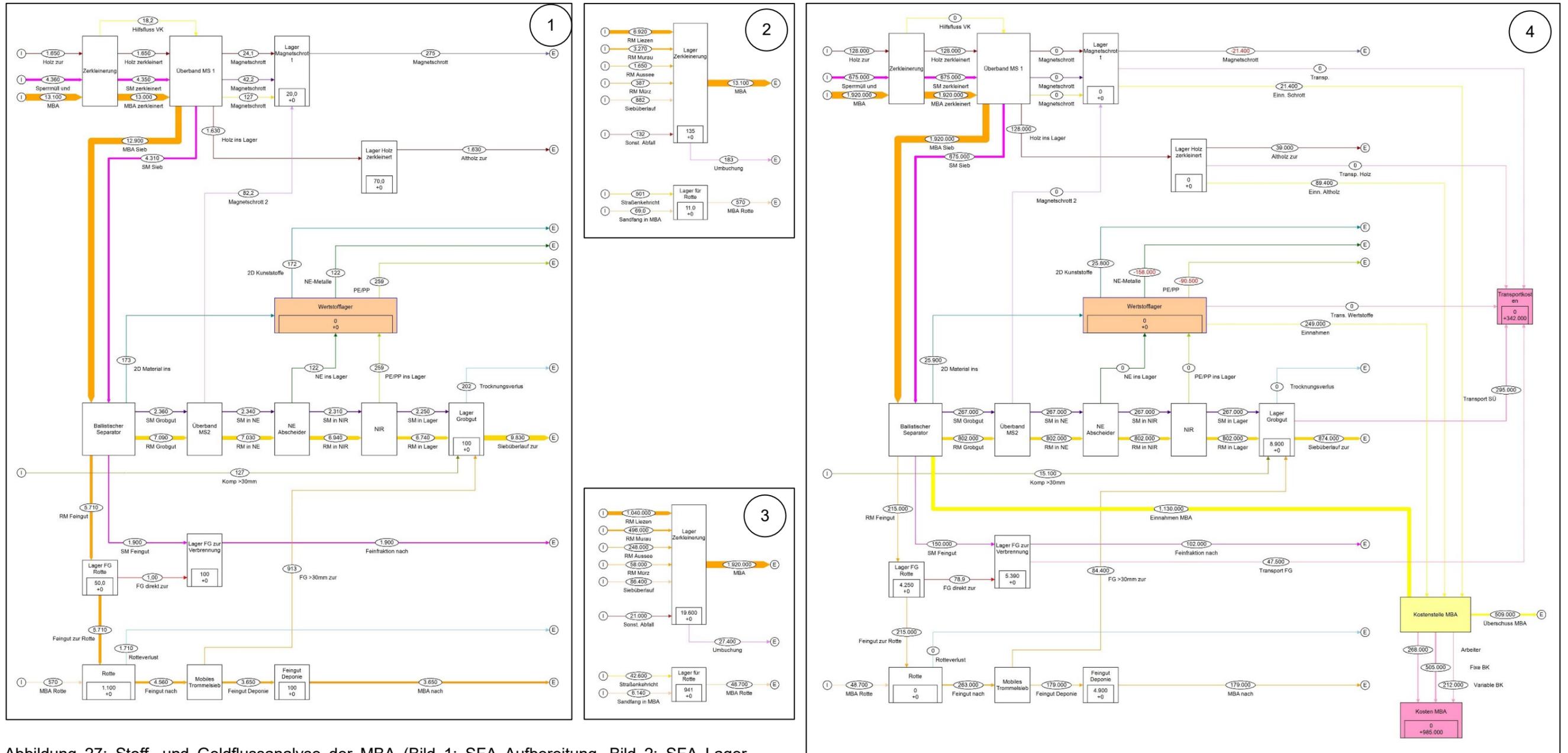


Abbildung 27: Stoff- und Geldflussanalyse der MBA (Bild 1: SFA Aufbereitung, Bild 2: SFA Lager, Bild 3: Geldfluss Lager, Bild 4: Geldfluss Aufbereitung)

