



Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft

Masterarbeit

Erarbeitung einer Methode zur Erfassung
von Aufwänden der Einwegkunststoffe im
Sinne der erweiterten
Herstellerverantwortung der
Einwegkunststoffrichtlinie

Anna Maria Jamnik, BSc

Februar 2023



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 09.02.2023

Unterschrift Verfasser/in
Anna Maria Jamnik

DANKSAGUNG

Ich möchte mich bei der Holding Graz für die hervorragende Unterstützung bedanken, die diese Arbeit möglich gemacht hat. Mein besonderer Dank gilt dabei der Leiterin der Sparte Abfallwirtschaft, Frau DI Dr. Alexandra Loidl, ohne deren Zustimmung und Betreuung die Durchführung dieser Arbeit nicht möglich gewesen wäre. Des Weiteren möchte ich mich insbesondere bei ihrer Mitarbeiterin, Frau Mag. Kathrin Münzer, MSc., bedanken, die mir bei meinen Fragen geholfen hat.

Mein großer Dank gilt auch dem Spatenbereich Stadtraum der Holding Graz und allen voran Herrn Michael Vidovic, der die Durchführung und Organisation meiner Abfallanalysen ermöglichte. Außerdem möchte ich mich beim Kehrbezirksleiter Andreas Zwerina und seinen Mitarbeitern bedanken, die so überaus freundlich gewesen sind und mich bei meinen Probenahmen unterstützt und begleitet haben.

Ein weiterer Dank gilt Herrn Franz Eibisberger und seinem Team, die mir dankenswerterweise einen Sortierplatz zur Verfügung gestellt haben.

Ich möchte mich außerdem bei meiner Betreuerin der Montanuniversität Leoben, Frau DI Dr. Alexia Tischberger-Aldrian, für die umfangreiche Unterstützung bedanken.

Abschließend möchte ich mich besonders bei meinem externen Betreuer Mag. Dr. Martin Wellacher für die ständige Unterstützung und Hilfestellung während dieses Arbeitsprozesses bedanken.

Kurzfassung

Erarbeitung einer Methode zur Erfassung von Aufwänden der Einwegkunststoffe im Sinne der erweiterten Herstellerverantwortung der Einwegkunststoffrichtlinie

Im Jahr 2019 hat die europäische Kommission die Richtlinie (EU) 2019/904 zur Verringerung der Auswirkungen der Einwegkunststoffe auf die Umwelt erlassen. Artikel 8 der Richtlinie besagt, dass gewisse Kosten, die in der Abfallwirtschaft anfallen, wie zum Beispiel Sammel- und Entsorgungskosten von Einwegkunststoffen, für die es derzeit noch keine nachhaltigeren Alternativen gibt, von den Herstellern übernommen werden müssen (sogenannte „erweiterte Herstellerverantwortung“). Über die genaue Vorgehensweise zur Berechnung dieser Kosten herrscht in den meisten Mitgliedsstaaten der europäischen Union jedoch noch Unklarheit.

Ziel dieser Arbeit war es, basierend auf dem Artikel 8, eine Methodik zur Berechnung der anfallenden Aufwände der Einwegkunststoffe, die unter die erweiterte Herstellerverantwortung fallen, zu ermitteln. Hierfür wurden die Abfallzusammensetzungen des öffentlich anfallenden Abfallaufkommens verschiedener Erfassungssysteme einer ausgewählten Großstadt (> 100.000 Einwohner) analysiert und weitere relevante Daten der Großstadt erhoben.

Basierend auf den auf diese Weise erhobenen Daten wurde eine mögliche Berechnungsmethodik zur Erhebung der anfallenden Kosten, die durch die Einwegkunststoffe der erweiterten Herstellerverantwortung anfallen, entwickelt und vorgeschlagen. Die vorgeschlagene Berechnungsmethodik stellt Verrechnungssätze in Euro pro Einwohner je Einwegkunststoffprodukt des Artikel 8 dar. Anhand dieser Verrechnungssätze können Großstädte erheben, wie hoch die anfallenden Kosten durch die Einwegkunststoffprodukte der erweiterten Herstellerverantwortung sind. Zusätzlich wurden auch die Ergebnisse der Abfallanalysen sowie die anfallenden Abfallmengen der Großstadt präsentiert und diskutiert.

Abstract

Development of a method for recording expenditures of single-use plastics in accordance with the extended producer responsibility of the Single-Use Plastics Directive

In 2019, the European Commission enacted Directive (EU) 2019/904 to reduce the environmental impact of single-use plastics. Article 8 of the directive states that certain costs incurred in waste management, such as collection and disposal costs of single-use plastics for which there are currently no more sustainable alternatives, must be borne by manufacturers (so-called "extended producer responsibility"). However, there is still uncertainty in most Member States of the European Union regarding the exact procedure for calculating these costs.

The aim of this work was to determine, based on Article 8, a methodology for calculating the costs incurred for single-use plastics covered by the extended producer responsibility. For this purpose, the compositions of public waste generated by various collection systems of a selected city (> 100.000 inhabitants) were analyzed and other relevant data of the city were collected.

Based on the collected data, a possible calculation methodology for calculating the costs incurred by the extended producer responsibility single-use plastics was developed and proposed. The proposed calculation methodology presents rates in euros per inhabitant per single-use plastic product, listed in Article 8. Based on these rates, cities can determine the costs incurred by the single-use plastic products of the extended producer responsibility. In addition, the results of the waste analysis and the amounts of waste generated in the city were also presented and discussed.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 EINLEITUNG	3
1.1 Problemstellung	3
1.2 Zielsetzung	3
2 GRUNDLAGENTEIL.....	5
2.1 Gesetzlicher Hintergrund	5
2.2 Littering	6
2.2.1 Definition.....	7
2.2.2 Beweggründe für Littering	7
2.2.3 Folgen des Litterings.....	9
2.2.4 Maßnahmen gegen Littering	9
2.2.4.1 Konkrete Maßnahmen.....	10
2.2.5 Sammlung und Behandlung von Littering-Abfällen.....	12
2.2.6 Littering in Österreich.....	13
2.2.6.1 Littering in den einzelnen Bundesländern.....	14
2.2.6.2 Littering bei österreichischen Akteuren.....	17
2.3 EPR-Kosten im EU-Vergleich	19
2.4 Aufbau und Ablauf der Stadtreinigung Graz	28
3 METHODIK.....	30
3.1 Abgrenzung der Arbeit	30
3.2 Vorgehensweise bei der Abfallanalyse	30
3.2.1 Vorgehensweise bei der Erfassung der Daten	32
3.2.2 Berechnung des Anteils der EPR-Einwegkunststoffe	34
3.2.3 Mittlerer Jahresanteil der EPR-Einwegkunststoffe der Erfassungssysteme „Streumüll Straßenraum“ und „Kehrmaschine“.....	40
3.3 EPR-Jahresmengen Berechnung pro Erfassungssystem	42
3.3.1 Hochrechnungsmengen.....	42
3.4 Vorgehensweise bei der Kostenerfassung.....	45
3.4.1 Berechnung der Sammel- und Entsorgungskosten	46
3.4.1.1 Sammelkosten	46
3.4.1.2 Entsorgungskosten	50
4 ERGEBNISSE.....	52
4.1 Anteile der EPR-Produkte.....	52

4.2	Mengen.....	55
4.3	Kosten.....	58
4.3.1	Sammelkosten.....	58
4.3.2	Entsorgungskosten.....	59
4.3.3	Gesamtkosten.....	60
4.4	Berechnungsmethodik.....	64
5	DISKUSSION.....	67
5.1	Methodik.....	67
5.1.1	Untersuchte Mengen.....	67
5.1.2	Hochrechnungsmengen.....	68
5.2	Ergebnisse.....	68
5.2.1	EPR-Anteile.....	68
5.2.2	EPR-Anteil im Vergleich mit anderen Untersuchungen.....	70
5.2.3	EPR-Mengen.....	72
5.2.4	EPR-Mengen im Vergleich mit anderen Untersuchungen.....	73
5.2.5	Kosten.....	74
5.2.6	Kosten im Vergleich mit anderen Untersuchungen.....	75
5.2.7	Berechnungsmethodik.....	79
5.3	Grenzen der Arbeit.....	80
5.4	Ausblick.....	80
6	ZUSAMMENFASSUNG.....	83
7	VERZEICHNISSE.....	85
7.1	Literatur.....	85
7.2	Abkürzungsverzeichnis.....	88
7.3	Tabellen.....	89
7.4	Abbildungen.....	90
ANHANG.....	I

1 Einleitung

Für die gesamten Kosten, die für die Sammlung und Behandlung von Abfällen, die im öffentlichen Raum anfallen, kommen bis dato die Kommunen selbst auf. Des Weiteren finanzieren Kommunen Sensibilisierungsmaßnahmen zur Aufklärung der Konsumenten und Schaffung von Anreizen für verantwortungsvolles Konsumverhalten. Durch die Einführung der Richtlinie 2019/904, auch Einwegkunststoffrichtlinie genannt, soll sich dieser Zustand nun ändern. Unter dem Begriff der erweiterten Herstellerverantwortung, der durch diese Einwegkunststoffrichtlinie eingeführt wird, soll die finanzielle Verantwortung für das Sammeln und Entsorgen von ausgewählten Kunststoffabfällen auf die Hersteller übertragen werden (Amtsblatt der europäischen Union 2019).

1.1 Problemstellung

Über die aktuellen Kosten, die diese Einwegkunststoffabfälle verursachen, herrscht derzeit in der europäischen Union Unklarheit. Der Ansatz ist jedoch, dass die einzelnen Mitgliedsstaaten aufgrund der herrschenden staatlichen Unterschiede selbstständig für ein Verrechnungskonzept zuständig sein werden. Erste Mitgliedstaaten haben bereits begonnen Kosten zu berechnen sowie Kostenmodelle zu erstellen. In vielen Staaten ist aber bisher noch nicht viel zu dieser Thematik geschehen.

1.2 Zielsetzung

Das Ziel dieser Masterarbeit ist eine Methode zu entwickeln, die die Aufwendungen zur Sammlung und Beseitigung von Einwegkunststoffen, die der erweiterten Herstellerverantwortung der Einwegkunststoffrichtlinie unterliegen, rechnerisch erfasst.

Zur Erreichung des Zieles sind folgende Fragestellungen in der Arbeit zu beantworten:

Welches sind aussagekräftige und hochrechenbare Indizes zur Einwegkunststoff-Quantifizierung?

Welches sind charakteristische und relevante Erfassungssysteme für Einwegkunststoffe der erweiterten Herstellerverantwortung?

Welche Einwegkunststoffe fallen in ausgewählten Erfassungssystemen an?

Welche Einwegkunststoffmengen fallen in ausgewählten Erfassungssystemen an?

Wie hoch sind die Aufwendungen zur Sammlung und Beseitigung in ausgewählten Erfassungssystemen?

Wie funktioniert eine effiziente und kostengünstige Methode zur Quantifizierung der Aufwände von Einwegkunststoffen, die der erweiterten Herstellerverantwortung unterliegen?

Zur Erfüllung des Zieles und der Beantwortung der Fragestellungen wird eine Großstadt näher betrachtet. Es werden die Abfallmengen und Kostenaufwände dieser Großstadt erhoben. Des Weiteren werden zur Bestimmung der Verteilung der Einwegkunststoffe der erweiterten Herstellerverantwortung Abfallanalysen von relevanten Erfassungssysteme dieser Großstadt durchgeführt. Basierend auf diesen Daten soll daraufhin eine Methodik zur Berechnung der Kostenaufwände dieser bestimmten Einwegkunststoffe entstehen.

2 Grundlagenteil

2.1 Gesetzlicher Hintergrund

Da die Forschungsgrundlage dieser Arbeit auf einem Artikel einer Richtlinie der europäischen Union basiert, wird in diesem Kapitel der gesetzliche Kontext näher erläutert.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit Einwegkunststoffen, die der erweiterten Herstellerverantwortung der Richtlinie 2019/904 der europäischen Union unterliegen. Diese Richtlinie wird auch Single-Use-Plastics Richtlinie (SUP) oder Einwegkunststoffrichtlinie genannt. Das übergeordnete Ziel der Richtlinie (EU) 2019/904 ist dem steigenden Aufkommen von Kunststoffabfällen und deren Eintrag in die Umwelt entgegenzuwirken, um die Kreislaufwirtschaft der Kunststoffe zu fördern. Da bestimmte Kunststoffprodukte negative Auswirkungen in den Bereichen Gesundheit, Umwelt und Wirtschaft aufweisen, soll diese Richtlinie einen rechtlichen Rahmen zur Verminderung dieser negativen Auswirkungen festlegen. In der Richtlinie sind unter anderem Verbrauchsminderungen, Beschränkungen des Inverkehrbringens und Produkthanforderungen geregelt. Diese Arbeit befasst sich aber nicht im Allgemeinen mit der Einwegkunststoffrichtlinie, sondern speziell mit Artikel 8 der Richtlinie. Dieser Artikel beschreibt die erweiterte Herstellerverantwortung, im englischen Extended Producer Responsibility, abgekürzt EPR, und die Einwegkunststoffprodukte, die von dieser erweiterten Herstellerverantwortung betroffen sind (Amtsblatt der Europäischen Union 2019).

In der erweiterten Herstellerverantwortung wird festgelegt, dass die Produzenten folgender Produkte bestimmte Kosten übernehmen müssen (Amtsblatt der Europäischen Union 2019:18ff.):

1. Lebensmittelverpackungen von Lebensmitteln, die für den sofortigen Konsum geeignet sind. Das bedeutet, dass sie vor Ort oder als Take-Away, sofort aus der Verpackung und ohne weiteres Zubereiten (Kochen oder Erhitzen) gegessen werden können. Beispiele hierfür wären Verpackungen aus Polystyrol oder Verpackungen aus beschichtetem Papier.
2. Flexible Tüten- und Folienverpackungen, auch Wrappers genannt, welche Lebensmittel beinhalten, die direkt aus der Verpackung und ohne weiteres Zubereiten (Kochen oder Erhitzen) konsumiert werden können. Süßigkeiten- und Chips-Verpackungen wären ein Beispiel für diese Kategorie.
3. Getränkebehälter, die Flüssigkeiten mit einem Volumen von bis zu drei Liter beinhalten, inklusive deren Verschlüsse. In diese Rubrik fallen sowohl Getränkeflaschen als auch Verbundgetränkebehälter.
4. Getränkebecher, wobei ihre Verschlüsse bzw. Deckel miterfasst werden. Ein klassisches Beispiel für einen Getränkebecher stellt der Coffee-to-go-Becher dar.
5. Leichte Kunststofftragetaschen, die zum Beispiel für den Transport von Lebensmitteln verwendet werden.

6. Feuchttücher, die für Körperhygiene und Haushaltsreinigung eingesetzt werden.
7. Luftballons.
8. Tabakprodukte inklusiver Filter.

Für die oben genannten Produkte müssen die Produzenten einerseits die Kosten der Sammlung der Abfälle, die in öffentlichen Sammelsystemen (Papierkörben) entsorgt werden, einschließlich der Infrastruktur- und den Betriebskosten, und die Kosten der Beförderung und der Behandlung dieser Abfälle tragen. Andererseits müssen die Hersteller auch für die Reinigungskosten und für die Kosten der anschließenden Beförderung und Behandlung dieser Produkte aufkommen, das bedeutet sie müssen die Kosten für Abfälle, die im Zuge von Littering (bewusstes oder unbewusstes Wegwerfen bzw. Liegenlassen von Abfällen in der Umwelt) entstanden sind, finanzieren. Des Weiteren müssen die Produzenten dieser Produkte die Kosten für Sensibilisierungsmaßnahmen zur Aufklärung der Konsumenten und zur Schaffung von Anreizen für verantwortungsvolles Konsumverhalten übernehmen. Zusätzlich müssen auch die Kosten zur Bereitstellung von Informationen für Abfallbesitzer sowie die Kosten zur Erhebung von Daten dieser Produkte, beginnend bei der Sammlung bis hin zur Behandlung, finanziert werden (Amtsblatt der Europäischen Union 2019:12ff., Bundesgesetz 2008, Stoifl & Oliva 2020:17).

In Österreich ist diese Richtlinie in der „Verpackungsverordnung 2014“ und dem „Abfallwirtschaftsgesetz 2002“ umgesetzt. Sowohl in der Verpackungsverordnung als auch im Abfallwirtschaftsgesetz ist festgehalten, dass in Österreich die Hersteller der Produkte, die von der erweiterten Herstellerverantwortung betroffen sind, sich bei einem Sammel- und Verwertungssystem registrieren müssen. Bei einem Sammel- und Verwertungssystem handelt es sich um eine juristische Person, die die Aufgabe der Sammlung und Behandlung, sowie die damit verbundene Nachweisführung von gewissen Produkten und Abfällen übernehmen darf und somit die Hersteller dieser Produkte von der Pflicht dazu befreit. Im Gegenzug müssen diese Hersteller das Sammel- und Verwertungssystem monetär entgelten. Ein Sammel- und Verwertungssystem muss vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technik genehmigt werden. Das Sammel- und Verwertungssystem übernimmt somit die Verantwortung für die oben genannten Kosten, die für Hersteller der EPR-Produkte anfallen (Bundesgesetz 2014, Bundesgesetz 2008, BMK 2022).

2.2 Littering

Die erweiterte Herstellerverantwortung der Einwegkunststoffrichtlinie umfasst sowohl Abfälle, die in öffentlichen Sammelsystemen entsorgt werden, als auch Littering-Abfälle. Da Abfälle, die ordnungsgemäß in Sammelsystemen entsorgt werden, zwar eine finanzielle Belastung für Städte und Gemeinde darstellen, aber dennoch eine akzeptierte und wünschenswerte Handlung ist, beschäftigt sich dieses Kapitel vordergründig mit der Thematik des Litterings.

2.2.1 Definition

Da neben den Inhalten öffentlicher Sammelsysteme auch Littering-Abfälle von der erweiterten Herstellerverantwortung umfasst sind, ist es notwendig den Begriff Littering genauer zu beschreiben. Als Littering wird das Wegwerfen bzw. Liegenlassen von Abfällen (z.B. Zigaretten, Take-Away-Verpackungen) an ihrem Entstehungsgebiet in der Umwelt bezeichnet. Dabei werden die dafür verfügbaren Abfalleimer nicht verwendet. Littering kann vorsätzlich oder unabsichtlich entstehen. Littering ist eindeutig von der illegalen Müllablagerung abzugrenzen. Bei dieser wird Haus- oder Sperrmüll, der im Haushalt oder ähnlichen Einrichtungen entsteht, im öffentlichen Raum entsorgt (Stoifl & Oliva 2020:17).

2.2.2 Beweggründe für Littering

Wie bereits im vorangehenden Kapitel beschrieben wird, kann Littering bewusst oder unbewusst geschehen. Dieses Kapitel soll daher die Beweggründe für bewusstes Littering näher beleuchten, um besser nachvollziehen zu können, weshalb Menschen überhaupt absichtlich Abfall liegenlassen. Bereits jetzt soll jedoch erwähnt sein, dass die Motive für Littering vielfältig und unterschiedlich sind.

Ein zentraler Punkt beim Thema Littering ist der öffentliche Raum. Für den öffentlichen Raum sind öffentliche Institutionen verantwortlich, weshalb sich Einzelpersonen unterschiedlich stark für das Aussehen dieses Platzes einsetzen und verantwortlich fühlen. Diese Einstellung beeinflusst das Littering-Verhalten der Einzelpersonen. Als Einzelperson kann es vorkommen, dass man sich nicht zuständig für den öffentlichen Ort fühlt und die Verantwortung bei den öffentlichen Institutionen sieht. Aus diesem Grund wird Littering aus Sicht der BürgerInnen häufig als unproblematisch betrachtet, da die öffentlichen Institutionen sich um die Reinigung kümmern. Dieser Umstand wird auch Allmendeproblematik genannt. Als Einzelperson werden daher oft die Argumente vertreten, dass die persönliche Handlung keinen Einfluss hat, da die Handlung der anderen Menschen die eigene überschattet oder dass die anderen sich richtig verhalten werden und man selbst nichts tun müsse. Durch diese Einstellung wird Littering gefördert (Stoifl & Oliva 2020:20, österreichisches Ökologie-Institut 2013:9ff.).

Ein entscheidender Faktor für Littering ist auch der persönliche Nutzen einer Einzelperson. Das Ablegen von Abfällen dient dem persönlichen Nutzen, da dadurch das Tragen und Entsorgen dieses Gegenstandes wegfällt. Für die Folgen, die dieses Handeln mit sich bringt, wie zum Beispiel erhöhte Reinigungskosten oder Reduzierung der Qualität des Lebensraums, sind dann öffentliche Institutionen zuständig (Stoifl & Oliva 2020:21).

Das soziale und gesellschaftliche Umfeld hat ebenfalls einen großen Einfluss auf das Littering-Verhalten der Personen. Soziale Normen können dieses Verhalten fördern oder hemmen, da Menschen diesem sozialen Einfluss unterliegen. Das bedeutet, dass sich Menschen häufig an ihren Mitmenschen orientieren, um sich der Gesellschaft anzupassen und nicht aufzufallen (Stoifl & Oliva 2020:21).

Die räumlichen Rahmenbedingungen sind ein wichtiger Aspekt hinsichtlich des Littering-Verhaltens. Große, übersichtlich gestaltete Räume vermitteln das Gefühl von fehlender Anonymität, wodurch Littering reduziert werden kann. Ausreichende Infrastruktur, Gestaltungselemente und Sauberkeit fördern das Ansehen des öffentlichen Raums und die Werthaltung diesem gegenüber. Verschmutzung und Verwahrlosigkeit hingegen senken die Hemmungen gegenüber Littering. Dieses Phänomen wird auch „Broken-Window-Theorie“ genannt. Die Theorie besagt, dass ein zerbrochenes Fenster weitere Brüche verursacht. Auf die Littering-Thematik übertragen, bedeutet das, dass bereits gelitterter Abfall weiteres Littering anzieht (Stoifl & Oliva 2020:21, Belke et al. 2020:141).

Eine im Jahr 2018 durchgeführte Studie befragt ihre Teilnehmer nach ihren persönlichen Littering-Motiven. Der häufigste Grund für Littering in dieser Studie war Faulheit bzw. Bequemlichkeit, vor allem bei Kindern und Jugendlichen. An zweiter Stelle war die Gleichgültigkeit, diesen Grund nennen insbesondere Erwachsene. Weitere Motive waren fehlende Entsorgungsmöglichkeiten, mangelndes Umweltbewusstsein, Anonymität und Stress. Auch wurde in dieser Studie recherchiert welche Orte und Situationen besonders oft von Littering betroffen sind. Es waren vor allem Großveranstaltungen, Grünanlagen, Bahnhöfe und Haltestellen, öffentliche Plätze, To-Go-Verkaufsbereiche und soziale Brennpunkte (Van der Meer et al. 2018:21ff.).

Littering-Verhalten bzw. Littering-Beweggründe können auch einzelnen Typen zugeordnet werden. Laut der Interessensgemeinschaft Saubere Umwelt (IGSU) gibt es drei Gruppen von Littering-Typen (IGSU 2022):

- Nicht-Litterer

Der Vorsichtige: fühlt sich überwacht und möchte keine Schwierigkeiten bekommen.

Der Umweltbewusste: verschmutzt die Umwelt aufgrund seiner Einstellung nicht.

- Gelegenheits-Litterer

Der Coole: möchte sich nichts sagen lassen.

Der Anti-Streber: will sich vor seinen Kameraden nicht blamieren.

Der Unbekümmerte: denkt nicht darüber nach, Littering geschieht einfach so.

Der Smart-Dropper: findet überall einen Ort zum Ablegen von Abfall.

Der Stress-Dropper: ist zu sehr im Stress, um Zeit für die ordnungsgemäße Entsorgung von Abfall zu haben.

- Schwere-Litterer

Der Hardcore-Litterer: Littering erfüllt ihn mit Freude.

Der Zweckmäßige: sieht keinen Sinn darin Abfall richtig zu entsorgen, da sowieso gereinigt wird.

Der Job-Vermittler: ist der Meinung, dass Littering Arbeitsplätze erzeugt.

Die Einteilung in gewisse Littering-Typen ist vor allem dann sinnvoll, wenn wirkungsvolle Maßnahmen gegen Littering gefunden werden sollen. Basierend auf diesen Informationen, können geeignete Maßnahmen eingesetzt werden, um einzelne Littering-Typen spezifisch anzusprechen.

2.2.3 Folgen des Litterings

Littering lässt nicht nur Orte verschmutzt wirken und das Ortsbild negativ erscheinen, sondern kann sich sogar schwerwiegend auf die Umwelt auswirken und stellt somit ein enormes Problem der Gesellschaft dar. Die Auswirkungen von Littering lassen sich in drei Kategorien einteilen.