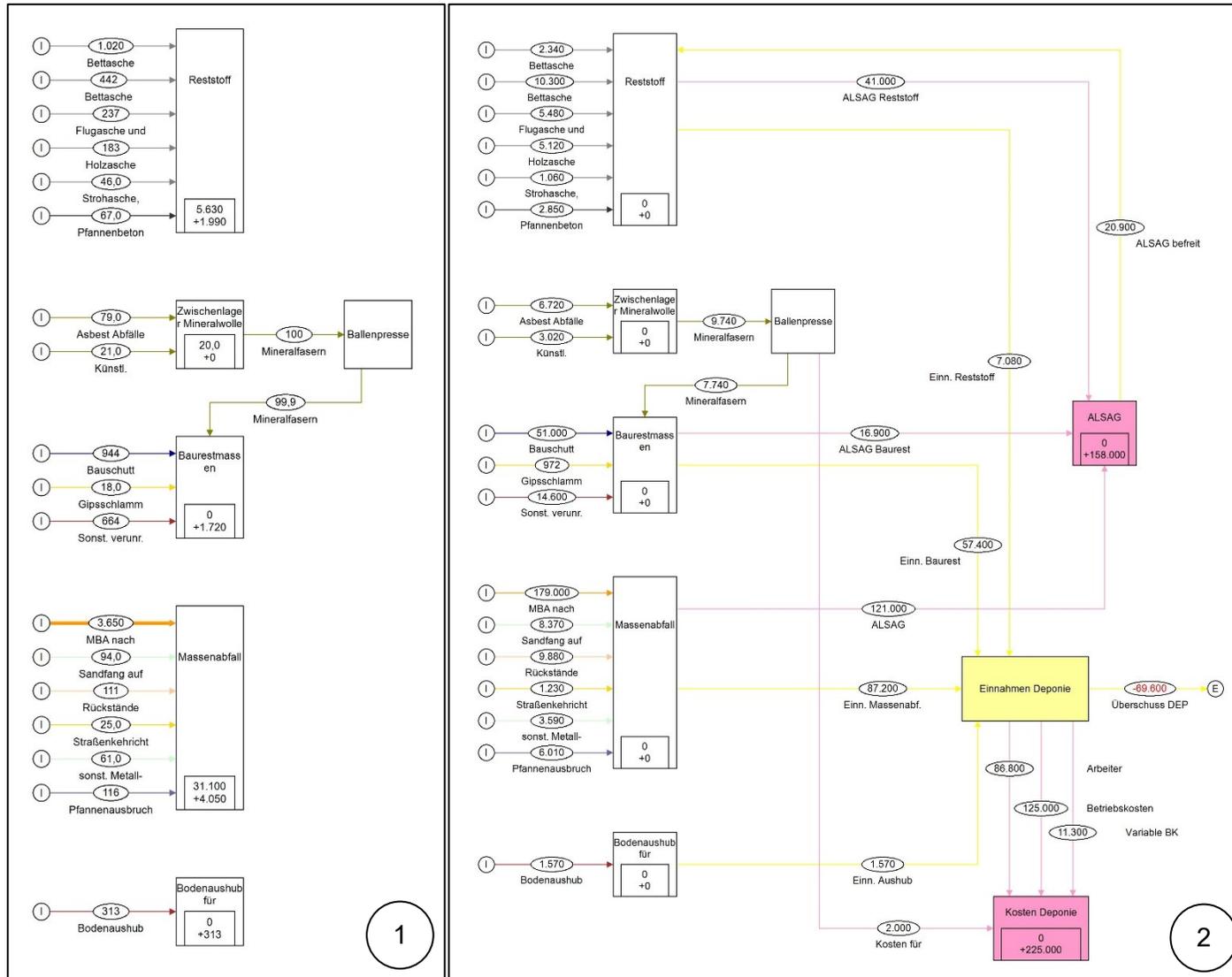


Abbildung 28: SFA (Bild 1) und Geldflussanalyse (Bild 2) der Deponie

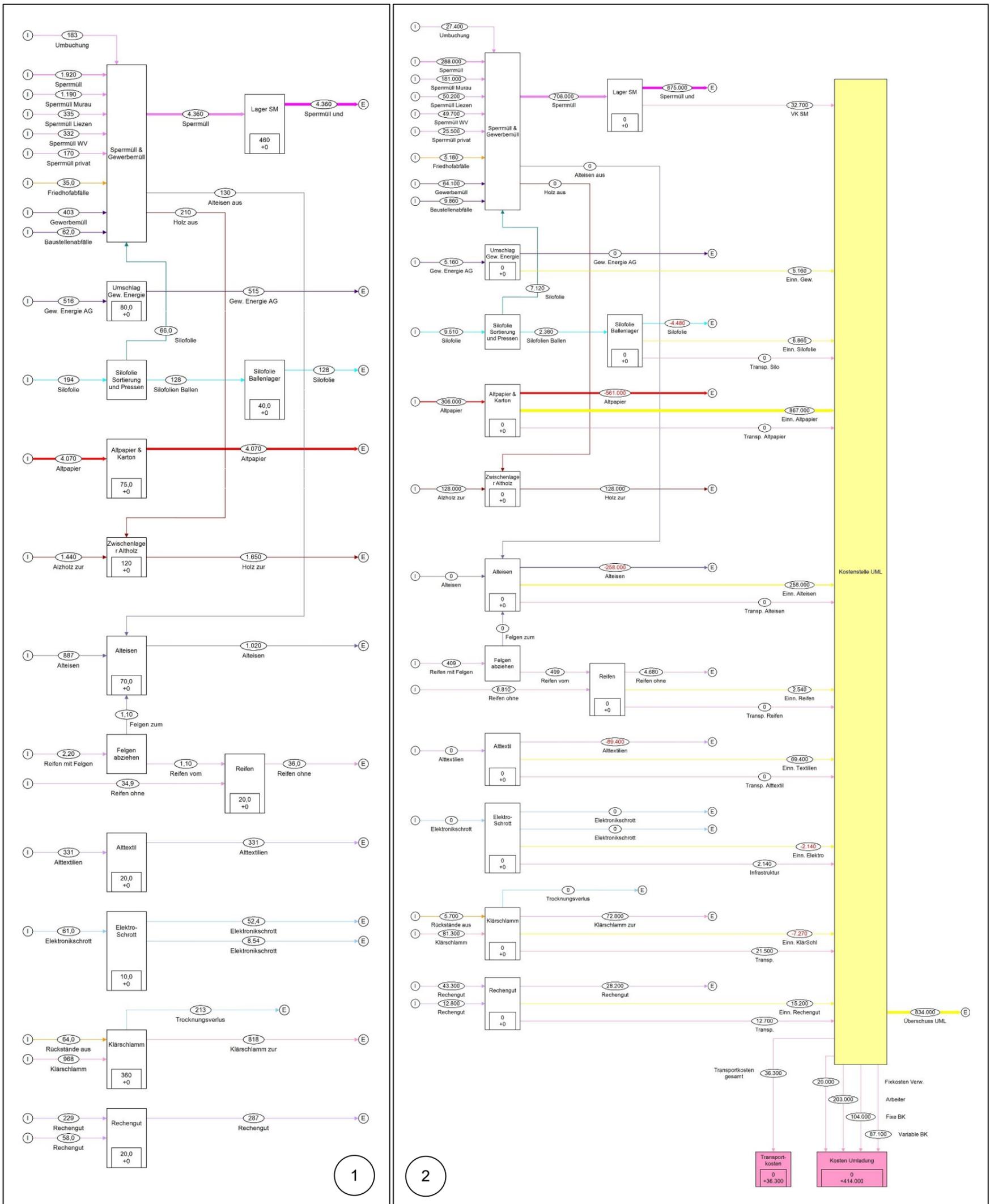