Die erste Folge von Littering betrifft den Menschen sozial und gesundheitlich. Durch ein vermehrtes Littering wird die Lebensqualität im betroffenen Gebiet vermindert und die Qualität der Wohn- und Erholungsflächen eingeschränkt. Littering tritt verstärkt in städtischen Brennpunkten auf und kann dadurch zu einer fehlerhaften Sozialstruktur und zu gesamten verschmutzten Stadtteilen führen, die wiederum die Lebensqualität der Bewohner stark einschränken. Zusätzlich können gelitterte Abfälle zu gesundheitlichen Problemen führen, wenn sich Personen an diesen Gegenständen verletzen oder aufgrund der Verletzung eine Infektion bekommen. Zudem besteht eine erhöhte Gefahr für Kleinkinder Abfall oral zu sich zunehmen (Stoifl & Oliva 2020:23).

Die ökologischen Auswirkungen von Littering sind vielseitig. Tiere könnten gelitterten Abfall wie z.B. Glasscherben über die Nahrung aufnehmen und sich dadurch verletzen. Die Anreicherung von persistenten Stoffen wie beispielsweise Kunststoffe in der Umwelt und in der Nahrungskette wäre eine weitere mögliche Auswirkung auf die Umwelt. Böden, Pflanzen und Gewässer werden durch die Abfälle nachhaltig verschmutzt. Ferner sind die gelitterten Abfälle für den Stoffkreislauf dauerhaft verloren, wodurch eine Kreislaufwirtschaft verhindert wird, sodass wiederum Ressourcen neu akquiriert werden müssen (Stoifl & Oliva 2020:23).

Bei der dritten Kategorie handelt es sich um die ökonomischen Folgen. Littering verursacht einen enormen Kostenaufwand. Die gelitterten Abfälle können häufig nicht maschinell eingesammelt werden, sondern müssen händisch entfernt werden. Darüber hinaus werden noch finanzielle Mittel für Sensibilisierungsmaßnahmen und Präventionsmaßnahmen verwendet (Stoifl & Oliva 2020:23).

2.2.4 Maßnahmen gegen Littering

Da Littering verhindert werden soll und keinesfalls wünschenswert ist, gibt es eine Vielzahl an verschiedenen Maßnahmen, die Littering entgegenwirken sollen. Grundsätzlich lassen sich die geeigneten Maßnahmen gegen Littering ebenfalls in drei Kategorien festlegen.

Die Maßnahmen, die in die erste Kategorie fallen, haben das Ziel, sensibilisierend und aufklärend zu wirken. Hierbei stehen die Kommunikation und der Wissensaustausch im Vordergrund. Es wird in unterschiedlichen Institutionen wie z.B. in Schulen und Kindergärten die Thematik erläutert. Eine weitere Möglichkeit sind Informationstexte über die Thematik, welche über Medien wie Fernsehen, Plakate und Internet verbreitet werden. Viele dieser Maßnahmen nutzen implizite, unterbewusste und intuitive Mechanismen, da deren Effekte viel höher sind als komplexe, bewusste Mechanismen. Humorvolle, umweltbezogene Aussagen auf Plakaten wirken beispielsweise viel effizienter und langfristiger als Verbote. Ein weiteres Beispiel zur Verdeutlichung der Wirksamkeit intuitiver Mechanismen, ist ein Plakat mit einer Abbildung von menschlichen Augen im öffentlichen Raum angebracht. Menschen fühlen sich durch die abgebildeten Augen beobachtet und in weiterer Folge wird das Littering durch diese Maßnahme verringert (Stoifl & Oliva 2020:25ff., Bateson et al. 2015).

Bei der zweiten Kategorie streben die Maßnahmen die Veränderung situativer Bedingungen an. Bei diesen Maßnahmen werden die Reinigungsintervalle erhöht, die Entsorgungsinfrastruktur verbessert oder das Verpackungsdesign so angepasst und geändert, dass die Abfallmenge erheblich reduziert wird und somit das Produkt insgesamt leichter entsorgt werden kann. (Stoifl & Oliva 2020:26).

Die dritte Kategorie der Maßnahmen umfasst Sanktions- und Anreizsysteme. Mit Hilfe von festgelegten Strafen, Kontrollen oder Pfandsystemen wird das Littering eingedämmt (Stoifl & Oliva 2020:27).

2.2.4.1 Konkrete Maßnahmen

Im ersten Teil dieses Kapitels werden die allgemeinen Maßnahmen gegen die Littering-Problematik beschrieben. In diesem Unterkapitel werden konkrete Maßnahmen näher betrachtet und erläutert.

Maßnahmen der Einwegkunststoffrichtlinie

Die Einwegkunststoffrichtlinie geht mit konkreten Maßnahmen aus allen oben genannten Kategorien gegen Meeres- und Landes-Littering vor. Neben der bereits ausführlich erwähnten erweiterten Herstellerverantwortung, gibt es für einige Produkte eine Beschränkung des Inverkehrbringens, eine Verbrauchsminderung, eine Kennzeichnungsvorschrift, Produkthanforderungen und Sensibilisierungsmaßnahmen. Durch all diese Maßnahmen soll verhindert werden, dass Abfall in die Natur gelangt (Amtsblatt der EU 2019).

Produktbezogene Maßnahmen

Eine Möglichkeit einer produktbezogenen Maßnahme ist die Einführung eines Pfandsystems. Dadurch können mehr Verpackungen in den Stoffkreislauf rückgeführt werden und Littering-Mengen gesenkt werden. Die Einführung eines Pfandsystems ist vor allem für Großveranstaltungen geeignet und hilfreich, da dadurch dabei anfallende Getränkebecher weit weniger in die Umwelt geraten. Die Umstellung auf ein Pfandsystem wirkt sich zwar positiv

auf die Umwelt aus, ist jedoch mit einem gewissen Kostenmehraufwand verbunden, weshalb die Umstellung in den Unternehmen meist nicht freiwillig erfolgt, sondern die Unternehmen Motivation und Anreize von außen benötigen (Belke et al. 2020:131ff.).

Eine weitere mögliche produktbezogene Maßnahme ist die Reduktion von Einwegverpackungen. Die Einwegverpackungen stellen nämlich einen Großteil der gelitterten Produkte dar. Wie bereits oben erwähnt, setzt sich die Einwegkunststoffrichtlinie intensiv mit diesem Problem auseinander und hat dementsprechend Gegenmaßnahmen eingeführt wie zum Beispiel die Beschränkung des Inverkehrbringens gewisser Produkte. Als Reaktion auf diese Richtlinie werden nunmehr ausgewählte Produkte und Verpackungen von Herstellern in anderen Materialien als Kunststoff angeboten (Belke et al. 2020:133ff.).

Das Verbot von leichten Kunststoffeinwegtragetaschen stellt ebenfalls eine produktbezogene Maßnahme dar. Da in der Vergangenheit zahlreiche Einwegtragetaschen gelittert wurden, ist das Ziel die Einwegtragetaschen aus Kunststoff durch wiederverwendbare Tragetaschen zu ersetzen und somit die Umwelt zu schonen (Belke et al. 2020:137ff.).

Produktdesign

Gut gewähltes Produktdesign kann positive Auswirkungen auf die Umwelt haben. Durch Reduzierung der Verpackungsmengen werden auch die Littering-Mengen verringert. Durch die Minimierung der Anzahl von potenziell leicht abhanden gehenden Verpackungsteilen (z.B. Verschlussklappen, lose Deckel von Einwegverpackungen, u.v.m.) kann das Risiko verringert werden, dass diese Teile unbeabsichtigt beispielsweise in Folge von Unachtsamkeit in die Umwelt gelangen. Ein Beispiel hierfür wären Flaschenverschlüsse, die dauerhaft und fest mit der Flasche verbunden sind, wodurch sich keine Einzelteile ablösen können (Belke et al. 2020:138).

Maßnahmen im Bereich der Abfalllogistik

Eine Maßnahme im Bereich der Abfalllogistik ist das Aufstellen von einer größeren Anzahl an verfügbaren Abfalleimern und die Verkürzung der Entleerungsintervalle. Befinden sich Abfalleimer in nächster Nähe, so sind BürgerInnen eher dazu geneigt den Abfall sachgemäß zu entsorgen. Bei häufigeren Leerungsintervallen spielt vor allem die bereits erwähnte „Broken-Window“-Theorie eine Rolle. Ist der Platz sauber, so wird weniger verschmutzt. Aus diesem Grund sollten Plätze, die besonders anfällig für Littering sind, häufiger gereinigt werden, damit die Hemmschwelle für Littering steigt. Hierfür ist auch entscheidend, dass die Abfalleimer regelmäßig entleert werden, damit der Abfall in den Papierkörben nicht übergeht, denn ansonsten kann es durch Wind leicht zu Verwehungen kommen, die die Plätze schnell verunreinigen und unordentlich wirken lassen (Belke et al. 2020:141).

Das Design von Abfallbehältern spielt auch eine wichtige Rolle, um Littering zu verhindern. Die spielerische Gestaltung von Abfallbehältern sorgt für viel Aufmerksamkeit und erhöht dadurch auch die Bereitschaft zur sachgemäßen Entsorgung von Abfällen, da der attraktiv gestaltete Eimer eher genutzt wird. Ein Beispiel dafür wären Fußspuren, die zum nächsten

Abfalleimer führen und dadurch auf die Entsorgungsmöglichkeiten aufmerksam machen (Gerlach et al. 2018, Gangl et al. 2022:17ff.).

Eine effektive Gestaltung von Abfalleimern, so dass Verwehungen verhindert werden, reduziert Littering-Mengen deutlich. Der Einsatz dieser Kübel ist besonders sinnvoll in windigen Gegenden, zum Beispiel an Stränden (Belke et al. 2020:142).

2.2.5 Sammlung und Behandlung von Littering-Abfällen

Gelitterte Abfälle werden bestenfalls nicht in der Umwelt belassen, sondern gesammelt und behandelt. Die Sammlung und Behandlung ist abhängig vom Anfallsort und der Art des Abfalls.

Fällt der gelitterte Abfall bei Gehsteigen, Straßen und Plätzen an, wird er meistens maschinell mit Hilfe einer Kehrmaschine entfernt. Bei Grünflächen und anderen Plätzen, an denen keine Kehrmaschinen eingesetzt werden können, wird der Abfall händisch bzw. mit Hilfe von Greifern eingesammelt. Zigarettenstummel können außerdem in schlecht zugänglichen Zwischenräumen (z.B. Kanalgitter, Fugen) verweilen. Diese bleiben vor Ort, bis es möglicherweise zu einer spezifischen Reinigung (z.B. Absaugen von Zwischenräumen) kommt. Diese Dienste werden sowohl von öffentlichen als auch privaten Dienstleistern durchgeführt. Anschließend wird der gesammelte Abfall einer geeigneten Behandlungsanlage zugeführt (Kaltenbrunner et al. 2021:15).

In Österreich wird der Kehrmaschineneinhalt (Kehricht), wie in Abbildung 1 dargestellt, zu 27% deponiert, 19% gehen in die thermische Verwertung, 14% werden in Behandlungsanlagen für Baurestmassen aufbereitet, 5% werden mechanisch-biologisch behandelt, 2% werden in Bodenbehandlungsanlagen aufbereitet und der Rest, 33%, werden anderweitig behandelt (BMK 2021:48).

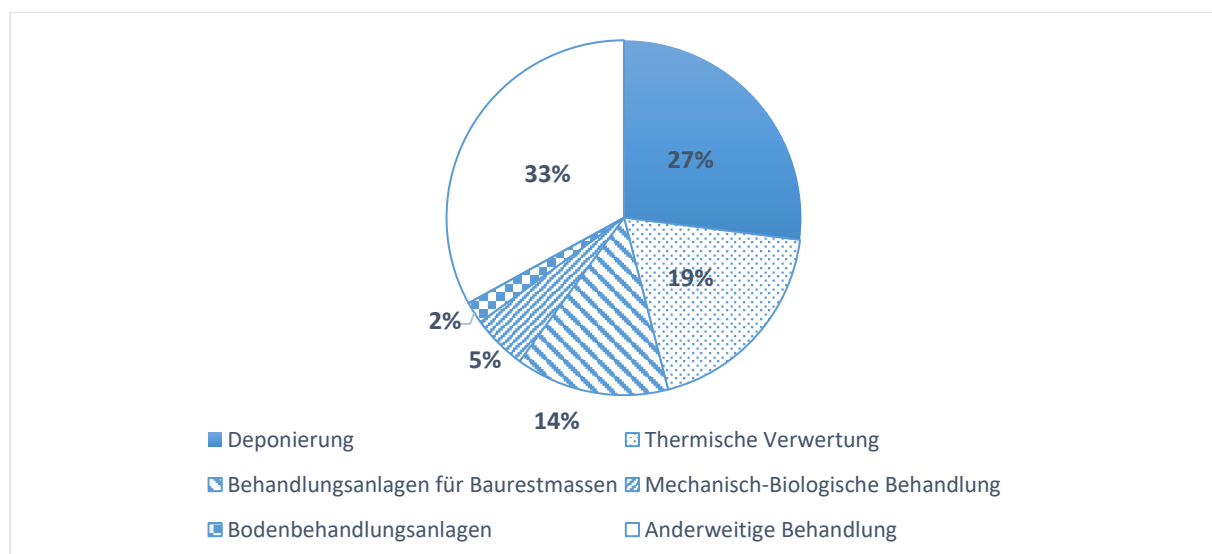


Abbildung 1: Behandlungswege des Kehrmaschineneinhaltes in Österreich (BMK 2021:48).

Neben öffentlichen Plätzen in Gemeinden und Städten befinden sich auch auf Landstraßen, Autobahnen, Bahngleisen, in Bahnhöfen und Gewässern gelitterte Abfälle, die entsorgt werden müssen. Die Sammlung und Behandlung erfolgen bei allen Akteuren unterschiedlich, aber weisen auch Gemeinsamkeiten auf. Bei allen Standorten werden die Abfälle eingesammelt, teilweise erfolgt eine Abtrennung von verwertbaren Abfällen, größere Abfälle werden abgetrennt und fachgerecht entsorgt. Die wesentlichen Kosten dabei sind die Personen- und Maschinenkosten, da die Sammlung von gelitterten Abfällen zeitaufwändig und kostenintensiv ist, und nicht die Entsorgungskosten (Stoifl & Oliva 2020:123).

2.2.6 Littering in Österreich

Da Littering ein präsenteres Thema für zahlreiche Institutionen darstellt, befasst sich dieses Kapitel damit wie verschiedene österreichische Akteure mit dieser Thematik umgehen.

In Österreich gibt es keine Organisation, die Littering auf nationaler Ebene, erfasst (KplusV 2020:26).

Es gibt jedoch einzelne Organisationen, die sich mit Littering auf verschiedenen Ebenen auseinandersetzen. Jährlich gibt es in allen Bundesländern Flurreinigungsaktionen, wo Freiwillige gelitterte Abfälle einsammeln. Diese Aktionen werden von unterschiedlichsten Akteuren (Land, Gemeinde, Feuerwehr etc.) organisiert und koordiniert. Meistens finden solche Aktionen in der Zeit zwischen April und Juni statt. Bei diesen Aktionen besteht die Möglichkeit sich als Privatperson, Schulklasse oder Gruppe anzumelden und daran teilzunehmen. Die Sammlung der Abfälle erfolgt meistens mit Säcken. Dabei findet allerdings größtenteils keine Trennung von stofflich verwertbaren Abfällen statt. Die gesammelten Säcke werden in die jeweiligen Altstoffsammelzentren (ASZ) gebracht und von dort aus weiter behandelt. Aufgrund des Verschmutzungsgrades der Abfälle ist eine Nachsortierung nicht möglich. Der Großteil der gesammelten Abfälle wird daher gemeinsam mit dem Restmüll entsorgt. Ein kleiner Anteil gelangt in die Entsorgungsschienen von Sperrmüll, Elektroaltgeräten, Problemstoffen oder verwertbaren Abfällen. Die in den letzten Jahren gesammelte Littering-Menge und die Anzahl der Teilnehmer bei den Flurreinigungsaktionen 2018 sind in Abbildung 2 ersichtlich (Stoifl & Oliva 2020:28, Stoifl & Oliva 2020:120).

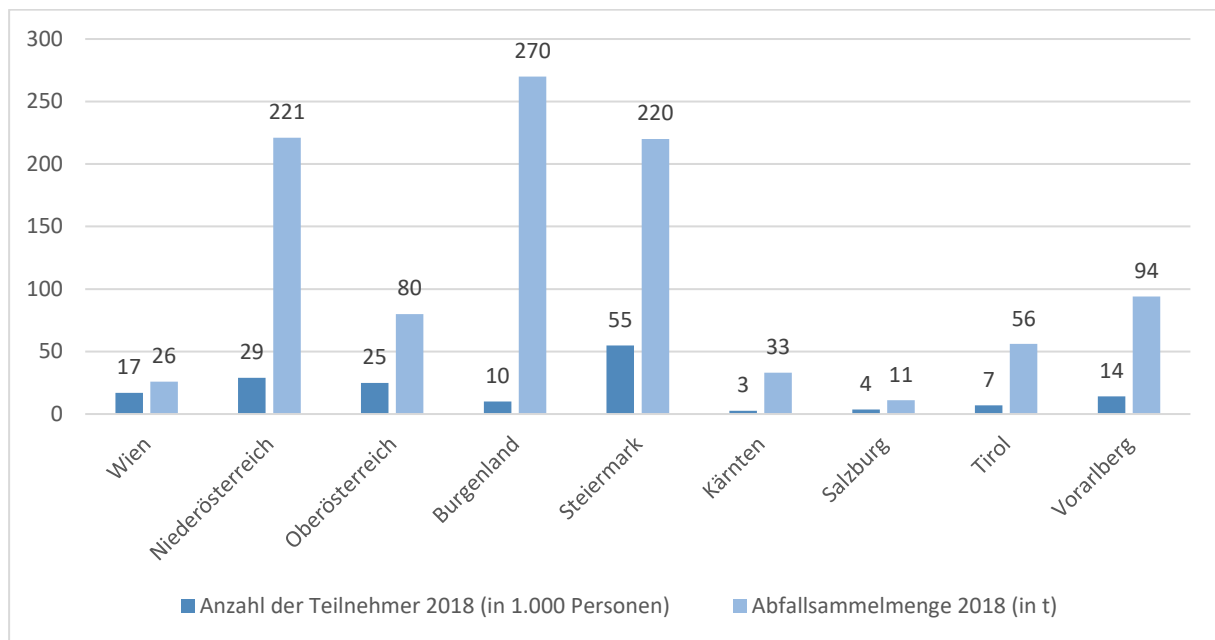


Abbildung 2: Teilnehmer und gesammelte Mengen an Abfall der einzelnen Bundesländer bei den Flurreinigungsaktionen 2018 (Stoifl & Oliva 2020:117).

2.2.6.1 Littering in den einzelnen Bundesländern

Da es in Österreich wie bereits zuvor erwähnt keine bundesweiten Littering-Aktionen gibt, finden diese Aktionen immer auf Landesebene statt. Aus diesem Grund werden in diesem Unterkapitel die Aktionen und Maßnahmen der einzelnen Bundesländer näher betrachtet.

Wien

Die Abteilung Abfallwirtschaft und Fuhrpark (MA48) ist in der Stadt Wien für die Abfallwirtschaft zuständig, wobei ihr vorrangiges Ziel ist Abfälle zu vermeiden und das Stadtgebiet sauber zu halten (Stoifl & Oliva 2020:28).

Seit 2008 ist das Wiener Reinhaltegesetz in Kraft. Laut den Bestimmungen dieses Gesetzes ist es in Wien verboten, Straßen mit öffentlichem Verkehr und öffentlich zugängliche Grünflächen zu verunreinigen. Ebenso sind die Verunreinigungen von öffentlichen Gewässern und Stadtmobiliar sind durch dieses Gesetz strafbar. Die Einhaltung dieser Vorschriften wird durch vom Magistrat bestellte Überwachungsorgane, sogenannten Waste-Watcher, kontrolliert. Die Waste-Watcher sind gesetzlich dazu ermächtigt, den Auftrag zur Beseitigung der Verunreinigungen zu erteilen und Verwaltungsstrafen bei Zuwiderhandeln zu verhängen (Stoifl & Oliva 2020:28).

In Wien finden seit 2010 jährlich Sauberheitskampagnen mit unterschiedlichen Schwerpunkten statt. In den letzten Jahren gab es vor allem die Schwerpunkte Hundekot, Zigarettenstummel und illegale Sperrmüllablagerung (Stoifl & Oliva 2020:32).

Die Stadt Wien hat eine kostenlose App mit dem Namen „Sag's Wien“ im Jahr 2017 vorgestellt. Über diese App können Nutzer die Stadt Wien auf Störungen, Gefahrenstellen und Verunreinigungen hinweisen (Stoifl & Oliva 2020:32).

Niederösterreich

Die Organisation der Abfallwirtschaft obliegt den niederösterreichischen Umweltverbänden gemeinsam mit dem Land Niederösterreich (Stoifl & Oliva 2020:32).

Im Jahre 2018 wurde eine öffentliche Kampagne mit dem Titel #Trennsetter gestartet. Durch diese Kampagne soll bei der Bevölkerung nachhaltig eine Verhaltensänderung eintreten und die Achtsamkeit im Umgang mit Abfällen gestärkt werden, sodass künftig Abfall nicht mehr unbewusst weggeworfen wird. Im Rahmen dieser Kampagne wird insbesondere auf die Wichtigkeit von korrektem Entsorgen und auf den Wert der Altstoffe unter dem Aspekt von Littering hingewiesen (Stoifl & Oliva 2020:38ff.).

In niederösterreichischen Volksschulen und Kindergärten wird ein Animationsfilm mit dem Titel „Sei ein Held! Lass nichts liegen!“ gezeigt, um Littering frühzeitig entgegenzuwirken (Stoifl & Oliva 2020:39).

Oberösterreich

Für die abfallwirtschaftliche Organisation ist der oberösterreichische Landesabfallverband und das Land Oberösterreich zuständig (Stoifl & Oliva 2020:39).

Neben der oberösterreichischen Flurreinigung gibt es noch eine Kampagne namens „Wirf nix raus“ bei dem Autofahrer die definierte Zielgruppe darstellen. Mit Plakaten wird darauf aufmerksam gemacht, dass der weggeworfene Abfall nicht von selbst verschwindet (Stoifl & Oliva 2020:43).

Um der Bevölkerung bewusst zu machen, wie viel achtlos weggeworfen wird und wie hoch der Aufwand der manuellen Sammlung ist, gibt es die Aktion „Jeder Pfeil ein Miststück“, wo Pfeile auf gelitterte Abfälle aufmerksam machen (Stoifl & Oliva 2020:44).

In der Vergangenheit gab es bereits eine Kampagne gegen Littering mit der insbesondere Jugendliche angesprochen werden sollten. Bei dieser Kampagne wurde mit humorvollen Plakaten auf problematische Zonen hingewiesen (Stoifl & Oliva 2020:44).

Burgenland

Für die Abfallwirtschaft sind in Burgenland der burgenländische Müllverband und das Land Burgenland verantwortlich (Stoifl & Oliva 2020:45).

Neben der Flurreinigung findet seit 2010 jährlich die Aktion „Sei keine Dreckschleuder – Straßengräben sind keine Mülldeponie“ statt. Ziel dieser Kampagne ist es auf die Problematik des achtlosen Wegwerfens entlang von Straßen und Radwegen hinzuweisen, da im

Burgendland jährlich rund 1.000 t Abfall in den Straßengräben anfallen. Für die Reinigung werden ca. 25.000 Arbeitsstunden benötigt und die Kosten belaufen sich auf 1 Mio. € pro Jahr. Besonders in der Nähe von Fast-Food-Restaurants und Tankstellen muss alle zwei bis drei Wochen eine Reinigung dieser Örtlichkeiten stattfinden. Diese Reinigung erfolgt manuell mittels Greifzangen und ist daher besonders zeitaufwendig. Diese gelitterten Abfälle bestehen zu zwei Drittel aus Verpackungen. Auf diese Aktion wird mit Hilfe von Plakaten und Sticker aufmerksam gemacht (Stoifl & Oliva 2020:48).

Steiermark

Die Gemeinden sowie die Abfallwirtschaftsverbände sind in der Steiermark für die Abfallwirtschaft zuständig (Stoifl & Oliva 2020:49).

Um die Bevölkerung bei der Thematik Littering mit einzubinden, wurde die Möglichkeit einer sogenannten „Putz-Patenschaft“ für einen gewissen Bereich geschaffen. Bei dieser Aktion können die Teilnehmer über die Homepage der Abfallwirtschaft Steiermark einen Bereich wählen, für den sie selbst verantwortlich sind, die gelitterten Abfälle regelmäßig zu beseitigen (Stoifl & Oliva 2020:54).

Kärnten

In Kärnten sind Abfallwirtschaftsverbände für die Abfallwirtschaft verantwortlich (Stoifl & Oliva 2020:54).

In Zukunft soll das Thema Littering im Bereich der Abfallwirtschaft eine größere Rolle spielen. AbfallberaterInnen werden in diesem Bereich gezielt geschult. Zusätzlich soll ein verstärkter Einsatz der Öffentlichkeitsarbeit in diesem Bereich inklusive neuer Kampagnen zu dieser Thematik stattfinden, sodass zukünftig intensiver auf dieses Thema aufmerksam gemacht werden kann (Stoifl & Oliva 2020:59).

Salzburg

Die Salzburger Entsorgungsbetriebe Abfallbeseitigung (SAB) und Zentrale Müllklärschlammverwertungsanlage GmbH (ZEMKA) sind gemeinsam mit dem Land Salzburg für die Organisation der Abfallwirtschaft auf Landesebene verantwortlich (Stoifl & Oliva 2020:60).

In Salzburg wurden bereits Littering-Studien durchgeführt, die das Littering in Salzburg im Detail analysieren. Diese Studien dienen auch dazu die Bevölkerung für dieses Thema zu sensibilisieren (Stoifl & Oliva 2020:62).

Tirol

In Tirol sind die Abfallwirtschaftsverbände für die Organisation der Abfallwirtschaft zuständig (Stoifl & Oliva 2020:62).

In diesem Bundesland spielt insbesondere der gelitterte Abfall in den Bergen eine wichtige Rolle. Aus diesem Grund wurden in diesem Bereich Plakate aufgestellt, die darauf hinweisen, dass der Abfall beim Verlassen des Bereiches wieder mitgenommen werden muss (Stoifl & Oliva 2020:64).

Vorarlberg

In Vorarlberg wurde ein Umweltverband eingerichtet, der gemeinsam mit den Gemeinden und ExpertInnen für die Abfall- und Umweltfragen des Landes verantwortlich ist (Stoifl & Oliva 2020:65).

Die Gemeinden in Vorarlberg zeigen sich besonders engagiert im Umgang mit dem Thema Littering. Dieses gesteigerte Engagement zeigt sich vor allem bei der großen Anzahl an öffentlichen Bewusstseins-Kampagnen, die in diesem Bundesland vorhanden sind. Eine beispielhafte Maßnahme, die in den Gemeinden durchgeführt wird, ist die Verteilung von gelben Pfeilen auf gelitterten Gegenständen, um auf den gelitterten Abfall aufmerksam zu machen (Stoifl & Oliva 2020:67).

2.2.6.2 Littering bei österreichischen Akteuren

ASFINAG

Die ASFINAG ist für rund 2.223 km österreichischer Schnellstraßen und Autobahnen verantwortlich. Die Aktiengesellschaft ist dabei für die Planung, Errichtung, Erhaltung und Finanzierung dieser öffentlichen Verkehrsflächen zuständig. Durch die öffentliche Nutzung der Straßen fallen auch Abfälle an. Zu diesen Abfallmengen gehört einerseits der Straßenkehricht und der Baum- und Grünschnitt, der entsorgt werden muss. Andererseits verursachen auch die VerkehrsteilnehmerInnen Abfall bei der Benutzung der Straßen. Es besteht die Möglichkeit diese Abfälle ordnungsgemäß an den verfügbaren 51 Parkplätzen und 87 Raststationen zu entsorgen. Allerdings ist an diesen Plätzen keine Abfalltrennung vorhanden und die Abfälle werden regelmäßig unsachgemäß an den Rastplätzen und während dem Fahren entlang der Wegstrecken weggeworfen. In Tabelle 1 sind die Abfallmengen und -kosten, die die ASFINAG 2018 auf Raststationen, Parkplätzen und entlang der Straße erfasst hat, dargestellt. Diese Abfallmengen und -kosten sind exklusiv des Baum- und Strauchschnittes (Stoifl & Oliva 2020:68ff.).

Tabelle 1: Abfallaufkommen auf den österreichischen Schnellstraßen und Autobahnen sowie deren Kosten (Stoifl & Oliva 2020:69).

Bundesland	Abfallaufkommen	Kosten
	[t]	[Mio.€]
Niederösterreich	1 738	2,6
Steiermark	1 462	2,2
Oberösterreich	1 353	2,1
Salzburg	1 328	2
Tirol	1 005	1,4
Kärnten	745	1,1
Vorarlberg	530	0,9
Burgenland	575	0,9
Wien	36	0,1
Summe	8 772	13

Die größten gelitterten Abfallmengen werden auf den Autobahnzubringern und den Rastplätzen gefunden, entlang der Straßen kommt es meist bloß zu unbeabsichtigten Verwehungen z.B. Transportabdeckungen. Insbesondere Fast-Food-Ketten entlang der Autobahn sorgen für verstärktes Littering-Auftreten in der Nähe dieser Restaurants (Stoifl & Oliva 2020:70).

2018 wurden rund 1.800 t der 8.772 t (siehe Tabelle 1) manuell eingesammelt. Bei diesen Mengen handelt es sich sowohl um gelitterte Abfälle als auch illegale Müllablagerungen. Allein für das händische Sammeln dieser Abfälle entstehen Kosten in der Größe von rund 7 Mio. €. Die gesamten Sammlungs- und Entsorgungskosten der 8.772 t belaufen sich auf rund 13 Mio. €. Aus dieser Darstellung ist somit ersichtlich, dass die manuelle Sammlung der Abfälle für rund 53 % der Gesamtkosten verantwortlich ist und somit der kostenintensivste Schritt der Beseitigung ist. Der gelitterte Anteil der jährlich anfallenden Abfallmenge wird von der ASFINAG auf 5-10 % geschätzt. Das bedeutet für das Jahr 2018, dass rund 400-800 t gelittert wurden (Stoifl & Oliva 2020:70ff.).

Mit Plakatkampagnen geht die ASFINAG verstärkt gegen Littering und illegale Müllablagerungen an öffentlichen Straßen und Autobahnen sowie an Parkplätzen und Raststationen vor (Stoifl & Oliva 2020:71).

Österreichische Bundesbahn (ÖBB)

Die ÖBB betreut in Österreich insgesamt 1.061 Bahnhöfe und Haltestellen. Bei der Verwaltung dieser Örtlichkeiten fallen auch große Abfallmengen an. Neben den ordnungsgemäß entsorgten Abfällen, werden auch Abfälle gelittert.

Eine getrennte Erfassung der gelitterten Abfälle ist nicht vorhanden, da diese nach der Einsammlung gemeinsam mit den ordnungsgemäß entsorgten Abfällen weiter behandelt werden. Aus diesem Grund ist keine Abschätzung der Littering-Mengen möglich. Die gelitterten Abfälle werden manuell eingesammelt. Teilweise werden dabei verwertbare Abfälle getrennt gesammelt (Stoifl & Oliva 2020:82ff.).

Neben dem Littering stellt vor allem die illegale Müllablagerung ein enormes Problem für die ÖBB dar. Entlang der Bahngleise werden Altöle, Altreifen, Bauschutt etc. illegal entsorgt. 2018 sind ca. 340 t angefallen, die Sammel- und Verwertungskosten in der Höhe von 100.000-150.000 € verursacht haben (Stoifl & Oliva 2020:83).

2.3 EPR-Kosten im EU-Vergleich

Da die Einwegkunststoffrichtlinie in der gesamten europäischen Union in Kraft ist, werden in diesem Kapitel ausgewählte Staaten der europäischen Union und deren im öffentlichen Raum anfallenden abfallwirtschaftlichen Kosten näher betrachtet. Die Kosten inkludieren hierbei Überwachungskosten, Reinigungskosten und Kosten, die bei der Wartung und Entleerung von Papierkörben entstehen. Die Kosten, die durch die Produktgruppen der Einwegkunststoffrichtlinie anfallen, können in vielen Staaten nicht getrennt von den anderen Produktgruppen erfasst werden. Bei dem Großteil der unten angeführten Kosten handelt es sich um allgemeine Sammel- und Entsorgungskosten. Vorweg kann gesagt werden, dass den meisten Ländern wenig, bis gar keine Informationen über die EPR-Mengen und deren Kosten zur Verfügung steht, da dieser Bereich bis dato kaum erforscht ist.

Österreich

In Österreich ist derzeit die neueste Studie zum Thema Mengen und Kosten der Einwegkunststoffe der erweiterten Herstellerverantwortung verfügbar. In der Studie des Technischen Büros Hauer aus dem Jahr 2021 werden die Abfallmengen und die Kosten der Kommunen mittels Fragebögen erhoben und anschließend ausgewertet. Die Kommunen werden hierbei in verschiedene Größenklassen eingeteilt. Die erste Klasse umfasst weniger als 1.000 Einwohner pro Kommune, 1.000-10.000 Einwohner bilden die nächste Klasse, 10.000-100.000 Einwohner stellen die vorletzte Klasse und mehr als 100.000 Einwohner pro Kommune stellen die letzte Größenklasse dar (Technisches Büro Hauer 2021:6).

Die Untersuchung der Papierkorbinhalte ergibt, dass in Österreich abhängig von der Anzahl der aufgestellten Papierkörbe pro Region zwischen 7 kg und 2.000 kg pro Papierkorb und Jahr anfallen. Die Masse der in den Papierkörben gesammelten Abfälle variiert stark abhängig von der Gemeindegröße. Während in kleinen Kommunen lediglich 1 kg Abfall pro Einwohner und Jahr anfällt, sind es in Städten (größer 100.000 Einwohner) 13 kg Abfall pro Einwohner und Jahr (Technisches Büro Hauer 2021:8).

In kleinen Kommunen fallen pro km Straße ca. 0,1 kg Abfall an und in großen ungefähr 2,7 kg pro km Straße (Technisches Büro Hauer 2021:9).

In Tabelle 2 sind die gesamten Sammelkosten, die pro Kommune-Klasse und pro 1.000 Einwohner anfallen dargestellt. Bei dieser Darstellung werden die Aufwände, die für EPR-Produkte anfallen noch nicht separat ausgeführt (Technisches Büro Hauer 2021:14).

Tabelle 2: Sammelkosten pro 1.000 Einwohner (EW) je Kommunen-Größenklasse (Technisches Büro Hauer 2021:14).

Kommunen-Größenklasse	Kosten [€/(1.000 EW*a)]
< 1.000	5.480
1.000-10.000	8.360
10.000-100.000	15.280
>100.000	22.960
Gesamt Österreich	14.000

Für ganz Österreich ergeben sich daher hochgerechnet Sammelkosten in der Höhe von 121 Mio. € pro Jahr. Zusätzlich fallen noch Kosten bei Straßenverwaltern und öffentlichen Verkehrsmitteln an, die zu den Sammelkosten gezählt werden und somit Aufwände in der Höhe von 141 Mio. € pro Jahr ergeben. Neben Sammelkosten fallen österreichweit jährlich noch Entsorgungskosten in der Höhe von 9,5 Mio. € und Infrastrukturkosten von 3,5 Mio. € an. Österreichweit bedeutet dies Gesamtkosten in der Höhe von 155 Mio. € pro Jahr, was 18 €/(EW*a) entspricht. Bei dieser Studie werden keine Kosten, die im Zuge der Öffentlichkeitsarbeit (Sensibilisierungsmaßnahmen) anfallen, miteinbezogen (Technisches Büro Hauer 2021:15).

In der Studie werden die Anteile der EPR-Produkte anhand verschiedener österreichischer Abfallanalysen ermittelt. Die Auswertung der Analysen ergibt einen EPR-Anteil von 11 Masse- %, 25 Volumen- % und 25 Stück- %. Beim EPR-Anteil wird nicht nach verschiedenen Erfassungssystemen, welche abhängig von der Art und Ort der Erfassung der Abfälle sind, unterschieden. Mögliche Erfassungssysteme sind „Papierkörbe“, „Kehrmaschinen“ oder manuelle Reinigung von Streumüll, der im Grünraum („Streumüll Grünraum“) oder Straßenraum („Streumüll Straßenraum“) anfällt, wobei als Streumüll, jene Abfälle bezeichnet werden, die in der Umwelt verteilt sind und nicht in Abfalleimern entsorgt werden. Bei der Studie des Technischen Büros Hauer wird der EPR-Anteil über alle Erfassungssysteme als gleich angenommen (Technisches Büro Hauer 2021:16ff.).

Mit einem Teilungsschlüssel von 11 Masse- % ergeben sich österreichweit jährlich EPR-relevante Kosten in der Höhe von 17 Mio. € bzw. 1,86 € pro Kopf. Bei einem Teilungsschlüssel von 25 % nach Volumen bzw. Stück ergeben sich jährlich Kosten von 39 Mio. € bzw. 4,46 € pro Kopf (Technisches Büro Hauer 2021:20ff.).

Belgien

In Belgien findet alle 2 Jahre eine Evaluierung der Menge und der Kosten statt. Vorwiegend sind Gemeinden für die Reinigung verantwortlich. Die Erhebung der Kosten erfolgt mittels Fragebogen, den die Gemeinden und andere Vereinigungen, die für die öffentlich anfallenden Abfälle verantwortlich sind, ausfüllen. Die Ergebnisse der Erhebung sind die Gesamtkosten des Abfalls und die Kosten des Abfalls pro Kopf. Die Ergebnisse werden nach Akteuren (Gemeinden, Provinzen, Intercommunales, flämische Agenturen und Mooimakers (das nationale Programm zum Thema Littering), aber nicht nach Aktivitäten (Prävention, Politik, tatsächliche Säuberung usw.) unterschieden. Es gibt auch keine Differenzierung von den Produkten, die von der erweiterten Herstellerverantwortung betroffen sind (KplusV 2020:27).

Die Kosten der öffentlich anfallenden Abfälle für alle Beteiligten werden auf 25 € pro Kopf im Jahr 2015 und 21 € pro Kopf im Jahr 2017 geschätzt. Die Kosten, die für die Kommunen anfallen, werden auf 24 € pro Kopf im Jahr 2015 und 18 € pro Kopf im Jahr 2018 geschätzt (einschließlich des Leerens von Abfallbehältern und ohne illegales Abladen von Abfällen) (KplusV 2020:28).

Bei dieser Erhebung werden auch die öffentlich anfallenden Abfallmengen erfasst. Die jährliche Gesamtabfallmenge beträgt etwa 20.000 t. Dies umfasst alle Arten von Abfall und schließt ordnungsgemäß entsorgten Abfall in Abfallbehältern und illegale Deponien aus. Dies entspricht etwa 3,1 kg Abfall pro Kopf. Bei Miteinbeziehung des ordnungsmäßig entsorgten Abfalls in Papierkörben, beträgt die jährliche Gesamtabfallmenge 25.085 t oder 3,85 kg pro Kopf. Basierend auf den Zahlen der Studie von 2017 bedeutet dies, dass rund 20 % des öffentlich anfallenden Abfalls korrekt in Abfallbehältern entsorgt werden (KplusV 2020:35).

Dänemark

Zurzeit sind die jährlichen Gesamtkosten für öffentlich anfallende Abfälle in Dänemark nicht bekannt. Die Kosten der Gemeinden und anderer Parteien werden nicht auf nationaler Ebene überwacht und es wurden keine Studien zu den Kosten der Abfallsammlung durchgeführt (KplusV 2020:28).

Es gibt jedoch einige Indikatoren zu den Kosten. Die Website von „Ren Natur39“ berichtet beispielsweise, dass die jährlichen Kosten für öffentlich anfallende Abfälle in Dänemark zwischen 500 Mio. DKK und 1 Mrd. DKK (oder 67 Mio. € - 135 Mio. €) liegen. Wie auf der Website berichtet, handelt es sich jedoch um eine sehr grobe Schätzung mit einer breiten Spanne. Die dieser Schätzung zugrunde liegenden Daten, werden jedoch nicht veröffentlicht (KplusV 2020:28ff.).

In einer Studie vom Jahr 2007 wurden Kosten von mehreren Kommunen und Organisationen gemeldet. Aufgrund der Beschreibung wird davon ausgegangen, dass diese Kosten das Entleeren von Abfallbehältern und das Reinigen von Abfällen umfassen, nicht jedoch die Behandlung und Prävention. In der Gemeinde Aarhus fielen im Jahr 2007 rund 0,42 Mio. € an, das waren 4,83 € pro Person pro Jahr. In Helsingør fielen 0,52 Mio. € jährlich und 8,58 € pro

Kopf an. Darüber hinaus heißt es in dieser Studie aus dem Jahr 2007, dass die gesamten öffentlichen Ausgaben (nationale und lokale Regierung) für die öffentliche Reinigung auf und in der Nähe von Straßen auf jährlich 50,7 Mio. DKK (6,8 Mio. €) geschätzt werden. Auch hier handelt es sich um eine Schätzung mit großer Fehlerquote, da die Kosten nicht nach Sammlung von Abfällen und Pflege der öffentlichen Umwelt differenziert werden können (KplusV 2020:29).

Auch über die Gesamtmenge an öffentlich anfallenden Abfällen stehen in Dänemark keine Daten zur Verfügung. Jedoch berichtet die Gemeinde Aarhus, dass im Jahr 2006 11 t Abfall in Parks und Wäldern und ungefähr 300 t Abfall auf Straßen gesammelt wurden. Die 300 t, die auf Straßen gesammelt wurden, enthalten jedoch auch Sand und organisches Material wie Blätter, was die Menge des gesammelten Abfalls beträchtlich erhöht. Wie auch in Österreich finden jährlich landesweite Aufräumaktionen statt. 2007 sammelten rund 10.500 Freiwillige bei der eintägigen Aktion 187 t gelitterten Abfall. Basierend auf diesen Zahlen ist es allerdings nicht möglich eine Aussage über die Menge des jährlich gesammelten, gelitterten Abfalls auf nationaler Ebene zu tätigen (KplusV 2020:36).

Finnland

Derzeit sind die Kosten, die durch öffentlich anfallende Abfälle entstehen, auf nationaler Ebene in Finnland unbekannt. Es gibt zwar eine Studie aus dem Jahr 2015, diese befasst sich jedoch im Allgemeinen mit der Bewirtschaftung öffentlicher Außenflächen. Bei dieser Studie ergaben sich nationale Kosten von rund 70 Mio. €. Der Anteil der Kosten, die durch Littering bzw. Bereitstellung und Entleerung von Papierkörben verursacht werden, ist nicht eruiert worden. Außerdem inkludieren die Kosten dieser Studie keine Öffentlichkeitsarbeit und Behandlung der Abfälle (KplusV 2020:30).

Über die anfallende Menge in Finnland ist ebenfalls nichts bekannt (KplusV 2020:36).

Deutschland

In Deutschland sind die Kommunen für die Erhaltung einer sauberen Umwelt in ihrem jeweiligen Gebiet verantwortlich. Sie melden jährlich die Kosten der Reinigung und die Kehrmaschinenabfallmengen an die Bundesländer. Die Berichte an die Bundesländer sind nicht öffentlich zugänglich, weshalb die Kosten zur Littering-Beseitigung national nicht bekannt sind (KplusV 2020:30).

Eine Studie, die vom Verband kommunaler Unternehmen (VKU), betreut wird, befasst sich mit den Kosten der öffentlich anfallenden Abfälle. Der Zweck dieser Studie ist die Entwicklung einer Methodik zur Ermittlung der Zusammensetzung, Mengen und Kosten verschiedener Kunststoffprodukte einschließlich der Produktgruppe der Einwegkunststoffe nach Artikel 8 der SUP-Richtlinie (EPR-Produkte) (KplusV 2020:30).

Ziel dieser Studie ist es, die jährlichen Kosten pro Kopf (in €) öffentlicher Einrichtungen zu ermitteln, differenziert nach:

- Reinigungs-, Sammel- und Transportkosten (einschließlich Infrastruktur),
- Behandlungskosten,
- Kosten für Sensibilisierungsmaßnahmen (Sensibilisierung) (KplusV 2020:31).

In Großstädten mit einer Einwohnerzahl größer als 100.000, ist der Anteil der EPR-Produkte im öffentlichen Raum bei 6,4 Gewichtsprozent (Gew.- %) bzw. bei 21,7 Volumensprozent (Vol.- %). Die Einwegkunststoffe des Artikel 5 der Richtlinie, die ab 2021 verboten sind, haben einen Anteil von 0,3 Gew.-% bzw. 2,6 Vol.-%. Weitere Verpackungen, die nicht in der Einwegkunststoffrichtlinie geregelt sind, wie Glas, Metall etc. haben einen Anteil von 11,9 Gew.- % und 13,8 Vol.- %. Die Restmenge von ca. 81 Gew.- % und 61 Vol.- % besteht aus Küchen- und Lebensmittelabfällen, Grünabfällen (z. B. Laub, Blüten, Äste), sowie inertem Material (z. B. mineralische Verschmutzungen). Es gibt einen erheblichen Unterschied der Anteile der Einwegkunststoffe bei den einzelnen Erfassungssystemen. Während in Papiereimern im Straßenraum mit über 39 Vol.- % der größte Anteil an EPR-Produkten vorhanden ist, werden in Abfällen aus Sinkkästen lediglich 11 Vol.- % ermittelt. Bei den Einwegkunststoffen machen die Gruppen Take-Away-Verpackungen, To-Go-Becher und Kunststofftragetaschen mit 4,6 Gew.- % und 20,1 Vol.- % den größten Anteil aus, gefolgt von Tabakprodukten mit 1,5 Gew.- % und 1,2 Vol.- %, anteilmäßig eher irrelevant sind die Fraktionen der Feuchttücher und Luftballone mit 0,2 Gew.- % und 0,4 Vol.- %. Die Einwegkunststoffe sind für 28,2 % der Gesamtkosten der öffentlich anfallenden Abfälle verantwortlich, was in etwa 14,3 € pro Kopf und Jahr entspricht, wenn die Einwegkunststoffe des Artikel 5 der SUP-Richtlinie ebenfalls miteinbezogen werden. Werden allerdings nur die Einwegkunststoffe des Artikel 8 betrachtet, so betragen die Kosten für eine Großstadt ungefähr 13,2 € pro Kopf und Jahr. Mit 8,5 €/Einwohner und Jahr (€/EW*a) ist das Entsorgungssystem von Streumüll im Straßenraum am teuersten. An zweiter Stelle mit 2,6 €/EW*a ist das Entsorgungssystem Papiereimer im Straßenraum. (Gellenbeck & Reuter 2020:12ff.).

Diese Untersuchungen und Berechnungen wurden auch für deutsche Mittel- und Kleinstädte durchgeführt, um anschließend deutschlandweite Aussagen treffen zu können. Durch eine Hochrechnung ergab sich in weiterer Folge, dass die EPR-Produkte bundesweit einen Gewichtsanteil von 5,4 Gew.- % und einen Volumenanteil von 19,3 Vol.- % aufweisen. Die Einwegkunststoffe nach Artikel 5 der SUP-Richtlinie haben einen Anteil von 0,3 Gew.-% bzw. 2,7 Vol.-%. Andersartige Verpackungen machen einen Anteil von 14,9 Gew.- % bzw. 17 Vol.- % aus. Die Restmenge ergibt ca. 78 Gew.- % und 60 Vol.- %, die aus Grünabfällen, Küchen- und Lebensmittelabfällen sowie inertem Material besteht. Rund 40 Vol.-% der Papierkorbabfälle setzen sich aus Einwegkunststoffen (sämtliche Kunststoffe aus Artikel 8 und Artikel 5 der SUP-Richtlinie) zusammen, unterdessen werden im Bereich des Streumülls etwa 30 Vol.- % und bei dem Straßenkehrsicht und den Abfällen aus Sinkkästen jeweils ca. 10 Vol.- % der Einwegkunststoffe eruiert (Gellenbeck & Reuter 2020:22ff.).

Bundesweit ergeben sich Kosten von 9,1 €/EW*a für die Einwegkunststoffe gemäß Artikel 8 und 5 der Einwegkunststoffrichtlinie. Werden allein die Kosten der Einwegkunststoffe des

Artikel 8 der Richtlinie betrachtet, fallen 8,3 €/ (EW*a), wovon in etwa 5,5 €/ (EW*a) auf die Take-Away-Verpackungen, To-Go-Becher etc., 2,7 €/ (EW*a) auf die Tabakprodukte mit Filter und lediglich 0,1 €/ (EW*a) auf die Feuchttücher / Luftballons entfallen (Gellenbeck & Reuter 2020:22ff).