Abbildung 29: SFA (Bild 1) und Geldflussanalyse (Bild 2) der Umladung

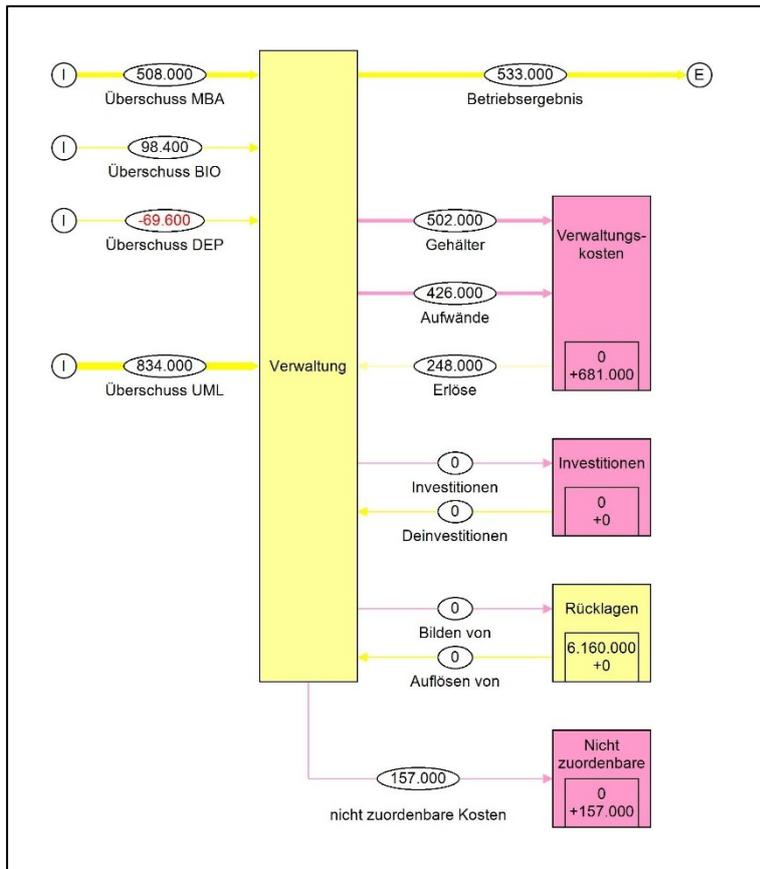
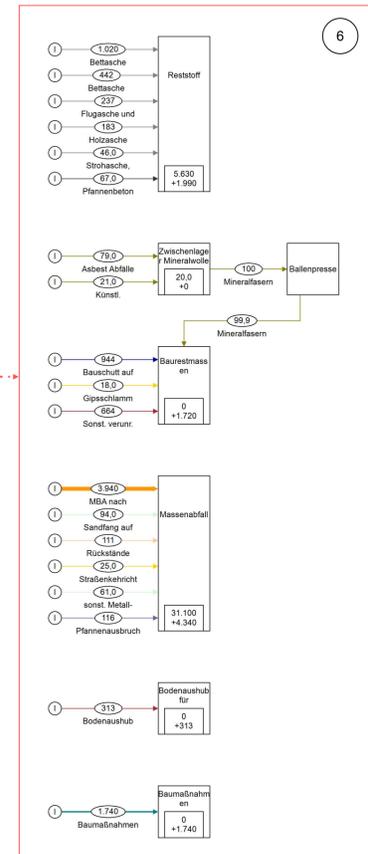
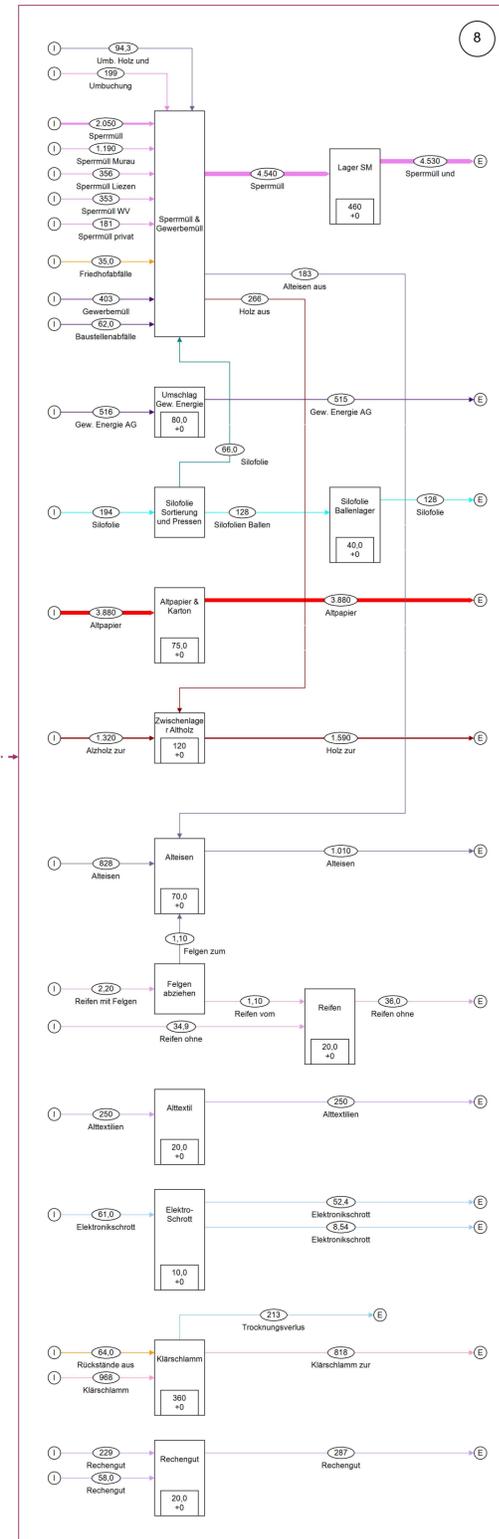