Die neueste Studie zum Thema der erweiterten Herstellerverantwortung stammt aus dem Jahr 2022 und wurde vom Umweltbundesamt Deutschland durchgeführt. Dieser Bericht stellt eine Anleitung zur Berechnung der Kosten, die durch EPR-Produkte verursacht werden, zur Verfügung. Bei dem vorgestellten Kostenmodell wird zwischen Kostenaufwänden die innerorts (innerhalb einer Kommune) und außerorts (in Wäldern, auf Stränden etc.) anfallen unterschieden. Zur Ermittlung der anfallenden Mengen und Kosten pro Erfassungssystem (Kehrmaschine, Streumüll Straßenraum, Papierkorbentleerung Straßenraum, Papierkorbentleerung Grünraum, manuelle Reinigung Grünflächen, Sinkkasten) werden Fragebögen an teilnehmende Kommunen ausgesendet. Zusätzlich werden mit diesen Fragebögen auch die Entsorgungskosten, Overheadkosten, jene Kosten die unabhängig vom Erfassungssystem anfallen und indirekt Sammelkosten beeinflussen und Sensibilisierungskosten erhoben. Basierend auf den Ergebnissen der Abfallzusammensetzung der zuvor erwähnten VKU-Studie mit der Verschneidung der neu erhobenen Mengen kann eine prozentuelle Verteilung der EPR-Produkte deutschlandweit innerorts und außerorts angenommen werden (siehe Tabelle 3) (Wilts et al. 2022:81ff., Wilts et al. 2022:94).

Tabelle 3: Kostenaufwände der einzelnen EPR-Produkte pro Erfassungssystem (Wilts et al. 2022:94).

	innerorts							außerorts			Summe
	Straßenkehrricht	Streumüll	Papierkorb	Streumüll	Papierkorb	Sinkkästen	Summe	Streumüll	Papierkorb	Summe	
		Straße	Straße	Grünfläche	Grünfläche						
	[€/E*a]	[€/E*a]	[€/E*a]	[€/E*a]	[€/E*a]	[€/E*a]	[€/E*a]	[€/E*a]	[€/E*a]	[€/E*a]	[€/E*a]
EWK-Produkte	0,345	2,841	0,864	0,541	0,472	0,034	5,096	0,036	0,087	0,123	5,219
Lebensmittelbehälter	0,01	0,242	0,179	0,058	0,11	0	0,599	0,004	0,026	0,03	0,629
Tüten u. Folienverpackungen	0,097	0,359	0,132	0,076	0,073	0,012	0,748	0,014	0,023	0,037	0,785
Getränkebehälter bepfandet	0	0,002	0,001	0	0,001	0	0,004	0	0	0	0,005
Getränkebehälter nicht bepfandet	0,032	0,206	0,136	0,059	0,091	0,003	0,526	0,006	0,012	0,018	0,545
Getränkebecher	0,044	0,335	0,281	0,062	0,124	0,001	0,848	0,006	0,019	0,025	0,873
Leichte Kunststofftragetaschen	0,016	0,158	0,064	0,033	0,039	0	0,31	0,003	0,006	0,009	0,319
Feuchttücher	0,008	0,052	0	0,014	0	0,001	0,075	0,002	0	0,002	0,077
Luftballons	0	0,033	0	0,018	0	0	0,052	0	0	0	0,052
Tabakprodukte	0,137	1,454	0,07	0,222	0,034	0,017	1,934	0,001	0,001	0,001	1,935
Sonstiges/ Nicht-EPR-Produkte	10,928	6,905	2,308	1,674	1,256	1,549	24,62	0,066	0,125	0,191	24,811
Summe	11,273	9,746	3,171	2,215	1,728	1,583	29,716	0,102	0,212	0,314	30,03

Dieser Bericht schlägt vor, die anfallenden Kosten über Abgabesätze pro In-Verkehrgebrachter Menge an EPR-Produkt einzutreiben. Hierzu werden die anfallenden Kosten durch die am Markt bereitgestellten Mengen dividiert. Durch das Ergebnis dieser Berechnung ergibt sich anschließend ein spezifischer Abgabesatz pro EPR-Fraktion. Die empfohlenen Kostensätze sind in Tabelle 4 aufgelistet (Wilts et al. 2022:95).

Tabelle 4: Vorgeschlagene Abgabesätze pro EPR-Produkt (Wilts et al. 2022:95).

EPR-Produkte	Abgabesatz
	[€/kg]
Lebensmittelbehälter	0,177
Tüten u. Folienverpackungen	0,871
Getränkebehälter bepfandet	0,001
Getränkebehälter nicht bepfandet	0,245
Getränkebecher	1,231
Leichte Kunststofftragetaschen	3,79
Feuchttücher	0,06
Luftballons	4,338
Tabakprodukte	8,945

Italien

Die auf nationaler Ebene durch öffentlich anfallende Abfälle verursachten Kosten sind derzeit nicht bekannt. Im Rahmen einer Studie wurden jedoch auf Grundlage einer mehrjährigen Erhebungsstudie unter Gebrauch von Daten aus der Provinz Varese in Norditalien die nationalen Kosten von Littering berechnet. Bei dieser Studie wurde im Erhebungszeitraum von 2008, 2010 und 2011 eine Umfrage an alle Gemeinden dieser Provinz verschickt. Die Umfrage hat eine Beteiligungsrate von rund 50 % aller angeschriebenen Gemeinden ergeben. Im Rahmen dieser Untersuchung werden die Gemeinden angehalten, die Gesamtkosten der städtischen Hygienekosten anzugeben und dabei eine Abgrenzung zwischen den Kosten der Abfallwirtschaft und des Litterings vorzunehmen. Aus den gesammelten Daten der Gemeinden, die Ausgaben für das Kehren von Straßen in der Höhe von mindestens 2 € pro Kopf verzeichnen, betragen die durchschnittlichen jährlichen Kosten für die Jahre 2008, 2010 und 2011 pro Kopf 4,50 € und pro km² 1.580 €. Die so berechneten Kosten beinhalten zwar die Kosten für die Reinigung, sind jedoch exklusive der Vorbeugungskosten wie Kampagnen und der Behandlungskosten zu verstehen. Unklar ist, ob diese Kosten die Reinigung oder Entleerung von Abfallbehältern inkludieren. Hochgerechnet geben die Gemeinden in der Provinz Varese in den Jahren 2008, 2010 und 2011 durchschnittlich zwischen 1,5 Mio. € und 4 Mio. € aus, um die Kosten für die Beseitigung zurückgelassener Abfälle zu decken. Basierend auf den Ergebnissen dieser Studie werden die jährlichen Kosten in Italien auf 272 Mio. € – 476 Mio. € geschätzt. Da somit die Kosten pro Kopf mit 4,50 € in Italien deutlich

geringer ausfallen als in anderen Ländern, wo sich die Kosten in einer Spannbreite zwischen 20-36 € pro Kopf befinden, kommt die Studie zum Schluss, dass die tatsächlichen Kosten möglicherweise deutlich höher sind als die Schätzung ergeben hat (KplusV 2020:31ff.).

Über die verursachten Mengen gibt es zurzeit kein verfügbares Datenmaterial (KplusV 2020:37).

Niederlande

Die neueste nationale Studie zum Thema öffentlich anfallender Abfälle wurde 2010 durchgeführt. Die Kosten werden auf Basis einer Stichprobe von 30 Gemeinden und Interviews mit 22 nationalen und regionalen Parteien geschätzt. Die Kosten inkludieren Sammlung, Transport und Behandlung von öffentlich anfallenden Abfällen (sachgemäß und unsachgemäß entsorgte Abfälle) sowie die Kosten für Sensibilisierungsmaßnahmen. Zwischen EPR-Abfällen und Nicht-EPR-Abfällen wird jedoch keine Differenzierung vorgenommen. Eine Schätzung ergibt Gesamtkosten von rund 250 Mio. € bzw. 15 € pro Kopf. 77 % dieser Kosten werden von Kommunen, 23 % der Kosten werden von regionalen und nationalen Organisationen getragen. Den größten Anteil der Kosten verursacht die Ausführung der Entsorgung und somit Personal- und Kehrkosten (KplusV 2020:32ff.).

Auch in den Niederlanden wurden bis dato keine Mengen des öffentlich anfallenden Abfalls veröffentlicht (KplusV 2020:37).

Schweden

Auf nationaler Ebene stehen derzeit keine Informationen über anfallende Littering-Kosten und Littering-Mengen zur Verfügung. Eine schwedische Studie erwähnt, dass nur 16 % der Kommunenangaben, Daten zu den Kosten für das Sammeln von Abfällen zu haben. In Schweden ist nichts über Littering-Mengen bekannt (KplusV 2020:34ff., KplusV 2020:38).

Zusammenfassung

Um die oben angeführten Daten besser vergleichen zu können, werden sie in Tabelle 5 übersichtlich dargestellt. Wie ersichtlich ist, gibt es bei wenigen Mitgliedsstaaten der europäischen Union Auskunft über Mengen und Kosten hinsichtlich der EPR-Produkte. Bei manchen Ländern gibt es Auskünfte über Kosten, die auf nationaler Ebene anfallen, wobei die angegebenen Kosten in Finnland sämtliche Aufwände zur Bewirtschaftung der Außenfläche angegeben wird. Gut vergleichbare pro Kopf Kosten, die sich auf Aufwände, die durch öffentliche anfallende Abfälle entstehen, beziehen, gibt es in den Ländern Österreich, Belgien und Dänemark. Hierbei sind die Kosten mit 18 € pro Kopf in Österreich und 21 € pro Kopf in Belgien sehr ähnlich. Dänemark unterscheidet sich hier stark mit bloß 4,83 bis 8,58 € pro Kopf. Hier muss aber gesagt werden, dass sich diese Kosten auf eine Studie von zwei Gemeinden aus dem Jahr 2007 beziehen und deshalb wenig aussagekräftig sind. Nur in Österreich und Deutschland können Studien gefunden werden, die EPR-Kosten pro Kopf und Jahr angeben. Alle drei Kosten variieren, während die österreichische Studie vom Technischen Büro Hauer

von pro Kopf Kosten von 1,86 € ausgeht, schätzt die VKU-Studie aus Deutschland die deutschlandweiten Kosten auf 8,3 € pro Kopf, das deutsche Umweltbundesamt geht von 5,2 € pro Kopf aus. Auch die öffentlich anfallenden Abfallmengen unterscheiden sich in Belgien und Österreich voneinander. Zusammenfassend kann gesagt werden das bis dato die Mengen und Kostenaufwände, die EPR-Produkte verursachen, in den meisten EU-Mitgliedsstaaten noch nicht umfassend untersucht werden. In den Ländern Österreich und Deutschland gibt es jedoch bereits erste, umfassende Studien, die sich genauer mit der Thematik auseinandersetzen.

Tabelle 5: Zusammenfassung der erwähnten Zahlen der ausgewählten EU-Mitgliedsstaaten (KplusV 2020, Gellenbeck & Reuter 2020, Technisches Büro Hauer 2021, Wilts et al. 2022).

	Kosten auf nationaler Ebene	Abfallkosten pro Kopf	EPR-Kosten pro Kopf	Abfallmengen pro Kopf
	[Mio. €/a]	[€/EW*]	[€/(EW*a)]	[kg/EW*]
Österreich	155	18	1,86	1-2,7
Belgien	-	21	-	3,85
Dänemark	67-135	4,83-8,58	-	-
Finnland	70*	-	-	-
Deutschland 1**	-	-	8,3	-
Deutschland 2***	-	-	5,219	-
Italien	272-476****	-	-	-
Niederlande	250	15	-	-
Schweden	-	-	-	-

* nationale Kosten, die generell die Aufwände zur Bewirtschaftung der Außenflächen beinhalten.

**mit Deutschland 1 sind die Ergebnisse der VKU-Studie aus dem Jahr 2020 gemeint (Gellenbeck & Reuter 2020).

***mit Deutschland 2 sind die Ergebnisse des Kostenmodells des deutschen Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2022 gemeint (Wilts et al. 2022).

2.4 Aufbau und Ablauf der Stadtreinigung Graz

In dieser Arbeit wurden die durch die Einwegkunststoffprodukte der erweiterten Herstellerverantwortung (EPR-Produkte) verursachten Sammel- und Entsorgungskosten der Stadt Graz berechnet. Daher werden in diesem Unterkapitel der Aufbau und Ablauf der EPR-relevanten Reinigung dieser Stadt im Allgemeinen näher beschrieben.

Um eine bessere Vergleichbarkeit der späteren Ergebnisse zu gewährleisten, wird an diesem Punkt angeführt, dass es sich bei der Stadt Graz mit einer Einwohnerzahl von 295.424 und in Anlehnung an andere Studien (Technisches Büro Hauer 2021, Gellenbeck & Reuter 2020), die bei einer Einwohnerzahl ab 100.000 die Größenklasse Großstadt annehmen, um eine Großstadt handelt (Stadt Graz 2022a).

Die Sparte Stadtraum der Holding Graz – Kommunale Dienstleistungen GmbH (kurz: Holding Graz) ist mit ihren rund 190 MitarbeiterInnen insbesondere für die Stadtreinigung und Grünraumpflege der Stadt Graz verantwortlich (Holding 2022).

Die verschiedenen öffentlichen Flächen des Stadtgebietes (Radwege, Parkflächen, Straßen, Grünflächen) werden dabei durch die Sparte Stadtraum sowohl maschinell (mittels Kehrmaschinen) als auch manuell (mittels Greifzangen, Besen und Schaufeln) gereinigt. Ausgenommen davon ist der Gehweg, da hier die Anrainer für die Reinigung und Aufrechterhaltung der Sauberkeit zuständig sind. An Stellen bzw. Plätzen, die mit einer Kehrmaschine nicht erreicht werden können, findet die Reinigung ausschließlich manuell mit Besen und Schaufel statt. Die Sparte Stadtraum ist für die Reinigung einer Strecke von 1200,1 km verantwortlich (Holding 2022, Bundesgesetz 1960, Stadt Graz 2022d).

Darüber hinaus obliegt es den MitarbeiterInnen der Sparte Stadtraum wochentags und am Wochenende Papierkörbe im Stadtgebiet Graz zu entleeren. Wochentags werden alle der insgesamt 4100 Papierkörbe täglich bzw. manche sogar mehrmals pro Tag entleert. Wohingegen am Wochenende nur einige, stark frequentierte, Papierkörbe entleert werden. (Holding 2022).

Die Sparte Stadtraum ist darüber hinaus für die Reinigung und Entsorgung von liegengelassenen Abfällen an definierten öffentlichen Grünflächen zuständig. Die regelmäßig gereinigten Grünflächen weisen dabei ungefähr eine Fläche von 557.110 m² auf (Vidovic 2022, Google Earth 2022a, Google Earth 2022b, Stadt Graz 2022b, Stadt Graz 2022c, Schmidt 2015).

Die MitarbeiterInnen der Sparte Stadtraum werden dabei auch von Personen, die am Programm für Langzeitarbeitslose der Erfa (Erfahrung für Alle) teilnehmen, unterstützt, die Reinigung von Streumüll in hoch frequentierten Parks (Metahofpark, Volksgarten, Augarten und Stadtpark) durchzuführen (Erfahrung für Alle 2022).

An Wochenenden oder Feiertagen wird das Entleeren von Papierkörben in hoch frequentierten Parks zusätzlich durch externe Unternehmen übernommen, da es sonst zu einer zu großen Abfallmenge kommen würde (Vidovic 2022).

3 Methodik

In diesem Kapitel wird die Vorgehensweise zur Datenbeschaffung sowie die Berechnungen und Auswertungen der Abfallmengen, Abfallzusammensetzung und der Kosten beschrieben.

3.1 Abgrenzung der Arbeit

Bevor die methodische Vorgehensweise dieser Arbeit näher erläutert wird, wird zuerst der Rahmen dieser Datenerhebung festgelegt.

Diese Arbeit führte eine Abfallanalyse bei den EPR-relevanten Erfassungssystemen einer Großstadt (> 100.000 Einwohner) durch. Zusätzlich wurden die Kosten der Sammlung, des Transports und der Behandlung der EPR-Abfälle der relevanten Erfassungssysteme dieser Stadt erhoben.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden keine Kosten erhoben, die nicht tatsächlich für Kommunen anfallen. Ein Beispiel hierfür wären Flurreinigungsaktionen, deren Organisation das Land übernimmt oder Kosten, die für die ASFINAG oder die ÖBB anfallen. Es wurden nur jene Kosten erhoben, für die eine Kommune direkt und tatsächlich aufkommen muss.

Des Weiteren wurden keine Kosten erhoben, die im Zuge von Sensibilisierungsmaßnahmen oder Datenerhebungen anfallen.

3.2 Vorgehensweise bei der Abfallanalyse

Um die Fragestellungen bezüglich der anfallenden Mengen und Fraktionen an ausgewählten Standorten beantworten zu können, war eine Durchführung von Abfallanalysen erforderlich.

Zunächst musste für die Durchführung der Analyse eine geeignete Stadt oder Gemeinde gefunden werden, die diese Untersuchungen unterstützte und organisatorisch ermöglichte. Die Holding Graz hat sich bereit erklärt das oben beschriebene Vorhaben zu unterstützen.

Im Hinblick auf die Einwegkunststoffrichtlinie sind die relevanten Erfassungssysteme, welche abhängig von Art und Ort der Erfassung der Abfälle sind, der Papierkorb, der Streumüll Grünraum, der Streumüll Straßenraum und der Kehrmaschine, deren Inhalte in dieser Arbeit näher analysiert wurden und basierend auf den gefundenen Ergebnissen wurden die EPR-Kosten für die Stadt hochgerechnet. Bei dem Erfassungssystem „Papierkorb“ handelt es sich um alle öffentlichen Papierkörbe, die den BürgerInnen frei zur Verfügung stehen und von den ArbeiterInnen der Stadt entleert werden müssen. Das Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ beschäftigt sich mit Abfällen, die auf Grünflächen anfallen und von ArbeiterInnen manuell eingesammelt werden. „Streumüll Straßenraum“ beschreibt Abfälle, die im Straßenraum anfallen und von ArbeiterInnen manuell eingesammelt werden müssen. Das Erfassungssystem „Kehrmaschine“ beinhaltet sämtliche Abfälle, die im Straßenraum anfallen, und maschinell eingesammelt werden.

Da im Rahmen dieser Arbeit limitierte Ressourcen zur Verfügung standen, um eine Untersuchung der Stadt Graz im Gesamten zu ermöglichen, musste die Analyse so optimiert und angepasst werden, dass sie von einer Person in einer angemessenen Zeit (zwei Monate) durchgeführt werden konnte.

Die Auswahl eines geeigneten Standortes für die Durchführung der Analyse wurde dabei folgendermaßen getroffen:

Die Reinigung des Stadtgebietes Graz ist in drei Kehrbezirke eingeteilt. Diese Kehrbezirke umfassen jeweils mehrere Stadtbezirke und haben sowohl einen eigenen Kehrbezirksleiter und als auch einen eigenen Stützpunkt. Auf Grund des ähnlichen Aufbaues der Kehrbezirke (jeweils städtische und ländliche Aspekte) war die Auswahl eines konkreten Kehrbezirkes zur näheren Betrachtung de facto irrelevant. Für die Durchführung der Analyse wurde daher in weiterer Folge der Kehrbezirk 2 per Zufallsprinzip ausgewählt. Da jedoch der Kehrbezirk 2 eine zu große Gesamtfläche für die Erfassung in seiner Gesamtheit aufgewiesen hat, wurden die beprobten Standorte eingegrenzt. Für die Eingrenzung der Analyse von Streumüll und Kehricht wurden bestimmte Teile des Stadtbezirks Jakomini beprobt. Bei der Betrachtung der Papierkorbinhalte wurden zusätzlich zum eingegrenzten Bezirk Jakomini noch Teile der Bezirke Liebenau und St. Leonhard begutachtet. Diese Untersuchungen fanden in den Monaten September, Oktober und November statt.

Die Probenanzahl und -menge sowie die Probenahme und Analyse waren für jedes Erfassungssystem unterschiedlich:

Bei der Analyse des Erfassungssystems „Streumüll Grünraum“ stammten die untersuchten Mengen aus dem Augarten. Es wurden fünf Streumüllproben untersucht. Jeder dieser fünf Streumüllproben wurde an einem Tag innerhalb von zwei Wochen gesammelt. Die Sammlung wurde von Angestellten der Erfa ausgeführt, die die gesamte Fläche des Augarten inspizierten und manuell, mittels Greifzange, die Abfälle aufsammelten. Anschließend wurde das gesammelte Material sortiert, gezählt und verwogen.

Die untersuchten Papierkorbinhalte stammten aus den Bezirken Jakomini, Liebenau und St. Leonhard. Da die zu analysierende Menge aus allen vorhandenen Papierkörben dieser Bezirke zu groß gewesen wäre, wurde von jedem Bezirk jeweils nur ein Teil der Papierkörbe untersucht. Die Inhalte der ausgewählten Papierkörbe jedes Bezirks wurden jeweils dreimal in einem Zeitraum von 3 Wochen untersucht. Die gesammelten Mengen wurden anschließend zu einem Standort der Holding Graz mit ausreichendem Platz gebracht, um die Mengen zu sortieren und wiegen.

Die Sammlung und Analyse des Erfassungssystems „Papierkorb“ aus diesen Bezirken erfolgte, da im Rahmen der Untersuchung eruiert werden sollte, ob Unterschiede bei der Abfallzusammensetzung innerhalb der unterschiedlichen Gebiete auftreten. Zu diesem Zweck wurde ein überwiegend ländlicher Bezirk (Liebenau), ein Teil des Bezirkes Jakomini, der

städtisch mit zahlreichen Wohnhäusern geprägt ist, und ein Teil von St. Leonhard, der städtisch mit vielen Restaurants und Bars geprägt ist, ausgewählt.

Der Streumüll des Erfassungssystems „Streumüll Straßenraum“ stammte ausschließlich aus dem Bezirk Jakomini. Dieser Streumüll wurde manuell von MitarbeiterInnen aufgesammelt. An einem Tag pro Woche für drei Wochen wurde der anfallende Abfall gesammelt und analysiert, wobei darauf geachtet wurde, dass die Sammlung immer im selben Gebiet erfolgte, also die Reinigung durch die ArbeiterInnen immer bei den gleichen Straßenzügen stattfand. Im Anschluss an die Sammlung wurde die gesammelte Menge wieder sortiert und gewogen.

Die Analyse des Erfassungssystems „Kehrmaschine“ erfolgte durch die Beprobung des Kehrichts, der in dem Bezirk Jakomini mittels Kehrmaschine gesammelt wurde. Der Kehricht wurde an einem Tag pro Woche für drei Wochen untersucht, wobei darauf geachtet wurde, dass die Sammlung jedes Mal im selben Gebiet (Straßenzug) geschehen ist. Im Anschluss an die Sammlung wurde die gesammelte Menge wieder sortiert und gewogen.

Bei allen beschriebenen Analysen der Erfassungssysteme wurden bei den jeweils ersten Probenahmen die zuständigen MitarbeiterInnen begleitet, um einen Einblick in den Ablauf und die Systematik der Sammlung des Abfalles jedes Erfassungssystems zu erhalten.

3.2.1 Vorgehensweise bei der Erfassung der Daten

In diesem Abschnitt wird die Vorgehensweise bei der Sortierung des gesammelten Abfalls jedes Erfassungssystems und die Auswertung der auf dieser Weise erhobenen Informationen näher erläutert.

Der zu beprobende Abfall aller Erfassungssysteme, außer „Straßenraum Grünraum“ wurde auf die Sortierfläche abgekippt (siehe Abbildung 3) und anschließend in zwei Stichproben geteilt. Diese Stichproben wurden separat voneinander in Fraktionen (siehe Tabelle 6) sortiert und verwogen. Abbildung 3 zeigt den Aufbau und die Durchführung einer Sortierung von Kehricht. Die untersuchten Massen des Erfassungssystems „Streumüll Grünraum“ waren so gering, dass die Sortierung bei einem kleineren Platz stattfand und die Mengen nicht in zwei Stichproben geteilt wurden.

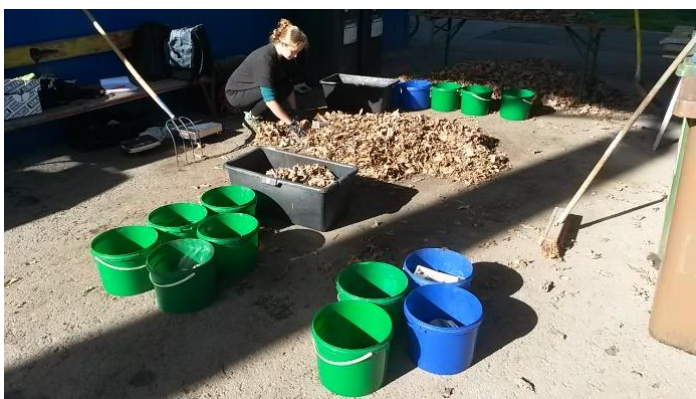


Abbildung 3: Sortierung von Kehricht.

Der Abfall wurde händisch in folgende Fraktionen sortiert (siehe Tabelle 6):

Tabelle 6: Sortierfraktionen bei der Abfallanalyse.

Sortierfraktionen		
SUP-Teile mit erweiterter Herstellerverantwortung		
1	Luftballons	
2	Getränkebehälter bis 3 l inkl. Verschlüsse/Deckel	
	2a	Getränkebehälter aus expandiertem Polystyrol
	2b	Verschlüsse/Deckel von Getränkebehältern aus exp. Polystyrol
	2c	Getränkebehälter bis 3 l
	2d	Verschlüsse/Deckel von Getränkebehältern bis 3 l
	2e	Verbundgetränkebehälter klein 0,33
	2f	Verbundgetränkebehälter größer 0,33
3	Getränkebecher	
	3a	Getränkebecher aus exp. Polystyrol
	3b	Verschlüsse/Deckel von Getränkebechern aus exp. Polystyrol
	3c	Getränkebecher aus beschichtetem Papier
	3d	Getränkebecher aus Kunststoff
	3e	Verschlüsse/Deckel von Getränkebechern (Kunststoff)
	3f	Verschlüsse Papier
4	Lebensmittelverpackungen	
	4a	Lebensmittelverpackungen aus exp. Polystyrol
	4b	Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff (PE)
	4c	Lebensmittelverpackungen aus beschichtetem Papier
	4d	Lebensmittelverpackungen aus Verbund
5	Leichte Kunststofftragetaschen	
6	Tüten und Folienverpackungen	
7	Tabakprodukte mit Filtern	
8	Feuchttücher	
SUP-Teil ohne erweiterte Herstellerverantwortung aber verboten		
1	Luftballonstäbe	
2	Rührstäbchen	
3	Wattestäbchen	
4	Besteck (Kunststoff)	
5	Teller	
6	Trinkhalme	
SUP-Teil ohne erweiterte Herstellerverantwortung, nicht verboten		
1	Hygieneeinlagen (Binden), Tampons und Tampon-Applikationen	
Andere		
1	Metall-Getränkebehälter inkl. Verschlüsse/Deckel	
	1a	Metall-Getränkebehälter
	1b	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Kronenkorken
	1c	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Dosenlaschen
	1d	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Drehverschlüsse
	1e	Metall große Schraubverschlüsse
2	Metall-Verpackungen Sonstige	
3	Glas/-scherben (ohne Verschluss/Deckel)	
4	andere Kunststoffverpackung	
5	Verbundverpackungen	
Andere Litteringteile		
1	Kunststoff/-teile	
2	Verbund/-teile (nicht zuordenbare Reste)	
3	Metall-Nicht-Verpackungen	
4	Papier/Pappe/-teile	
5	Papiertaschentücher / Papierservietten	
6	Holz-/Papier-/Pappe-Besteck	
7	Organik	
8	Hundekotsackerl	
9	Ausreißer	

Ein Beispiel für die sortierten Fraktionen ist in Abbildung 4 sichtbar.



Abbildung 4: Beispiel für Abfall sortiert in verschiedene Fraktionen.

Nach der händischen Sortierung wurde das Gewicht der einzelnen Fraktionen jeder Stichprobe erfasst. Für die Wiegung wurden zwei Waagen verwendet. Dabei wurde für einen Teil der Wiegungen die Waage Mettler-Toledo ME5002T/00 mit einer maximalen Einwaage von 5200 g und einer Anzeigegenauigkeit von 0,01 g verwendet. Für schwere Fraktionen kam hingegen die Waage Kern SFB 50K5HIP mit einem Wiegebereich bis 50 kg und einer Ablesbarkeit von 5 g zum Einsatz.

Erfassung der Stückzahl

Die Stückzahlen wurden beim Streumüll, der im Grünraum anfiel, bei jeder Fraktion mit Ausnahme der Fraktion „Organik“ erfasst, da die Beschaffenheit dieser Fraktion das Zählen nicht zulässt. Diese Vorgehensweise führte jedoch zu keinen Problemen bei den Berechnungen, da die Fraktion „Organik“ nicht bewusst aufgesammelt wird, sondern als Anhang beim Aufsammeln der anderen Fraktionen entsteht. Die Fraktion „Organik“ verursacht somit bei der Sammlung keine zusätzliche Arbeit und muss dadurch auch nicht kostenmäßig berücksichtigt werden.

3.2.2 Berechnung des Anteils der EPR-Einwegkunststoffe

In diesem Unterkapitel wird die Ermittlung des Anteils der EPR-Produkte der einzelnen Erfassungssysteme (Streumüll, Papierkorb und Kehrmachine) beschrieben. Es sei hier bereits vorweggesagt, dass die EPR-Anteile sowohl gewichtsmäßig, stückmäßig und volumenmäßig berechnet wurden. Der stückmäßige EPR-Anteil wurde jedoch nur für das Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ und der volumenmäßige EPR-Anteil nur für das Erfassungssystem „Papierkorb“ berechnet. Der gewichtsmäßige EPR-Anteil wurde von allen

Erfassungssystemen berechnet. Der Beweggrund für diese Berechnungen wird in Kapitel 3.4 genauer erläutert.

Um den gewichtsmäßigen EPR-Anteil zu ermitteln, wurde bei allen Erfassungssysteme die gleiche Vorgehensweise angewendet.

Zu Beginn wurde das Gewicht der jeweiligen Fraktion auf das Gesamtgewicht der entsprechenden Stichprobe bezogen (siehe Formel 1).

$$x_{ij} = \frac{m_i}{m_0} \quad (1)$$

m_i ...Gewicht der einzelnen Fraktion(i)

m_0 ...Gewicht der Stichprobe

x_{ij} ...Gewichtsanteil der einzelnen Fraktionen(i) einer Stichprobe(j)

Anschließend wurden die Gewichtsanteile aller EPR-Fraktionen (Luftballons, Getränkebehälter, Getränkebecher, Lebensmittelverpackungen, leichte Kunststofftragetaschen, Tüten- und Folienverpackungen, Zigaretten und Feuchttücher) einer Stichprobe eines Erfassungssystems aufsummiert und dies ergab die Summe aller EPR-Fraktionen einer Stichprobe ($x_{EPR,j}$).

Nachfolgend wurde der Mittelwert (\bar{x}_{EPR}) der $x_{EPR,j}$ über alle Stichproben ($j=0,1,2, \dots$) gebildet (siehe Formel 2).

$$\bar{x}_{EPR} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{EPR,j} \quad (2)$$

Die Standardabweichung (σ) des Mittelwertes \bar{x}_{EPR} wurde mittels Formel 3 berechnet.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{EPR,j} - \bar{x}_{EPR})^2} \quad (3)$$

Da bei diesem Mittelwert und dieser Standardabweichung mit Gewichtsanteilen gerechnet wurde, gilt für den Mittelwert aller Nicht-EPR-Produkte (\bar{x}_{NEPR}) folgendes (siehe Formel 4):

$$\bar{x}_{EPR} + \bar{x}_{NEPR} = 1 \quad (4)$$

Aufgrund dessen ist die Standardabweichung gleich groß für den Nicht-EPR-Anteil.

Die oben beschriebene Vorgehensweise wurde angewendet, um den gesamten EPR-Anteil des jeweiligen Erfassungssystems zu erhalten. Von Interesse sind allerdings auch die Berechnung und Kenntnis des Anteils der einzelnen EPR-Fraktionen, um eine genaue Aufschlüsselung der EPR-Kosten der Sammlung und Entsorgung für die Großstadt zu ermöglichen. Die Berechnungen der mittleren Gewichtsanteile der einzelnen EPR-Fraktionen und der jeweiligen Standardabweichungen erfolgte mit den oben genannten Formeln 1, 2 und

3 mit der Ausnahme, dass die EPR-Fraktionen individuell und nicht als Summe der EPR-Fraktionen in die Formeln 2 und 3 eingehen.

Die erweiterte Herstellerverantwortung gilt bei Feuchttüchern und Luftballonen nur bei den Erfassungssystemen „Streumüll Grünraum“, „Streumüll Straßenraum“ und „Kehrmaschine“, nicht aber wenn diese in Papierkörben entsorgt werden. Daher wurden beim Erfassungssystem „Papierkorb“ die Fraktionen Feuchttücher und Luftballonen zu den Nicht-EPR-Produkten dazugezählt (Europäische Union 2021:85).

Die Berechnungen des EPR-Anteils basierend auf der Stückzahl erfolgte nach dem selbem Prinzip wie bei der Berechnung mit Gewichten. Es wurde der mittlere Stückanteil mit Formel 1 ermittelt, indem dieser nicht auf Fraktionsgewichtes und der Gesamtmasse, sondern auf die Stückzahl und die Gesamtstückzahl pro Stichprobe bezogen wurde. Bei den weiteren Berechnungen wurde der mittlere Stückanteil anstatt des mittleren Gewichtsanteiles verwendet. Diese Berechnung erfolgte nur beim Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ wie bereits zuvor erwähnt.

Mittels Tabelle 7 werden exemplarisch die oben beschriebenen Berechnungen dargestellt. Anhand dieser Tabelle ist weiters bildlich erkennbar in welche Richtungen die oben eingeführten Indizes „i“ und „j“ verlaufen. Der Indizes „i“ beschreibt die unterschiedlichen Fraktionen und „j“ die verschiedenen Stichproben.

Tabelle 7: Exemplarische Berechnungstabelle.

j →														
i ↓	SP1		SP2		SP3		SP4		SP5		SP6		Mittelwert	Standardabweichung
	Feuchtmasse	Massenanteil	Feuchtmasse	Massenanteil	Feuchtmasse	Massenanteil	Feuchtmasse	Massenanteil	Feuchtmasse	Massenanteil	Feuchtmasse	Massenanteil		
	[g]	[g/g]	[g]	[g/g]	[g]	[g/g]	[g]	[g/g]	[g]	[g/g]	[g]	[g/g]	[g/g]	[g/g]
EPR-Teile														
Luftballons	0,00	0,00	4,72	0,00	0,00	0,00	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Getränkebehälter	1835,14	0,06	2337,19	0,07	4362,95	0,09	3949,56	0,06	3577,85	0,05	2057,15	0,04	0,06	0,02
Getränkebecher	705,02	0,02	601,79	0,02	703,41	0,01	695,94	0,01	780,13	0,01	889,30	0,02	0,01	0,00
Lebensmittelverpackungen	122,26	0,00	114,08	0,00	234,85	0,00	494,29	0,01	852,44	0,01	390,69	0,01	0,02	0,00
Leichte Kunststofftragetaschen	185,46	0,01	213,36	0,01	125,47	0,00	126,51	0,00	259,12	0,00	179,13	0,00	0,01	0,00
Tüten und Folienverpackungen	610,00	0,02	880,00	0,03	1180,00	0,03	970,00	0,02	1070,00	0,02	1010,00	0,02	0,00	0,00
Tabakprodukte mit Filtern	301,78	0,01	370,38	0,01	715,10	0,02	541,14	0,01	751,52	0,01	271,18	0,01	0,02	0,00
Feuchttücher	0,00	0,00	241,47	0,01	99,25	0,00	60,47	0,00	188,66	0,00	92,58	0,00	0,01	0,00
Summe aller EPR-Fractionen		0,13		0,15		0,16		0,11		0,11		0,10	0,12	0,03
Summe aller Nicht-EPR-Produkte		0,87		0,85		0,84		0,89		0,89		0,90	0,88	0,02
Summe	29455,37	1,00	32490,87	1,00	47151,66	1,00	61518,34	1,00	69861,97	1,00	49887,86	1,00	100,00	

Die Berechnung des EPR-Anteils bezogen auf das Volumen erfolgte prinzipiell ebenfalls analog zu dem Gewichts- und Stückzahlenanteil. Für die Berechnungen des EPR-Anteils basierend auf dem Volumen wurde der mittlere Volumenanteil mit Formel 1 ermittelt, indem dieser nicht auf das Fraktionsgewichtes und der Gesamtmasse, sondern auf das Volumen pro Fraktion und Gesamtvolumen je Stichprobe bezogen wurde, jedoch mit einem zusätzlichen Schritt der Volumenberechnung, der vor den oben beschriebenen Rechnungen durchgeführt wurde. Diese Berechnung erfolgte nur für das Erfassungssystem „Papierkorb“.

Bei der Volumenberechnung handelte es sich um die Berechnung des Volumens jeder einzelnen Fraktion jeder Stichprobe ($V_{i,j}$). Aus dem gewogenen Gewicht jeder einzelnen Fraktion von jeder Stichprobe ($m_{i,j}$) wurde mit Hilfe der Dichte der einzelnen Fraktionen (ρ_i), die aus Tabelle 8 ablesbar sind, das Volumen ($V_{i,j}$) mit der Formel 5 berechnet.

$$V_{i,j} = m_{i,j} * \frac{1}{\rho_i} \quad (5)$$

Die Dichten der einzelnen Fraktionen sind in Tabelle 8 abgebildet, wobei jene, die mit einem Stern markiert sind keine praktisch, ermittelten Werte von einer Abfallanalyse von Wellacher (2022a) sind, sondern auf Annahmen beruhen.

Tabelle 8: Praktische und angenommenen Dichten der einzelnen Abfallfraktionen (Wellacher 2022a).

Fraktionen	[g/l]
*Luftballon	934,00
Getränkebehälter PET	23,98
Getränkebehälter Verbund	35,57
Getränkebecher	19,19
Lebensmittelverpackungen	23,10
Leichte Kunststofftragetaschen	11,67
Tüten und Folienverpackungen	26,08
Tabakprodukte mit Filtern	631,67
Feuchttücher	72,77
Besteck	480,00
Trinkhalme	145,00
*Hygieneeinlagen (Binden), Tampons und Tamponapplikationen	-
Metall-Verpackungen	27,80
Glas/-scherben (ohne Verschluss/Deckel)	240,77
*andere Kunststoffverpackung	26,08
*Verbundverpackungen	8,59
*Kunststoff/-teile	26,08
Metall-Nicht-Verpackungen	14,88
Papier/Pappe/-teile	42,85
Papiertaschentücher / Papierservietten	96,94
Holz-/Pappe-Besteck	46,82
Organik Essensreste/Getränkebehälterinhalte	516,31
Restmüll	198,24
Ausreißer	50,16

Die angenommene Dichte von Luftballons beruht auf der Annahme, dass die kleinen Luftballonteile, die bei den Untersuchungen gefunden wurden (siehe Abbildung 5), die gleiche Dichte haben wie das Material, aus dem diese bestehen, da sie keine Hohlräume aufweisen. Die Recherche hat gezeigt, dass Luftballons aus Kautschuk bestehen und eine Dichte von 934 g/l aufweisen (die-ballondrucker 2022, Spektrum Akademischer Verlag 1998).



Abbildung 5: Sortierfraktion „Luftballon“.

Für Hygieneeinlagen wurde keine Dichte angenommen, da es einerseits auf Grund der starken Schwankung bei der Art des Produktes sowie bei Form und Gewicht im Abfall, äußerst schwer wäre eine Annahme zu treffen. Ergänzend kommt andererseits hinzu, dass das Vorkommen und der gewichtsmäßige Anteil an dem Gesamtgewicht bei den untersuchten Materialien sehr gering waren, weshalb das Volumen dieser Fraktion auf das Gesamtvolumen keinen tatsächlichen Einfluss hat und sich der Aufwand eine Annahme für die Dichte zu treffen somit insgesamt nicht gelohnt hätte.

Für die Fraktionen „andere Kunststoffverpackungen“ und „Kunststoffteile“ wurde die Annahme getroffen, dass diese auf Grund der starken Ähnlichkeiten des Materials (erkennbar in Abbildung 6) eine ähnliche Dichte wie die Fraktion „Folien- und Tütenverpackung“ aufweisen.



Abbildung 6: Sortierfraktionen "Kunststoffteile", "Folienverpackungen" und "andere Kunststoffverpackungen" (von links nach rechts).

Die Fraktion „Verbundverpackungen“ bestand zum Großteil aus leeren Zigarettenverpackungen (siehe Abbildung 7), weshalb die Dichte anhand eines typischen Volumens einer Zigarettenverpackung und der in den Untersuchungen ermittelten Gewichts einer solchen Verpackung berechnet wurde (Paril 1990).



Abbildung 7: Sortierfraktion "Verbundverpackungen".

3.2.3 Mittlerer Jahresanteil der EPR-Einwegkunststoffe der Erfassungssysteme „Streumüll Straßenraum“ und „Kehrmaschine“

Die gewichtsbezogenen EPR-Anteile der verschiedenen Erfassungssysteme wurden nach dem in Kapitel 3.2.2 beschriebenen Verfahren berechnet. Es besteht die Annahme, dass sich der EPR-Anteil bei den Erfassungssystemen „Papierkorb“ und „Streumüll Grünraum“ über den Verlauf des Jahres kaum bis nicht verändert. Diese Annahme trifft jedoch nicht auf die Erfassungssysteme „Streumüll Straßenraum“ und „Kehrmaschine“ zu, da sich hierbei die Abfallzusammensetzung im Verlauf des Jahres gravierend ändert. In den Herbstmonaten spielt Laub und in den Wintermonaten Splitt in den gesammelten Abfällen eine große Rolle. Durch diese bedeutenden Abfallfraktionen (Laub und Splitt) ändert sich der gewichtsbezogene EPR-Anteil bezogen auf das Gesamtabfallaufkommen des Streumüll, der auf Straßen anfällt, und des Kehrichts, der von der Kehrmaschine eingesammelt wird, über das Jahr hinweg stark. Aus diesem Grund muss ein Jahresmittelwert für den gewichtsbezogenen EPR-Anteil dieser Erfassungssysteme ermittelt werden.

Hierfür wurde für das Erfassungssystem „Kehrmaschine“ folgendermaßen vorgegangen:

Von der Holding Graz wurden die Monatsmengen der von der Kehrmaschine eingesammelten Abfallarten Laub, Kehricht deponiefähig und Kehricht Restmüllanlage, der Jahre 2019, 2020 und 2021 zur Verfügung gestellt (Münzer 2022).

Die Abfallartenjahresmenge (m_i) aller Abfallart (i) wurde in Formel 6 über die letzten drei Jahre gemittelt, um den Abfallartenjahresmittelwert (\overline{m}_i) zu bilden.

$$\overline{m}_i = \frac{m_{2019,i} + m_{2020,i} + m_{2021,i}}{3} \quad (6)$$

Um anschließend die gewichtsbezogene EPR-Menge der verschiedenen Abfallarten (a_i), zu erhalten wurden die Abfalljahresmittel mit den passenden EPR-Anteilen ($x_{EPR,j}$) multipliziert (siehe Formel 7).

$$a_i = \overline{m}_i * x_{EPR,j} \quad (7)$$

Hierbei wurden die Annahmen getroffen, dass die Abfallarten „Laub“ und „Kehricht deponiefähig“, den aus den Untersuchungen des Erfassungssystems „Kehrmaschinen“ berechneten EPR-Anteil aufweisen, da die Massen der Fraktionen Laub und Splitt hier überwiegen. Für die Abfallart „Kehricht Restmüllanlage“ wurde der bereinigte EPR-Anteil des Erfassungssystems „Kehrmaschine“ verwendet. Dabei handelt es sich um jenen EPR-Anteil, der entsteht, wenn die Laubmengen von der Probenmenge abgezogen werden. Diese Abfallart muss in der Restmüllanlage behandelt werden, da er zu verschmutzt für die Kompostanlage und die Deponierung ist. Aus diesem Grund wurde für diese Menge der EPR-Anteil ohne Laub angenommen.

Um den gemittelten EPR-Jahresanteil zu erhalten, wurde die Summe der EPR-Menge durch die Summen der gemittelten Jahresmengen dividiert (siehe Formel 8).

$$EPR - \text{Jahresanteil} = \frac{\sum a_i}{\sum \overline{m}_i} \quad (8)$$

Die Standardabweichung aller a_i wurde analog zur Formel 3 bestimmt und um die Standardabweichung der EPR-Jahresanteile zu berechnen, wurden die einzelnen Abweichungen analog zur Formel 8 auf die Abfallarten gewichtet.

Da die Mengen des Erfassungssystems „Streumüll Straßenraum“ nicht gesondert erfasst sind, sondern gemeinsam mit Papierkorbmengen aufgezeichnet werden, konnte jener EPR-Jahresanteil nicht separat berechnet werden. Da dieses Erfassungssystem den gleichen jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt, wurde der EPR-Jahresanteil des „Streumüll Straßenraum“ mit der Annahme, dass die Gewichtung der einzelnen Fraktionen ident, wie bei dem Erfassungssystems „Kehrmaschine“ sein muss, berechnet. Somit wurde unter der Verwendung der Kehrmaschinendaten analog der gewichtsbezogene EPR-Jahresanteil des Erfassungssystems „Streumüll Straßenraum“ berechnet.

Da für die genauere Aufschlüsselung der Kosten nicht nur die Summe des EPR-Jahresanteils relevant ist, sondern auch die einzelnen Anteile der EPR-Fractionen, wurden diese analog wie oben angeführt berechnet. Der einzige Unterschied hierbei war, dass nicht die summierten EPR-Anteile $x_{EPR,j}$ in Formel 7 eingingen, sondern die EPR-Anteile der einzelnen Fraktionen x_j (Luftballon, Getränkebehälter etc.) in die Rechnung eingingen.

3.3 EPR-Jahresmengen Berechnung pro Erfassungssystem

Für die Berechnung der Jahresmengen der einzelnen EPR-Fractionen, die pro Erfassungssystem anfallen, wurden einerseits die von der Holding Graz zur Verfügung gestellten Jahresmengen verwendet und andererseits mussten manche Jahresmenge hochgerechnet werden. Die spezifische Vorgehensweise für die Hochrechnung wird in diesem Kapitel erläutert. Die EPR-Jahresmengen wurden durch die Multiplikation der gewichtsmäßigen Anteile der EPR-Fraktion des jeweiligen Erfassungssystems mit den zur Verfügung gestellten bzw. mit den hochgerechneten Jahresmengen berechnet.

3.3.1 Hochrechnungsmengen

Zur Berechnung der EPR-Jahresmengen je Erfassungssystem wurden zuerst die Gesamtjahresmengen pro Erfassungssystem benötigt. Der Holding Graz sind nur die verschiedenen Kehrrichtmengen der Kehrmachine und die Papierkorbmengen, die die Streumüllmengen, die im Straßenraum und im Grünraum anfallen inkludieren, bekannt.

Aufgrund dessen wurden Hochrechnungen bei den Erfassungssystemen „Streumüll Straßenraum“ und „Streumüll Grünraum“ basierend auf den untersuchten Tagesmengen („Streumüll Grünraum“) bzw. Stundenmengen („Streumüll Straßenraum“) durchgeführt. Diese Hochrechnungen sollen aufzeigen welche Mengen je Erfassungssystem anfallen.

Bei dem Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ wurde folgendermaßen vorgegangen:

Zuerst wurde die Monatsmenge des untersuchten Parks hochgerechnet (siehe Formel 9). Dazu wurde die Masse, der an fünf Tagen gesammelten Tagesmenge auf die Monatsmenge (20 Arbeitstagen pro Monat) hochgerechnet.

$$m_{M,i} = m_e * \frac{d_{ges}}{d_e} \quad (9)$$

$m_{M,i}$...Monatsmenge des untersuchten Parks

m_e ...erfasste und untersuchte Menge

d_{ges} ...Tage innerhalb eines Monats an dem gearbeitet wird

d_e ...Tage, an denen die Menge erfasst und untersucht wird

Anschließend wurde die Jahresmenge des untersuchten Parks hochgerechnet. Dafür wurde der mengenmäßige Anteil x_M des untersuchten Monats am Jahr benötigt. Die Bestimmung dieses Anteils erfolgte mit Hilfe der Daten, die von der Stadt zur Verfügung gestellt worden sind. Dabei wurde x_M für den untersuchten Monat berechnet, indem die zwischen den Jahren 2019-2021, aufgezeichneten Monatspapierkorbmengen des untersuchten Monats $m_{M,P}$ gemittelt und durch die (über dieselben Jahre) aufgezeichneten mittleren Jahrespapierkorbmengen $m_{ges,P}$, nach Formel 10 dividiert wurde.

$$x_M = \frac{m_{M,P}}{m_{ges,P}} \quad (10)$$

Der mengenmäßige Anteil bezog sich hierbei auf die monatlich im Jahr erfassten Papierkorbmengen, da nur dafür monatliche Aufzeichnungen zur Verfügung standen.