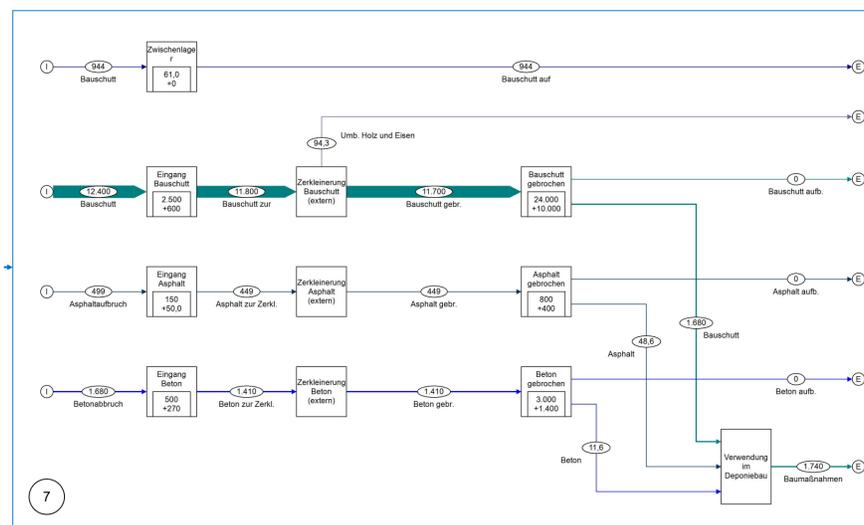
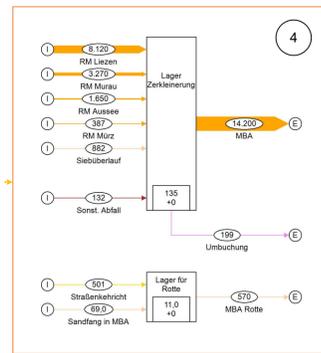
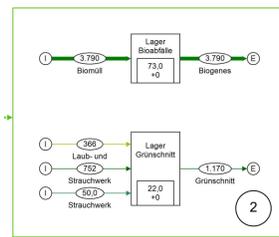
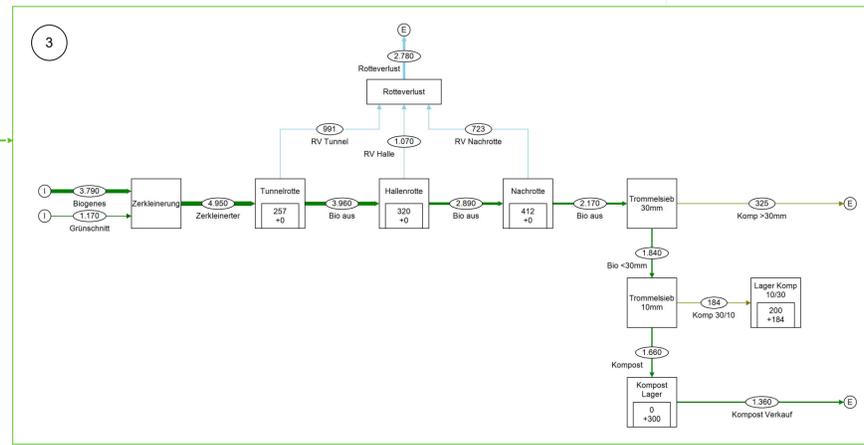