Mit Hilfe des Wertes x_M und der Monatsmenge $m_{M,i}$ konnte die Jahresmenge des untersuchten Parks $m_{J,i}$ hochgerechnet werden (siehe Formel 11).

$$m_{J,i} = \frac{m_{M,i}}{x_M} \quad (11)$$

Die hochgerechnete Gesamtabfallmenge des Erfassungssystems „Streumüll Grünraum“ m_{ges} , die pro Jahr anfällt, wurde mittels Formel 12 ermittelt. Hierzu wurde die hochgerechnete Jahresmenge des untersuchten Parks $m_{J,i}$ durch die Fläche des Parks A_i (75.000 m²) dividiert und mit der regelmäßig gereinigten Grünfläche der Stadt A_{ges} , die eine angenommene Größe von 557110 m² hat, multipliziert (Stadt Graz 2022b, Stadt Graz 2022c, Google Earth 2022a, Google Earth 2022b, Schmidt 2015).

$$m_{ges} = \frac{m_{J,i} * A_{ges}}{A_i} \quad (12)$$

Eine regelmäßige Reinigung findet nur bei besonders häufig frequentierten und dadurch stark verunreinigten Grünflächen statt, sodass der untersuchte Park keine Besonderheit darstellt. Darüber hinaus gibt es keine regelmäßig, gereinigten Parks, an denen es wahrscheinlich zu einem geringeren Abfallaufkommen pro m² kommt. Daher wurde darauf verzichtet, die Abfallmengen des untersuchten Parks mit einem Faktor, welcher das Abfallaufkommen im Bezug zu den anderen Grünflächen moduliert, zu verwenden. Es sei hierbei erwähnt, dass es sich um eine getroffene Annahme handelt und eine genauere Prüfung gegebenenfalls notwendig ist.

Bei der Hochrechnung der Streumüllmenge des Erfassungssystems „Streumüll Straßenraum“ wurde eine andere Vorgehensweise gewählt:

Dafür wurde die Monatsmenge pro manuell sammelnden MitarbeiterInnen für die Monate (September, Oktober und November), an denen es vermehrt Laub gibt, mit Hilfe der Formel 13 ermittelt. Hierfür wurden zuerst die Sammelmengen pro MitarbeiterInnen innerhalb des erfassten Zeitraums, die im Zuge der durchgeführten Abfallanalysen des Erfassungssystems „Streumüll Straßenraum“ an mehreren Tagen erfasst wurden, gemittelt (siehe Tabelle 34 im Anhang).

$$\bar{m}_{d,P} = \frac{\sum m_{d,i}}{n * P_i} \quad (13)$$

$m_{d,P}$...durchschnittliche Sammelmengen pro MitarbeiterInnen bei den Abfallanalysen

P_i ...Anzahl der Personen, die verantwortlich waren für die Sammlung der erfassten Mengen

$m_{d,i}$...Tagesmenge pro Abfallanalyse

n ...Anzahl der untersuchten Tage

Da bei den untersuchten Mengen der beprobte Zeitraum nicht dem „Normalarbeitstag“ entspricht, musste als Nächstes festgestellt werden, welche Menge pro Stunde gesammelt werden kann (siehe Formel 14).

$$\bar{m}_{h,p} = \frac{\bar{m}_{d,p}}{t} \quad (14)$$

$\bar{m}_{h,p}$...Sammelmenge pro Stunde und MitarbeiterInnen

t ...Zeitraum für gesammelte Menge

Anschließend wurde die Gesamtmenge des „Streumüll Straßenraum“, der in den Monaten mit erhöhtem Laubvorkommen anfällt, mit der Formel 15 hochgerechnet.

$$m_{L,ges} = \bar{m}_{h,p} * P_{ges} * t_{d,ges} * d_{ges} * n_L \quad (15)$$

$m_{L,ges}$... Gesamtlaubmenge des Streumülls Straßenraum bei den Monaten mit Laubvorkommen

P_{ges} ...gesamten MitarbeiterInnen, die für die Sammlung von Streumüll verantwortlich sind

$t_{d,ges}$...durchschnittlicher Stundenanzahl pro Tag, die tatsächlich gesammelt wird

d_{ges} ... Arbeitstage pro Monat

n_L ...Anzahl der Monate, an denen es erhöhtes Laubvorkommen gibt

Hierfür wurde die Menge, die pro Stunde und MitarbeiterInnen anfällt, mit den Personen, die für das Sammeln des Streumülls im Straßenraum zuständig sind, mit der durchschnittlichen Stundenanzahl pro Tag, die tatsächlich für die Sammlung aufgewendet wird, der Arbeitstagen in einem Monat und mit der Anzahl der vorkommenden Laubmonate eines Jahres, nämlich der (September-November) multipliziert. Die durchschnittlichen Stunden pro Arbeitstag, an denen tatsächlich gesammelt wird, sind circa 5,5 Stunden und die Anzahl der Arbeitstage pro Monat sind durchschnittlich 20 Tage, da an Wochenenden keine Sammlung des Streumülls erfolgt.

Dieser beschriebene Rechenweg zeigt, wie die Gesamtlaubmengen des Erfassungssystems „Streumüll Straßenraum“ berechnet werden kann. Diese Laubmengen fallen allerdings nur zu einer bestimmten Jahreszeit an und geben nicht das gesamte Jahresaufkommen des Streumülls, der im Straßenraum anfällt, an.

Um das gesamte Jahresaufkommen vom „Streumüll Straßenraum“ hochzurechnen, mussten in Ergänzung die übrigen Monate ohne Laubaufkommen betrachtet werden. An einigen Monaten kommt es zu einem vermehrten Aufkommen von Restmüll ohne Laub oder Straßensplitt und in anderen Monaten ist Splitt auf der Straße vorherrschend. Es wurde angenommen, dass Laub in drei Monaten, Splitt in vier Monate und der Restabfall im restlichen Jahr vorherrschend ist. Diese Annahmen wurden auf Grundlage von multiplen Gesprächen mit den zuständigen ArbeiterInnen getroffen.

Die Gesamtrestmüllmengen von „Streumüll Straßenraum“ ohne Aufkommen von Laub oder Splitt auf den Straßen, wurden analog zu den Laubmengen berechnet, mit der Ausnahme, dass bei den Mengen für die Hochrechnung, der Laubanteil von den untersuchten Mengen abgezogen und die Berechnung mit der bereinigten Menge fortgesetzt wurde.

Die Gesamtsplittmengen von „Streumüll Straßenraum“ für die Monate, an denen vermehrt Splitt anfällt, konnte nur mit Hilfe einer groben Abschätzung angenommen werden. Dafür wurde die Laubsammelmenge pro Stunde und MitarbeiterInnen mal drei gerechnet, da Recherchen ergeben haben, dass Splitt ungefähr drei Mal so schwer wie Laub ist. Diese Menge wurde daher grob auf ungefähr 23 kg pro Stunde und MitarbeiterInnen geschätzt (McStone 2021; Abfallscout 2022).

Schlussendlich wurde mit der Formel 16 die Jahresmenge des im Straßenraum anfallenden Streumülls berechnet.

$$m_j = m_{L,ges} + m_{RM,ges} + m_{SP,ges} \quad (16)$$

m_j ...Jahresmenge an „Streumüll Straßenraum“

$m_{RM,ges}$...Gesamtrestmüllmenge des „Streumüll Straßenraums“

$m_{SP,ges}$...Gesamtsplittmenge des „Streumüll Straßenraums“

Die oben angeführte Unterteilung in Monate, in denen vermehrt Laub, Splitt und Restabfall anfallen, ist für die Durchführung der Untersuchungen von Relevanz, da sich hierbei die gesammelten Mengen stark unterscheiden. Die Reinigung durch die ArbeiterInnen findet zwar immer an den gleichen Straßenzügen statt, das Abfallaufkommen wird jedoch massiv durch Laub bzw. Splitt verändert. Aus diesem Grund mussten diese Faktoren bei der Hochrechnung berücksichtigt werden, um schlussendlich eine wirklichkeitsgetreue Jahresmenge an Streumüll, der im Straßenraum anfällt, zu erhalten. Die Hochrechnung stellt hierbei nur eine Abschätzung dar, wobei die getroffenen Annahmen (Splittmenge, Laubmonate, Splittmonate etc.) durch zukünftige Analysen und Auswertungen ersetzt werden können.

Um die reinen Papierkorbmengen zu erhalten, wurden danach die hochgerechneten Streumüllmengen des Straßenraums und Grünraums von den zur Verfügung gestellten Papierkorbmengen (inklusive Streumüllmengen) abgezogen.

3.4 Vorgehensweise bei der Kostenerfassung

Um die Kosten, die durch Sammlung und Entsorgung der EPR-Abfälle anfallen, berechnen zu können, wurden Experten- und Internetrecherchen durchgeführt.

Die anfallenden Abfallmengen der verschiedenen Erfassungssysteme (Papierkorb, Streumüll Grünraum, Streumüll Straßenraum und Kehrmaschine) der Holding Graz und deren Transportkosten zu den weiteren Behandlungsanlagen wurden von der Holding Graz bereitgestellt. Einerseits wurden die Papierkorbmengen inklusive der Streumüllmengen Grünraum und Straßenraum erfasst. Andererseits wurden bei den Kehrrichtmengen der

Kehrmaschine drei verschiedene Arten Kehricht erfasst. Diese setzen sich aus den Mengen, die in einer Kompostanlage verarbeitet werden können, Mengen, die deponiert werden können und Mengen, die als Restmüll entsorgt werden müssen, zusammen (Münzer 2022; Ortner 2022).

Die Behandlungskosten von Restmüll, Laub und deponiefähigen Material wurden von Martin Wellacher bereitgestellt (Wellacher 2022b).

Die Daten zur Berechnung der Sammelkosten und Organisationskosten des Streumülls, der im Grünraum anfällt und durch die Erfa gereinigt wird, wurden von der Erfa bereitgestellt (Bosch 2022).

Die weiteren für die Abschätzung der Sammelkosten der einzelnen Erfassungssysteme erforderlichen Daten wie Personaleinsatz, Anzahl der Fahrzeuge etc., wurden von einer anonymen Quelle bereitgestellt oder durch Recherchen abgeschätzt (Anonymous 2022).

An dieser Stelle sei erwähnt, dass darauf verzichtet wurde, die einzelnen Daten, die in der Tabelle 9 und Tabelle 11 schematisch aufgelistet sind und die zur Berechnung der Kosten notwendigen Punkte, wie Personal, Personalkosten etc. beinhalten, separat aufzuführen. Bei den Ergebnissen werden lediglich die berechneten Kosten gezeigt und nicht die einzelnen Kostenpositionen, die für die Berechnung der Kosten herangezogen wurden. Für eine bessere Nachvollziehbarkeit wird jedoch in diesem Kapitel die Herkunft der Daten und die getroffenen Annahmen erläutert. Im Falle von Annahmen wird ergänzend erklärt, weshalb diese getroffen werden. Diese Informationen können nicht explizit aufgelistet werden, da es sich hierbei einerseits um sensible Daten handelt, die nicht ohne weiters publiziert werden dürfen, und andererseits, weil eine genaue Auflistung der einzelnen Kostenposten nicht zu einem verbesserten Verständnis oder neuen Erkenntnissen beiträgt.

3.4.1 Berechnung der Sammel- und Entsorgungskosten

3.4.1.1 Sammelkosten

Um die Sammelkosten für jedes Erfassungssystem berechnen zu können, wurden jeweils zunächst Informationen benötigt, die in Tabelle 9 genau ausgeführt sind.

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass die abgebildete Vorlage in Tabelle 9 je Erfassungssystem abgewandelt wurde. Bei den Erfassungssystemen „Streumüll Grünraum“ und „Streumüll Straßenraum“ wurden zum Beispiel keine Dieselskosten benötigt. Beim Erfassungssystem „Kehrmaschine“ kommen viele unterschiedliche Kehrmaschinen zur Reinigung zum Einsatz, weshalb bei diesem System das Feld „Autos“ ausgeweitet werden musste. Diese Tabelle dient demnach rein als schematische Vorlage, um darzustellen, welche grundsätzlichen Informationen zur Berechnung der Sammelkosten notwendig sind.

Tabelle 9: Vorlage der benötigten Daten zur Berechnung der Sammelkosten.

Sammelkosten	€/a
MitarbeiterInnen	n
Stunden	h/a
Lohnkosten	€/h
Dieselskosten	€/km
durchschnittlich zurückgelegte km	km/n*d
Autos	n
Anschaffungskosten Auto	€/n
Abschreibung	€/a
Organisationskosten	€/a
Wartungskosten	€/a
Infrastrukturkosten	€/a

Auf Basis dieser Daten wurden die Sammelkosten pro Erfassungssystem berechnet.

Eine schematische Berechnung der gesamten jährlichen Sammelkosten eines Erfassungssystems ist in Formel 17 dargestellt:

$$\text{Sammelkosten} = (n_p * h * LK) + (n_i * TK * s_i * d) + (n_{FZG} * AfA) + (\text{Organisationskosten} + \text{Wartungskosten} + \text{Infrastrukturkosten}) \quad (17)$$

Sammelkosten...jährliche Kosten, die mit der Sammlung von öffentlich anfallenden Abfällen zusammenhängen

n_p ... Anzahl der MitarbeiterInnen, die Abfall einsammeln

h ...Jahresarbeitsstunden, die bezahlt werden, inklusive Urlaubstage und Feiertage

LK ...Lohnkosten, die für den Arbeitnehmer anfallen, inklusive Sonderzahlungen (Weihnachtsremuneration und Urlaubsgeld)

n_i ...Anzahl der MitarbeiterInnen, die mit einem Fahrzeug fahren

TK ...Tankkosten in €/km

s_i ...durchschnittlich zurückgelegte km an einem Arbeitstag pro Fahrzeug

d ...Arbeitstage in einem Jahr

n_{FZG} ...Anzahl der vorhandenen Fahrzeuge

AfA ... Absetzung für Abnutzung bzw. Abschreibungskosten

Organisationskosten...Kosten, die durch das Organisieren der Sammlung entstehen

Wartungskosten...Kosten, die durch Reparaturen von Fahrzeugen anfallen

Infrastrukturkosten...Kosten, die für Infrastruktur z.B. Papierkörbe, Besen ausgegeben werden

Zur Berechnung der Sammelkosten wurden durchschnittliche Lohnkosten für MitarbeiterInnen angenommen, da sich die Löhne der einzelnen MitarbeiterInnen in Folge von langjähriger Zugehörigkeit zum Betrieb und anderen Gründen unterscheiden und es nicht möglich war die

Löhne der einzelnen MitarbeiterInnen zu erfahren. Dasselbe Prinzip wurde bei den Lohnkosten der Angestellten, die bei den Organisationskosten berücksichtigt wurden, angewandt.

Die Berechnung der Wartungskosten erfolgte mittels Formel 18:

$$\text{Wartungskosten} = (AK_j * 0,04) * n_{FZG} \quad (18)$$

AK_j ...durchschnittlicher Preis für ein Fahrzeug

Es wurde die Annahme getroffen, dass die Wartungskosten bei Fahrzeugen 4 % der Anschaffungssumme des Objektes ist (Wellacher 2022c).

Die jährlichen Abschreibungskosten ergaben sich folgendermaßen (siehe Formel 19):

$$\text{Abschreibungskosten} = \frac{AK_j}{\text{Nutzungsdauer}_j} \quad (19)$$

Nutzungsdauer_j ...durchschnittliche Nutzungsdauer eines Fahrzeuges

Zur Berechnung der jährlichen Abschreibung wurde angenommen, dass Personenkraftfahrzeuge eine Nutzungsdauer von 6 Jahren, Fahrräder bzw. ein Golfcart eine Nutzungsdauer von 7 Jahren und Kehrmaschinen eine Nutzungsdauer von 9 Jahren aufweisen (Freefinance 2022).

Die Organisationskosten, die für die Holding Graz und nicht für die Erfa anfallen, wurden nur auf die Erfassungssysteme „Streumüll Straßenraum“ „Kehrmaschine“ und „Papierkorb“ gleichmäßig aufgeteilt, da der Anteil der MitarbeiterInnen, die direkt bei der Holding angestellt sind, und für den „Streumüll Grünraum“ koordiniert werden müssen, vernachlässigbar ist. Die Organisationskosten berechneten sich mit Formel 20:

$$\text{Organisationskosten} = \frac{n_A * h * LK}{n_{ES}} \quad (20)$$

n_A ...Anzahl der Angestellten, die für die Organisation der Sammlung zuständig sind

n_{ES} ...Anzahl der Erfassungssysteme, die von der Organisationsarbeit betroffen sind

Die Organisationskosten der Erfa wurden direkt weitergegeben und mussten nicht berechnet werden. Diese Organisationskosten wurden nur bei den Sammelkosten des Erfassungssystems „Streumüll Grünraum“ berücksichtigt (Bosch 2022).

Um die anfallenden Sammelkosten berechnen zu können, mussten noch weitere Annahmen getroffen werden:

Es wurde die Annahme getroffen, dass die Infrastrukturkosten beim Erfassungssystem „Papierkorb“ 0,40 € pro Einwohner und Jahr sind (Technisches Büro Hauer 2021:15).

Die Anschaffungssummen des elektrisch betriebenen Lastenrads und des Golfcarts, die zur Sammlung von Streumüll im Grünraum verwendet wurden, ergaben sich durch Vergleich verschiedener Anbieter aus Recherchen.

Der Stromverbrauch des elektrischen Lastenrads und des Golfcarts konnten nicht abgeschätzt werden. Allerdings wurde davon ausgegangen, dass die anfallenden Kosten im Vergleich zu den Personenkosten vernachlässigbar sind.

Die durchschnittlich zurückgelegten Kilometer der für die Reinigung eingesetzten Autos und Kehrmaschinen ergaben sich aus den an einigen Tagen durchgeführten Streckenaufzeichnungen im Rahmen der Begleitung der zuständigen MitarbeiterInnen. Es handelt sich dabei jedoch bloß um eine Schätzung, da angenommen werden muss, dass die zurückgelegte Strecke sich pro Tag unterscheidet.

Die Infrastrukturkosten der Stadtreinigung, die für das Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ anfallen, sind in den Infrastrukturkosten für das Erfassungssystem „Streumüll Straßenraum“ inkludiert. Die Infrastrukturkosten für „Streumüll Grünraum“ würden jedoch so gering ausfallen, dass diese keinen tatsächlichen Einfluss auf die Sammelkosten haben.

Die weiteren Daten, die in Tabelle 9 aufgelistet sind und nicht durch Annahmen erläutert wurden, stammten von einer anonymen Quelle (Anonymous 2022).

Um die gesamten EPR-Sammelkosten zu berechnen, wurden die Sammelkosten pro Jahr mit dem zum Entsorgungssystem passenden EPR-Anteil (gewichts-, stück- oder volumenbezogen) multipliziert. Zur Berechnung der EPR-Sammelkosten pro Fraktion wurden die jeweiligen EPR-Anteile der einzelnen Produkte des passenden Entsorgungssystems multipliziert. Es wurden bei dieser Berechnung auch die Standardabweichungen der EPR-Anteile berücksichtigt.

Da bei den jeweiligen Erfassungssystemen unterschiedliche Faktoren (Stückzahl, Volumen und Gewicht) eine verschieden starke Rolle spielen, wurden die EPR-Sammelkosten bei den einzelnen Erfassungssystemen auf eine andere Art und Weise berechnet. Bei dem Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ müssen die MitarbeiterInnen jedes Stück Abfall mit der Greifzange aufsammeln. Aus diesem Grund wurden die EPR-Sammelkosten für „Streumüll Grünraum“ unter der Verwendung der zuvor berechneten EPR-Stückanteile für das Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ ermittelt. Bei dem Erfassungssystem „Papierkorb“ spielt das Volumen der Abfälle eine entscheidende Rolle. Voluminöse Abfälle führen zu einer rascheren Erreichung der maximalen Füllmenge der Papierkörbe, sodass diese in einer höheren Frequenz geleert werden müssen oder eine größere Anzahl an Papierkörben aufgestellt werden. Aus diesem Grund wurde zur Berechnung der EPR-Sammelkosten des Erfassungssystems „Papierkorb“ der Volumenanteil der EPR-Abfälle, die zuvor für dieses Erfassungssystem ermittelt wurden, verwendet. Bei den Erfassungssystemen „Streumüll Straßenraum“ und „Kehrmaschine“ werden die Straßenzüge nach einem Plan gereinigt. Dieser Plan wird nur dann nicht eingehalten, wenn es zu vermehrten Laubaufkommen in gewissen

Straßen kommt. Die Stückzahl oder das Volumen der Abfälle beeinflusst also nicht das Reinigungsintervall und beim Kehren mit dem Besen oder der Kehrmaschine besteht kein Mehraufwand bei höherer Stückzahl oder einem voluminöseren Abfall. Deshalb wurden zur Berechnung der EPR-Sammelkosten dieser Erfassungssysteme der Gewichtsanteil der EPR-Abfälle, die für dieses Erfassungssystem ermittelt wurden, verwendet. Zu besseren Veranschaulichung wird der Teilungsschlüssel in Tabelle 10 dargestellt

Tabelle 10: Schematische Darstellung des Teilungsschlüssels zur Berechnung der EPR-Sammelkosten.

Erfassungssystem	Teilungsschlüssel zur Berechnung der Sammelkosten pro Erfassungssystem
Streumüll Grünraum	stückmäßiger EPR-Anteil des Erfassungssystems „Streumüll Grünraum“
Streumüll Straßenraum	gewichtsmäßiger EPR-Anteil des Erfassungssystems „Streumüll Straßenraum“
Papierkorb	volumenmäßiger EPR-Anteil des Erfassungssystems „Papierkorb“
Kehrmaschine	gewichtsmäßiger EPR-Anteil des Erfassungssystems „Kehrmaschine“

Beispielhafte Rechendarstellung zur Berechnung der EPR-Sammelkosten des Erfassungssystems „Papierkorb“ (siehe Formel 21):

$$EPR - \text{Sammelkosten} = \text{Sammelkosten} * EPR - \text{Anteil}_{vol, \text{Papierkorb}} \quad (21)$$

$EPR - \text{Anteil}_{vol, \text{Papierkorb}}$...volumenmäßiger EPR-Anteil des Erfassungssystems „Papierkorb“

Zur Darstellung der Sammelkosten pro EPR-Fraktion erfolgte die Rechnung analog mit Ausnahme, dass statt der Summe des EPR-Anteiles, mit den Anteilen der einzelnen EPR-Produkte des entsprechenden Erfassungssystems gerechnet wurde.

3.4.1.2 Entsorgungskosten

Zur Berechnung der Entsorgungskosten wurden erneut relevante Informationen, die in der Tabelle 11 aufgelistet, benötigt.

Die Vorlage, die in Tabelle 11 dargestellt ist, wurde bei dem Erfassungssystemen „Kehrmaschine“ abgewandelt. Bei diesem Erfassungssystem fallen unterschiedlich zu entsorgende Abfallarten mit unterschiedlichen Mengen und Behandlungskosten an.

Tabelle 11: Vorlage zur Berechnung der Entsorgungskosten.

Entsorgungskosten	€/a
Entsorgungsmenge	t/a
Behandlungskosten	€/t
Transportkosten	€/t

Die jährlichen Entsorgungskosten pro Erfassungssystem berechneten sich wie in Formel 22 dargestellt:

$$\text{Entsorgungskosten} = m_{E,ES} * (\text{Behandlungskosten} + \text{Transportkosten}) \quad (22)$$

Entsorgungskosten...Kosten, die durch den Transport und der Behandlung der öffentlich anfallenden Abfälle entstehen

$m_{E,ES}$...Entsorgungsmenge je Erfassungssystem

Behandlungskosten...Kosten die durch die Behandlung der Abfälle anfallen

Transportkosten...Kosten, die durch den Transport der Abfälle zur Behandlungsanlage entstehen

Da die Entsorgungskosten gewichtsabhängige Kosten sind, wurde zur Berechnung der EPR-Entsorgungskosten bei allen Erfassungssystemen der entsprechende, berechnete gewichtsmäßige EPR-Anteil verwendet. Zur Berechnung der Entsorgungskosten pro EPR-Fraktion wurde anstatt der Summe des EPR-Anteils, die Anteile der jeweiligen EPR-Fraktionen verwendet.

Sämtliche Entsorgungsmengen, die aus den Jahren 2019, 2020 und 2021 bereitgestellt wurden, wurden gemittelt. In weiterer Folge wurden mit diesen Durchschnittswerten die Entsorgungskosten berechnet. Bei den Erfassungssystemen, bei denen keine separate Mengenerfassung erfolgt („Streumüll Grünraum“ und „Streumüll Straßenraum“), wurden die hochgerechneten Mengen (siehe Kapitel 3.3.1) verwendet und basierend darauf die anfallenden Entsorgungskosten berechnet. Da die Streumüllmengen gemeinsam mit den Papierkorbmengen entsorgt werden, wurde derselbe Entsorgungspreis für die Streumüllmengen angenommen.

4 Ergebnisse

4.1 Anteile der EPR-Produkte

Für die Hochrechnung von EPR-Jahresmengen und die EPR-Kostenberechnung ist es von erheblicher Bedeutung die EPR-Anteile der verschiedenen Erfassungssysteme zu kennen. Aus diesem Grund werden in diesem Kapitel die praktisch ermittelten EPR-Anteile gesamt und je EPR-Fraktion präsentiert.

Einen Überblick über die EPR-Anteile an den Gesamtmengen aller Erfassungssysteme vermittelt die Tabelle 12. Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass der gewichtsmäßig größte EPR-Anteil das Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ mit 29 % besitzt, gefolgt vom Erfassungssystem „Papierkorb“ mit 11 % und an letzter Stelle mit jeweils 4 % sind die Erfassungssysteme „Streumüll Straßenraum“ und „Kehrmaschine“.

Um zu erkennen welche Kosten und Mengen je EPR-Fraktion anfällt, werden auch die Anteile der einzelnen EPR-Fraktionen verwendet (siehe Tabelle 20, Tabelle 21, Tabelle 22 und Tabelle 23 im Anhang).

Tabelle 12: Überblick über die gewichtsmäßigen, volumenmäßigen und stückmäßigen EPR-Anteile an der Gesamtheit der einzelnen Erfassungssysteme.

EPR-Anteile	Streumüll Grünraum	Streumüll Straßenraum	Papierkorb	Kehrmaschine
Massenanteil	0,29±0,05	0,04±0,009	0,11±0,02	0,04±0,01
Volumenanteil			0,32±0,06	
Stückanteil	0,65±0,07			

Der volumen- und gewichtsmäßige EPR-Anteil der verschiedenen Standorte des Erfassungssystems „Papierkorb“ wird in Abbildung 8 dargestellt, da das Ergebnis nicht den Erwartungen entsprochen hat. Entgegen der Erwartung, dass sich der EPR-Anteil auf Grund der konträren Stadtteile (ländlicher Stadtteil, Wohnhäuserstadtteil und Restaurantstadtteil) bei den verschiedenen Standorten verändert, unterscheiden sich die EPR-Anteile nicht signifikant voneinander. Aus diesem Grund wird bei späteren Berechnungen nur mit den gemittelten EPR-Anteilen des Erfassungssystems „Papierkorb“ gerechnet.

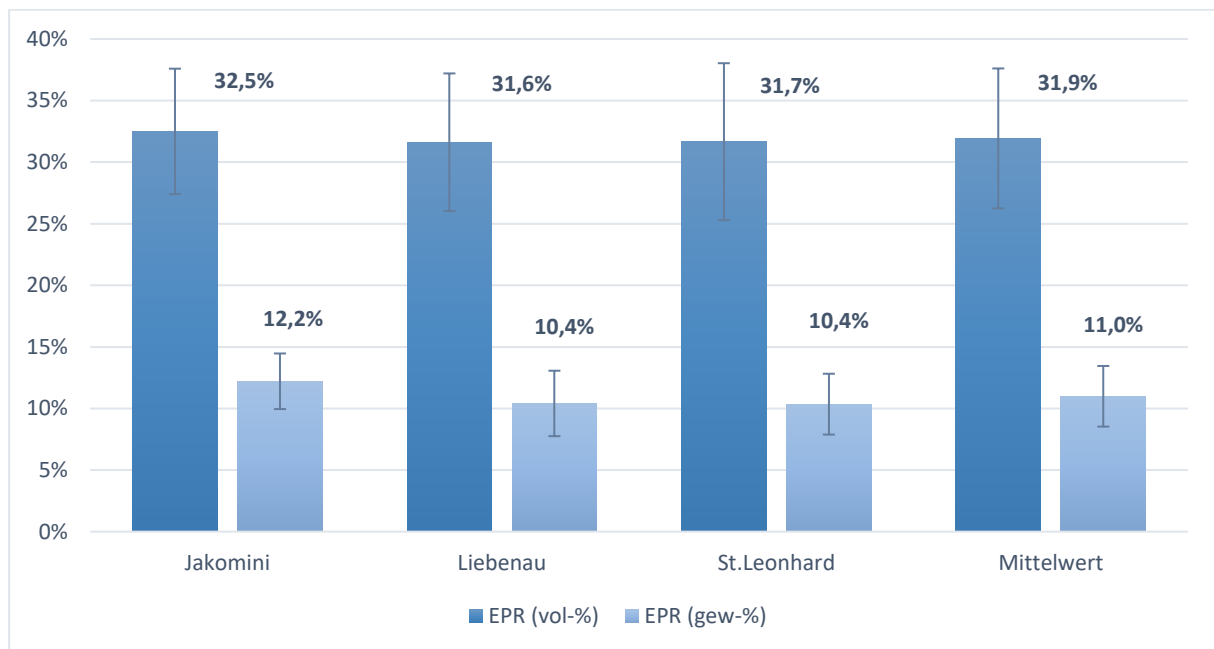


Abbildung 8: Standortspezifische volumen- und gewichtsmäßige EPR-Anteile der Papierkorbinhalte verschiedener Stadtteile.

In Abbildung 9 sind die massenbezogenen Verhältnisse von EPR- zu Nicht-EPR-Anteile je untersuchtem Erfassungssysteme dargestellt. Bei den Erfassungssysteme „Kehrmaschine“ und „Streumüll Straßenraum“ wird einerseits der gewichtsbezogene EPR-Anteil unter Berücksichtigung des Laubs bei der Berechnung dargestellt. Andererseits wird auch der bereinigte gewichtsbezogene EPR-Anteil ohne Laub dargestellt. Diese Bereinigung wird durchgeführt, um eine Vorstellung zu erhalten, wie die Zusammensetzung ohne das saisonale Laubvorkommen ist. Wie in der Abbildung erkennbar ist, unterscheidet sich der gewichtsbezogene EPR-Anteil der Papierkörbe von den restlichen Arten deutlich. Der gewichtsbezogene EPR-Anteil der „Kehrmaschine“ und des „Streumüll Straßenraums“ ist nahezu ident. Was bei dieser Grafik jedoch auffällig ist, ist dass sich der gewichtsbezogene EPR-Anteil des Streumülls lediglich um 2,6 bzw. 2,9 % von den bereinigten EPR-Anteilen des Kehrichts der Kehrmaschine unterscheidet.

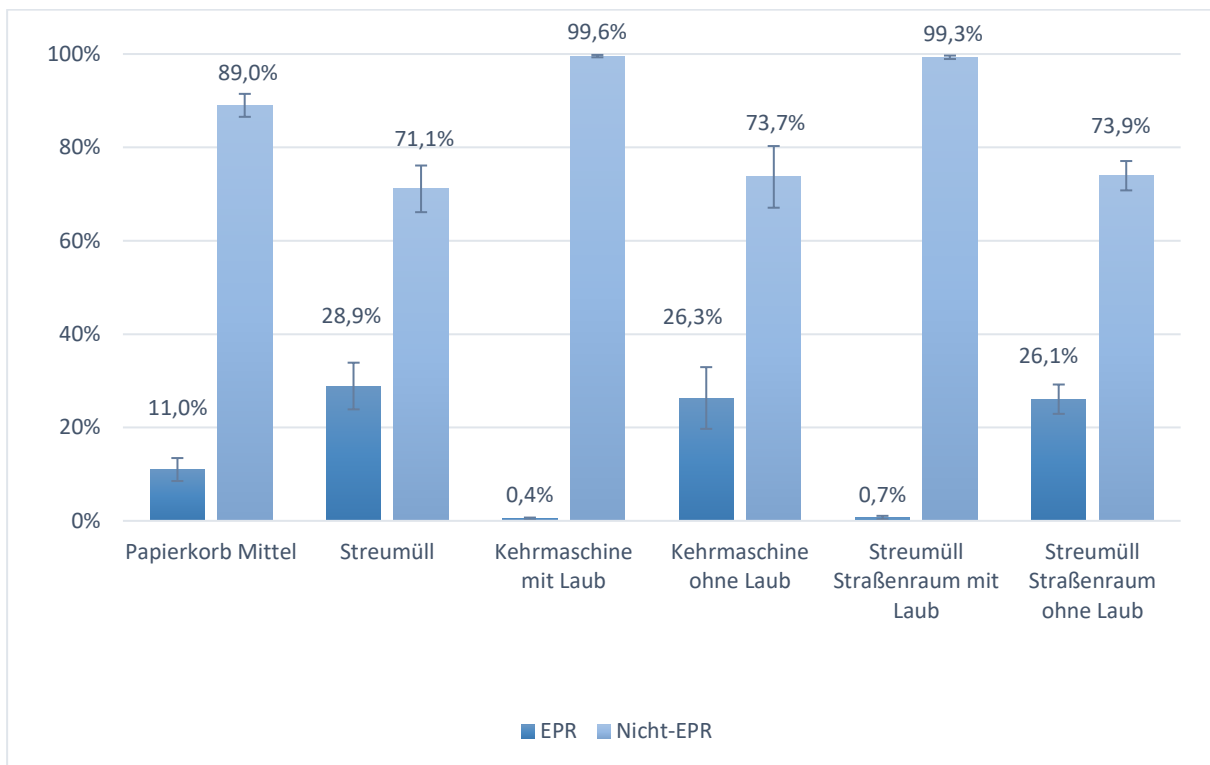


Abbildung 9: Gewichtsbezogenes Verhältnis EPR- zu Nicht-EPR-Anteile aller untersuchten Erfassungssysteme.

In Abbildung 10 ist die gewichtsmäßige EPR-Verteilung pro Fraktion bezogen auf die Summe der Gewichte der EPR-Fraktionen je Erfassungssysteme dargestellt, um zu erkennen, wie häufig einzelne Fraktionen innerhalb der Summe des EPR-Gewichtes vertreten sind. Die Fraktion der Luftballone ist bei keinem Erfassungssystem signifikant vertreten. Getränkebehälter werden besonders häufig in Papierkörben gefunden, währenddessen Tabakprodukte stark im „Streumüll Grünraum“ und im Erfassungssystem „Kehrmaschine“ vertreten sind. Bei dieser Darstellung werden bereits die über das Jahr gemittelte, gewichtsbezogene EPR-Anteile der Erfassungssysteme „Streumüll Straßenraum“ und „Kehrmaschine“ herangezogen (siehe Kapitel 3.2.3).

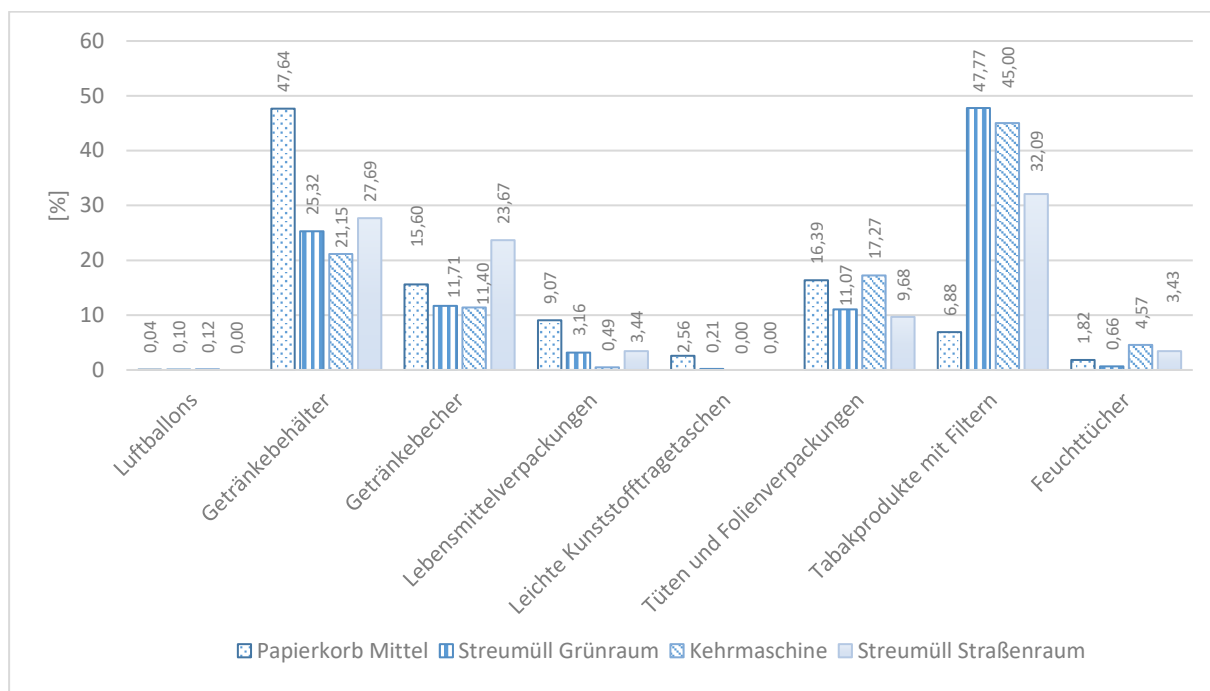


Abbildung 10: Gewichtsmäßige Verteilung der EPR-Produkte bezogen auf die Summe der EPR-Produkte der einzelnen Erfassungssysteme.

4.2 Mengen

Die im Kapitel 3.3.1 beschriebene Vorgehensweise zur Hochrechnung für die Erfassungssysteme „Streumüll Grünraum“ und „Streumüll Straßenraum“ liefert die folgenden Ergebnisse. Für das Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ fällt eine Jahresmenge von 2,7 t/a und für das Erfassungssystem „Streumüll Straßenraum“ ergeben sich Mengen von 51,6 t/a. Die Streumüllmenge Grünraum macht damit rund 0,13 % und die Streumüllmenge Straßenraum rund 2,5 % der gesamten aufgezeichneten und zur Verfügung gestellten Papierkorbmenge aus. Es sei an diesem Punkt noch einmal darauf hingewiesen, dass dies nur hochgerechnete Mengen darstellen und nur eine Abschätzung der Realität ist. Es wurde versucht mit diversen Annahmen die tatsächlichen Mengen widerzuspiegeln.

Wie bereits in der Methodik erwähnt wurden an fünf unterschiedlichen Tagen die eingesammelten Mengen von Streumüll auf Grünflächen untersucht. In diesen fünf Tagen wurde insgesamt eine Menge von 8 kg analysiert. Da die Hochrechnung eine Menge von circa 2,7 t/a ergibt, wird rund 0,3 % der jährlich gesammelten Menge analysiert (siehe Tabelle 29 im Anhang).

Die Papierkorbmengen wurden an verschiedenen Standorten innerhalb der Stadt durchgeführt und pro Standort wurde an drei verschiedenen Tagen die Papierkorbmengen untersucht. Dadurch wurden insgesamt 828 kg an Papierkorbanfällen analysiert. Jährlich fallen circa 1.988 t, abzüglich der hochgerechneten Streumüllmengen, an. Somit wurden ungefähr 0,04 % der jährlich anfallenden Papierkorbmenge untersucht (siehe Tabelle 30, Tabelle 31 und Tabelle 32 im Anhang).

Die gesammelte Streumüllmenge Straßenraum wurde an einem Standort an drei verschiedenen Tagen analysiert, wobei insgesamt 244 kg Streumüll untersucht wurden. Da die Hochrechnungsmengen circa 51 t jährlich ergeben, wurden also 0,47 % der jährlich anfallenden Streumüllmengen im Straßenraum untersucht (siehe Tabelle 34 im Anhang).

Der Kehricht, der durch Kehrmaschinen anfällt, wurde an einem Standort an drei verschiedenen Tagen untersucht. Insgesamt wurden auf diese Art und Weise 786 kg an Kehricht untersucht. Jährlich fallen durchschnittlich 2.566 t Kehricht an, wodurch also 0,03 % der jährlich anfallenden Kehrichtmenge untersucht wurden (siehe Tabelle 33 im Anhang).

In Abbildung 11 sind die gesamten hochgerechneten Jahresmengen pro Kopf und EPR-Fractionen jedes Erfassungssystems dargestellt. Wie in Kapitel 3.3 beschrieben, wurden dafür die hochgerechneten sowie die zur Verfügung gestellten Jahresmengen je Erfassungssystem verwendet. Durch diese Abbildung ist erkennbar, dass die größten EPR-Mengen bei den Systemen „Papierkorb“ und „Kehrmaschine“ anfallen. Die größte Fraktion mit einer möglichen Gewichtspanne von 0,25 bis 0,47 kg/(EW*a), ist jene der Getränkebehälter, die im Erfassungssystem „Papierkorb“ anfallen, gefolgt von der EPR-Fraktion „Tabakprodukte mit Filtern“ mit 0,1 bis 0,22 kg/(EW*a), die von der Kehrmaschine eingesammelt werden. An diesem Punkt wird angemerkt, dass sich die EPR-Mengen, wie bereits in Kapitel 3.3 angemerkt, durch die Multiplikation der gewichtsmäßigen EPR-Anteile je Erfassungssystem ergeben (siehe Tabelle 25 im Anhang).

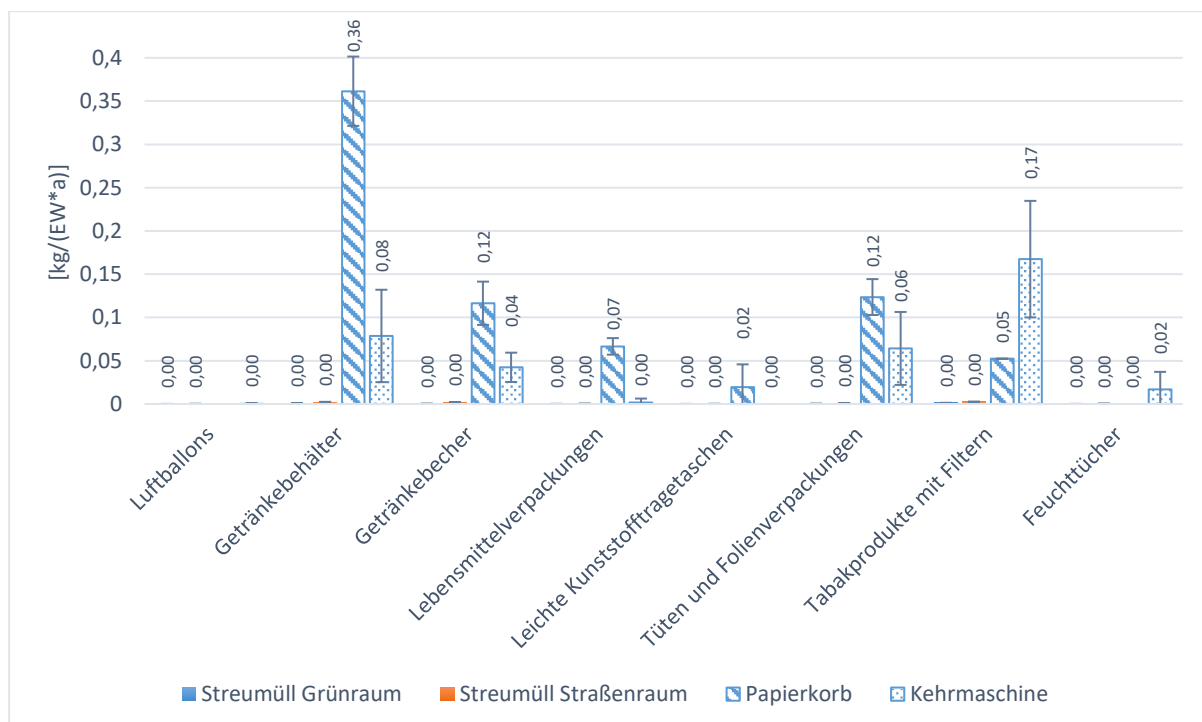


Abbildung 11: Mengen der einzelnen EPR-Fractionen pro Erfassungssystem.

Die EPR und Nicht-EPR-Mengen der einzelnen Erfassungssysteme pro Kopf und Jahr sind in Abbildung 12 dargestellt. Hier ist wieder deutlich erkennbar, dass die gewichtsmäßig

bedeutenden Erfassungssysteme „Papierkorb“ und „Kehrmaschine“ sind. Zudem ist aus dieser Abbildung ersichtlich, dass der gewichtsmäßige EPR-Anteil im Gegensatz zum gewichtsmäßigen Nicht-EPR-Anteil deutlich geringer ist.

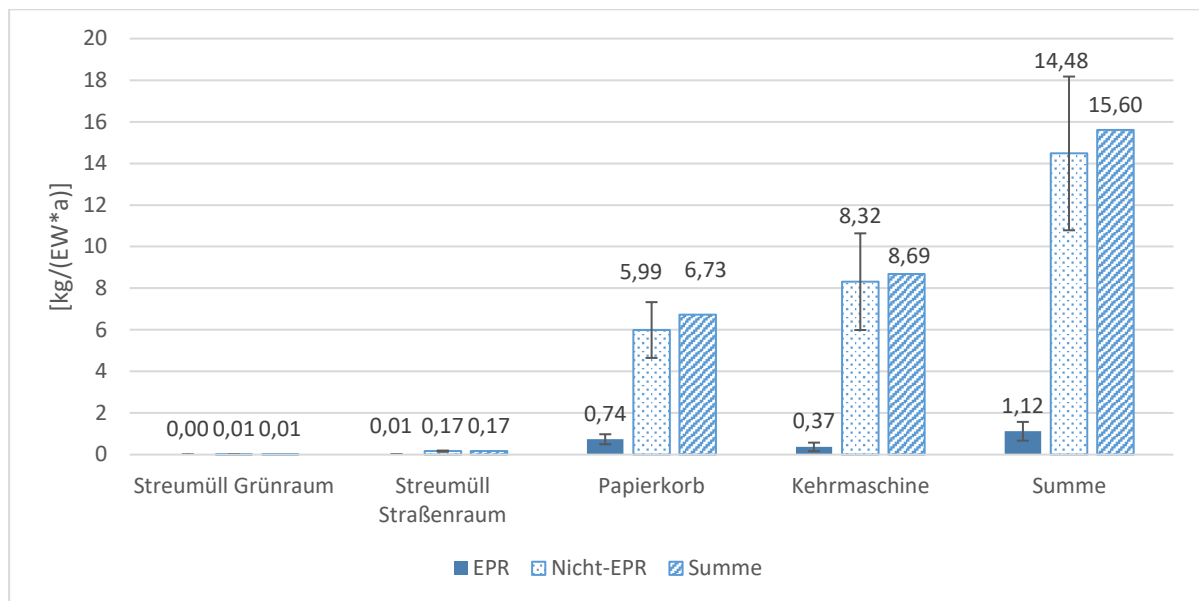


Abbildung 12: EPR-Mengen und Nicht-EPR-Menge pro Kopf und Jahr je Erfassungssystem.

Statt die Mengen auf Einwohner zu beziehen, können sie abhängig vom Erfassungssystem auch auf andere Bezugsgrößen bezogen werden (siehe Abbildung 13). Bei dem Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ wurde die Menge auf die regelmäßig gereinigte Grünfläche (557.110 m²) bezogen. Bei den Systemen „Streumüll Straßenraum“ und „Kehrmaschine“ wurden die Mengen auf die zu reinigenden Streckenkilometer (1.200,1 km) und beim Erfassungssystem „Papierkorb“ wurde die Menge auf die Anzahl der Papierkörbe (4.100) bezogen. Werden die Mengen mit diesen Bezugsgrößen betrachtet, so ist die mengenmäßig größte Fraktion „Tabakprodukte mit Filtern“ mit einer Gewichtsspanne von 24,6 bis 57,8 kg/(km*a), die beim Erfassungssystem „Kehrmaschine“ anfallen. Bei diesen Bezugsgrößen sind die mengenmäßig bedeutendsten Erfassungssysteme erneut „Kehrmaschine“ an erster Stelle und „Papierkorb“ an zweiter Stelle. Beim Erfassungssystem „Papierkorb“ fallen mit 0,27-0,79 Kilogramm pro Papierkorbaufkommen und Jahr (kg/(Pap*a)) Getränkebehälter an. Die genauen Zahlen können aus der Tabelle 25 im Anhang entnommen werden.