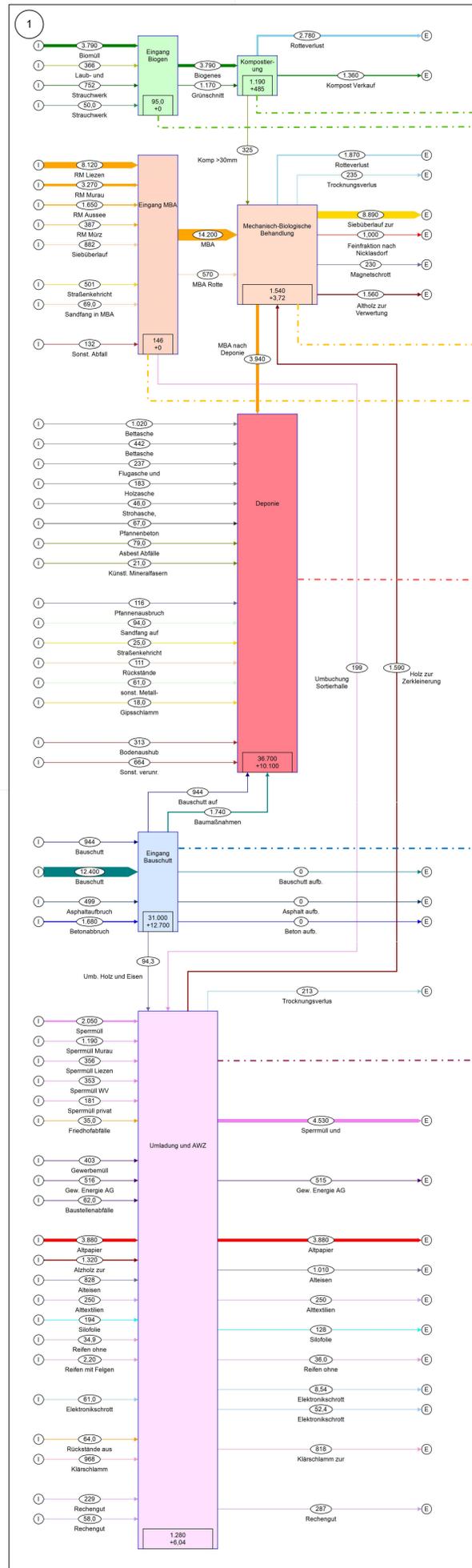


Abbildung 30: Geldflussanalyse der Verwaltung



Anhang 11: Gesamtdarstellung aller Stoffflüsse des allgemeinen Modells

Liste der einzeln abgebildeten (Sub-) Systeme:

1. Gesamter Standort
2. Lager biogene Abfälle
3. Aufbereitung biogener Abfälle
4. Lager MBA
5. MBA
6. Deponie
7. Baurestmassen-Aufbereitung
8. Umladung