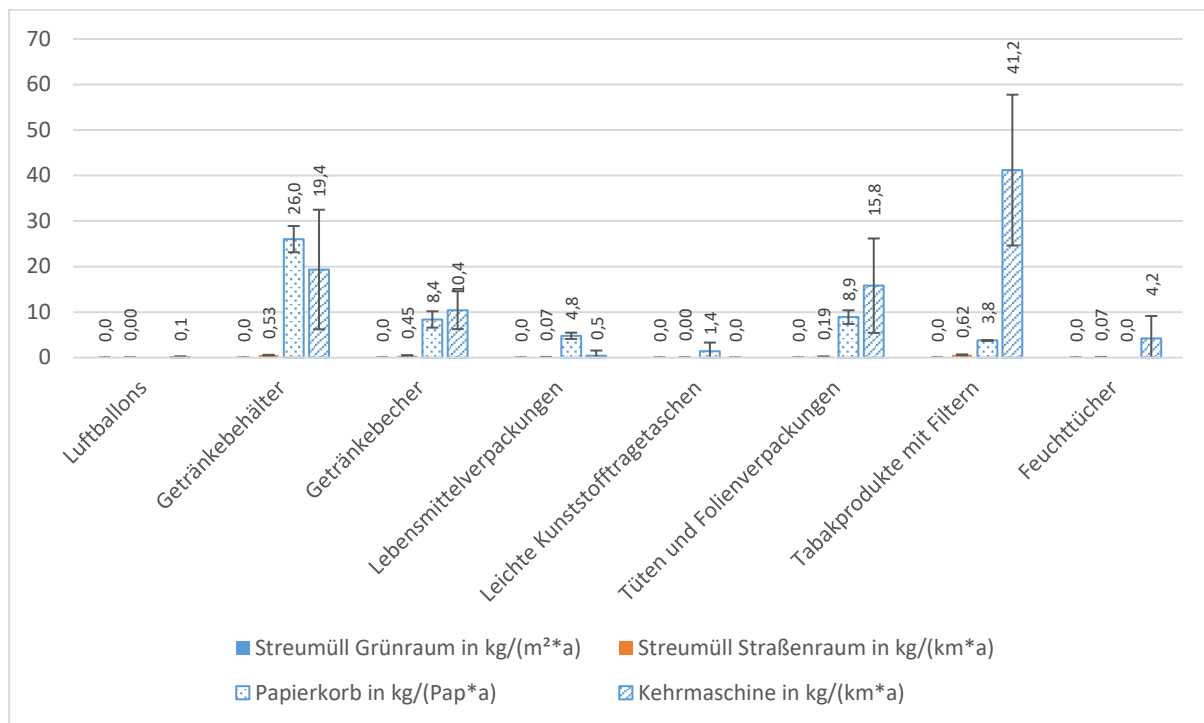


Abbildung 13: Jährliche EPR-Menge mit verschiedenen Bezugsgrößen je Erfassungssystem.

4.3 Kosten

4.3.1 Sammelkosten

In Abbildung 14 sind die Sammelkosten der EPR-Fractionen aller untersuchten Erfassungssysteme, die pro Einwohner und Jahr in einer Großstadt anfallen, abgebildet. Eindeutig dadurch erkennbar ist, dass die kostenintensivste Fraktion jene der Getränkebehälter ist, die im Papierkorb gesammelt werden. Die Kosten belaufen sich dabei auf 0,6 bis 1,1 € pro Einwohner und Jahr. Mit Kosten von circa 0,34 bis 0,5 € pro Einwohner und Jahr (€/EW*a) folgen Tabakprodukte inklusive Filter, die beim Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ gesammelt werden. Der größte Anteil der EPR-Sammelkosten fallen beim Erfassungssystem „Papierkorb“ an, mit Kosten von ungefähr 1,25 bis 2,29 €/EW*a, gefolgt von dem Erfassungssystem „Streumüll Straßenraum“ mit 0,28 bis 1 €/EW*a und „Streumüll Grünraum“ mit 0,38 bis 0,62 €/EW*a. Bei dem Erfassungssystem „Kehrmaschine“ entstehen mit 0,13 bis 0,45 €/EW*a die geringsten EPR-Sammelkosten. In Tabelle 26, die sich im Anhang befindet, sind die genauen Zahlen abgebildet.

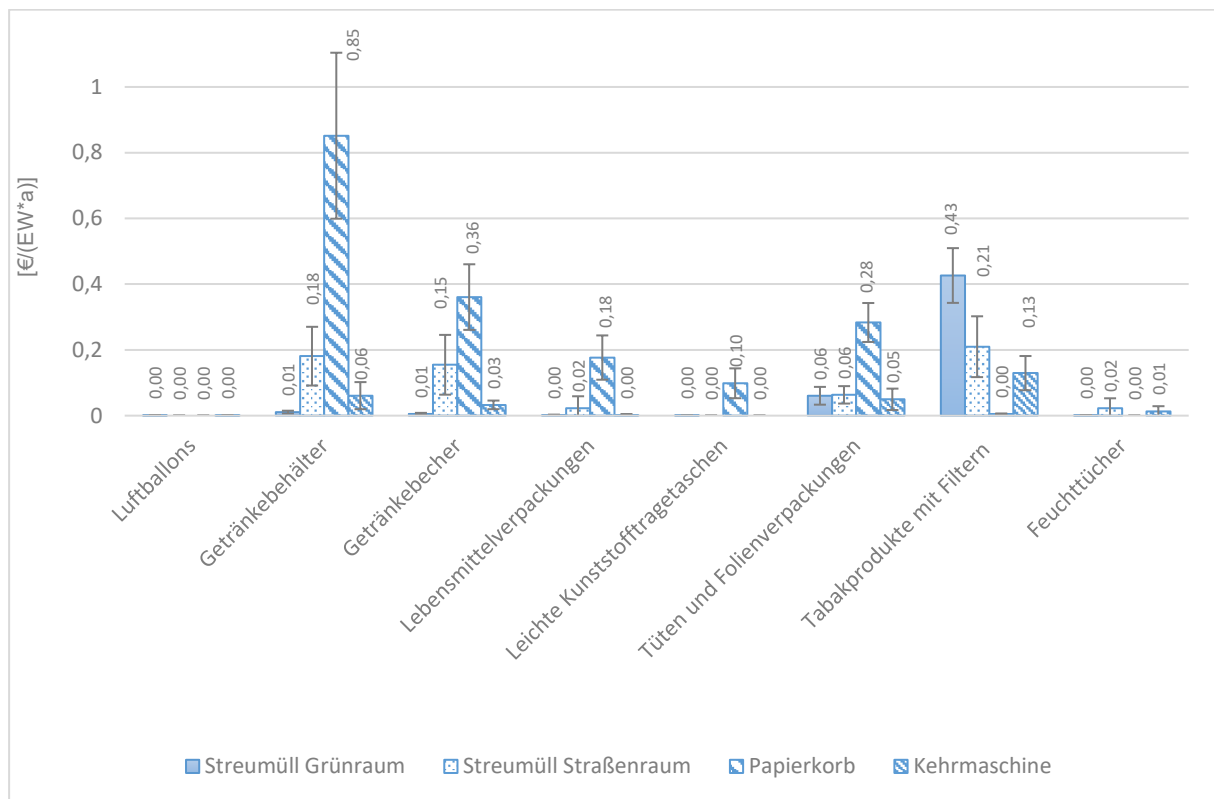


Abbildung 14: Sammelkosten pro Einwohner und Jahr der einzelnen EPR-Fractionen der verschiedenen Erfassungssysteme.

4.3.2 Entsorgungskosten

Die Entsorgungskosten der EPR-Fractionen jedes Erfassungssystem, die pro Einwohner und Jahr anfallen, sind wesentlich geringer als die Sammelkosten. Das kostenintensivste EPR-Produkt sind die Getränkebehälter, die in Papierkörben anfallen. Die Entsorgungskosten liegen zwischen 0,035 und 0,07 €/ (EW*a). Danach folgen die Tüten- und Folienverpackungen und die Getränkebecher, die in Papierkörben anfallen. Das zweite kostenintensive Erfassungssystem ist die Kehrmaschine. Die EPR-Entsorgungskosten betragen beim Erfassungssystem „Papierkorb“ circa 0,07 bis 0,14 €/ (EW*a) und beim Erfassungssystem „Kehrmaschine“ ungefähr 0,015 bis 0,05 €/ (EW*a). Beim Erfassungssystem „Streumüll Straßenraum“ betragen die EPR-Kosten circa 0,0005 bis 0,002 €/ (EW*a) und beim Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ lediglich 0,0002 bis 0,0006 €/ (EW*a). Die genauen Entsorgungskosten sind im Anhang in der Tabelle 27 dargestellt.

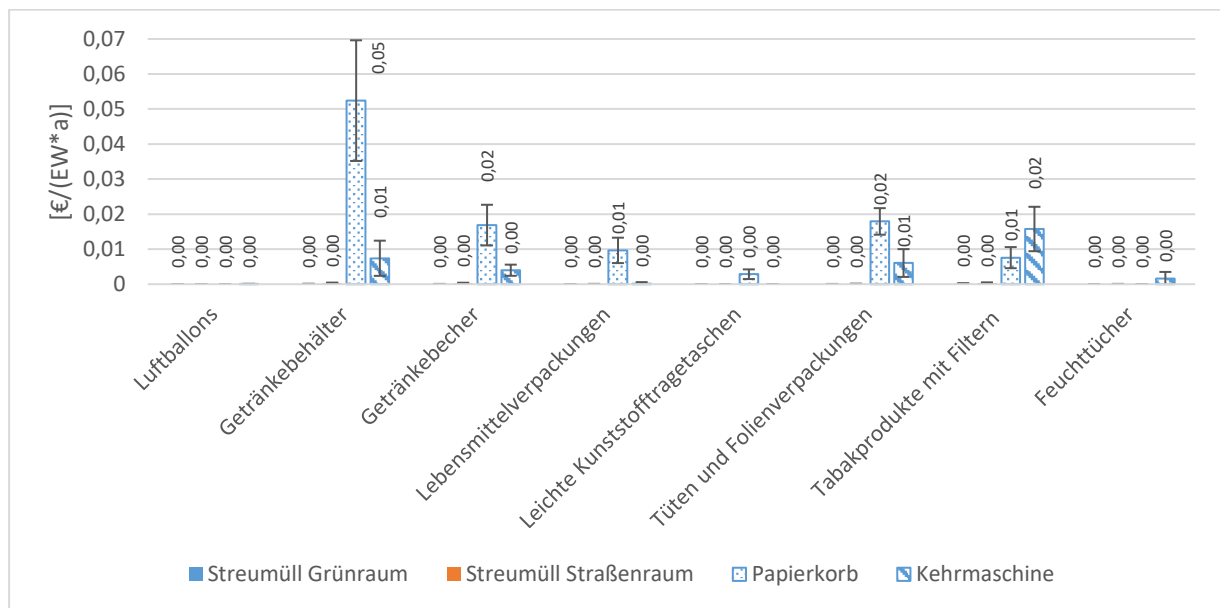


Abbildung 15: Entsorgungskosten pro Einwohner und Jahr der einzelnen EPR-Fractionen der verschiedenen Erfassungssysteme.

4.3.3 Gesamtkosten

In Abbildung 16 sind die Gesamtkosten pro Einwohner und Jahr, bestehend aus Sammlungs- und Entsorgungskosten, der EPR-Fractionen der jeweiligen Erfassungssysteme dargestellt. Die Kategorie Getränkebehälter, die im Papierkorb gesammelt werden, sind mit 0,63 bis 1,17 €/ (EW*a) die teuerste Fraktion, gefolgt von Tabakprodukten, die sich im Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ befinden, mit einer Kostenspanne von 0,35 bis 0,61 €/ (EW*a). Die kostenintensivsten EPR-Gesamtkosten befinden sich mit einer Summe von 1,32 bis 2,44 €/ (EW*a) im Erfassungssystem „Papierkorb“. Danach folgen die Kosten des Erfassungssystem „Streumüll Straßenraum“ mit einer Kostenspanne von 0,28 bis 1,02 €/ (EW*a). An dritter Stelle ist das Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ mit 0,39 bis 0,64 €/ (EW*a) zu finden. An letzter Stelle steht das Erfassungssystem „Kehrmaschine“ mit einer Spanne von 0,14 bis 0,5 €/ (EW*a). Die genauen Zahlen sind im Anhang aus Tabelle 28 ersichtlich.

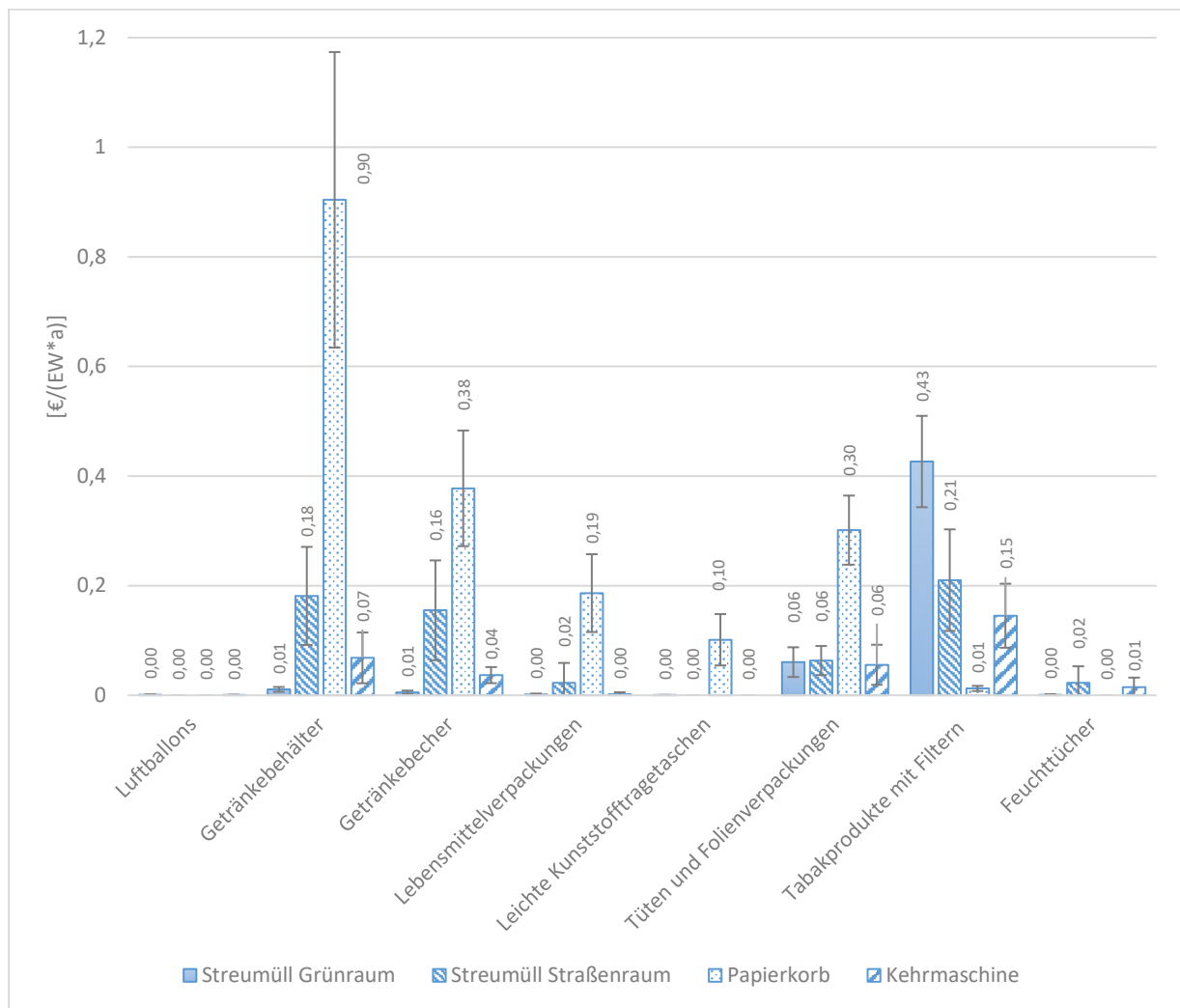


Abbildung 16: Gesamtkosten pro Einwohner und Jahr der einzelnen EPR-Fractionen der verschiedenen Erfassungssysteme.

Die EPR-Kosten aufgeschlüsselt nach Sammel-, Entsorgungs- und Gesamtkosten pro Erfassungssystem sind in Abbildung 17 dargestellt. Aus dieser Darstellung ist erkennbar, dass das Erfassungssystem „Papierkorb“ sowohl das sammel- als auch das entsorgungsintensivste ist mit 1,77 bzw. 0,11 €/((EW*a)). Daran schließen die Sammelkosten von „Streumüll Straßenraum“ mit 0,65 €/((EW*a)) und „Streumüll Grünraum“ mit 0,51 €/((EW*a)) an. Das nach dem Erfassungssystem „Papierkorb“ Entsorgungsintensivste ist das Erfassungssystem „Kehrmaschine“ mit Entsorgungskosten in der Höhe von 0,04 €/((EW*a)). In Summe betragen die EPR-Kosten 3,37 €/((EW*a)) mit einer möglichen Abweichung von 0,6 €/((EW*a)), wobei die Sammelkosten mit 3,22 €/((EW*a)) rund 96 % der Gesamtkosten ausmachen.

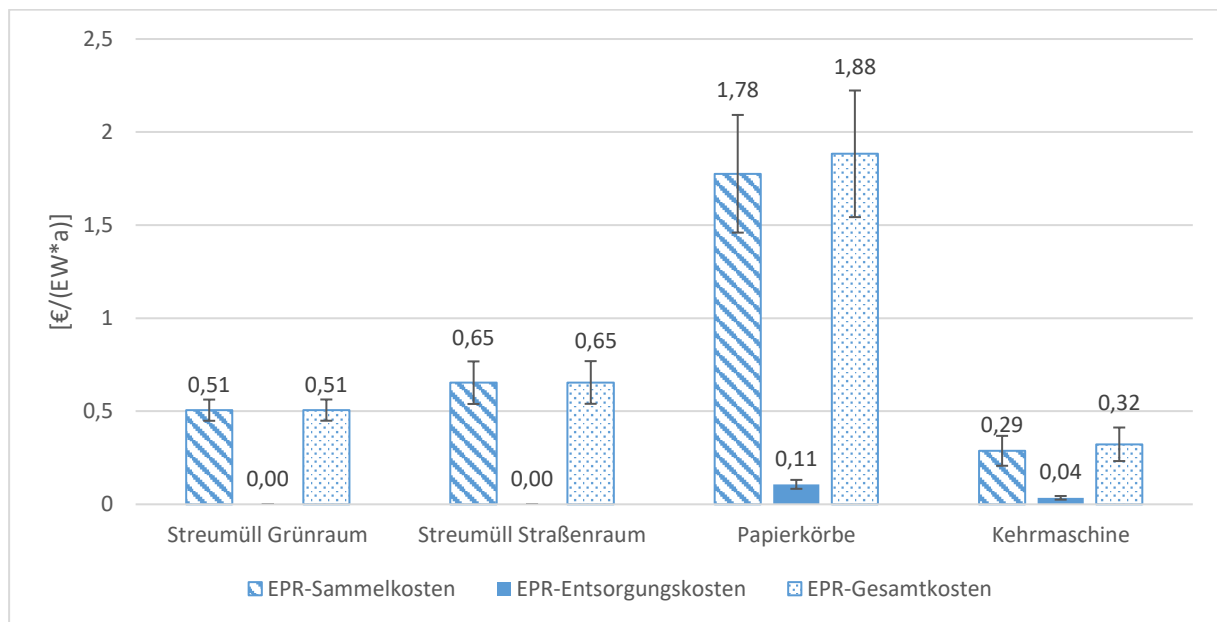


Abbildung 17: Darstellung der EPR-Kosten pro Erfassungssystem.

Das Verhältnis von Sammel- und Entsorgungskosten ist in der Abbildung 18 zur Verdeutlichung dargestellt. Die gesamten Kosten (Summe EPR und Nicht-EPR-Kosten) bestehen zu 93 % aus Sammelkosten und lediglich 7 % der Gesamtkosten entfallen auf die Entsorgungskosten. Bei den EPR-Kosten bestehen sogar 96 % aus Sammelkosten und nur 4 % aus Entsorgungskosten.

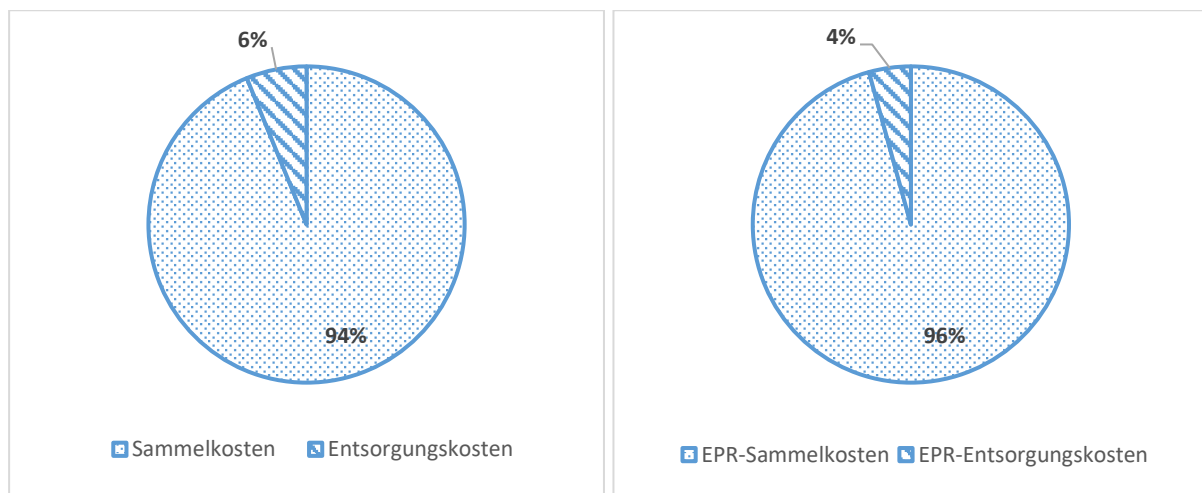


Abbildung 18: Verteilung Sammel- und Entsorgungskosten der Summe aus den EPR- und Nicht-EPR-Kosten (links) und der EPR-Kosten (rechts).

Im Vergleich zur Abbildung 17, in der nur die EPR-Kosten aufgezeigt werden, sind in Abbildung 19 sowohl die EPR-Gesamtkosten und Nicht-EPR-Gesamtkosten als auch deren Summe dargestellt. Aus dieser vergleichenden Darstellung ist ersichtlich, dass die größten EPR-Gesamtkosten beim Erfassungssystem „Papierkorb“ anfallen. Im Vergleich dazu ist das kostenintensivste Erfassungssystem bei den Nicht-EPR-Gesamtkosten bzw. der Summe aus

EPR- und Nicht-EPR-Gesamtkosten des Erfassungssystem „Streumüll Straßenraum“ mit Kosten in der Höhe von 14,68 €/ (EW*a). Mit 7,53 €/ (EW*a) folgt das Erfassungssystem „Kehrmaschine“. Anschließend kommt das Erfassungssystem „Papierkorb“ mit 6,54 €/ (EW*a). An letzter Stelle steht das Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ mit Gesamtkosten in der Höhe von 0,78 €/ (EW*a).

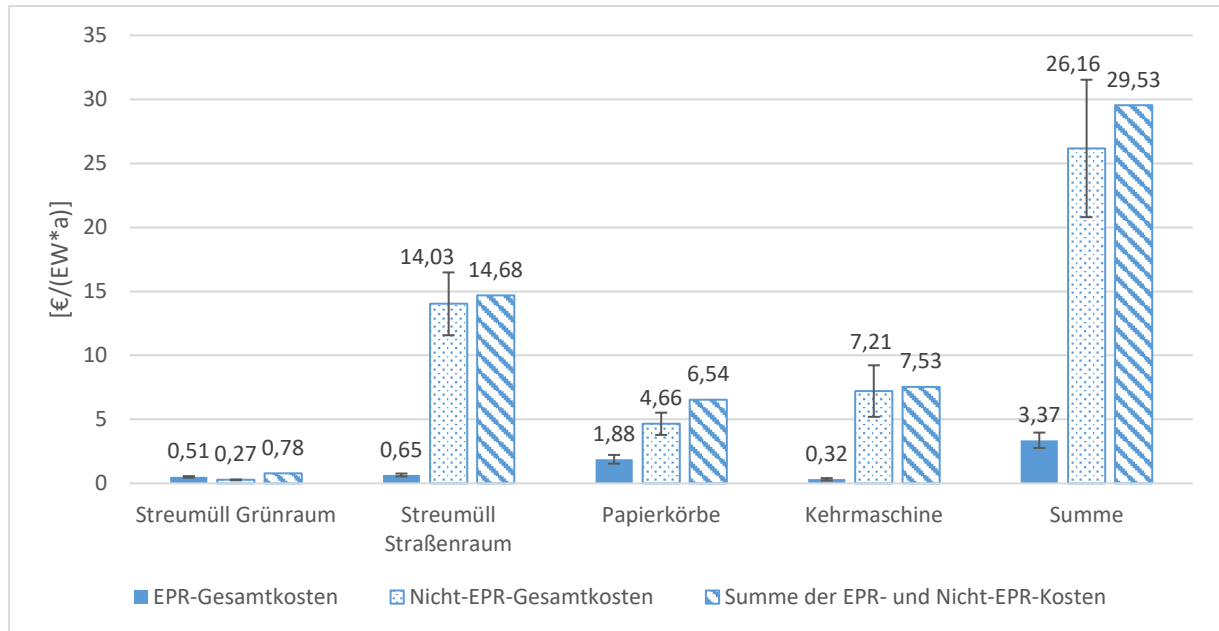


Abbildung 19: EPR-Gesamtkosten und Nicht-EPR-Gesamtkosten pro Erfassungssystem.

4.4 Berechnungsmethodik

Eine mögliche Berechnungsmethodik, die als Ergebnis dieser Arbeit hervorgeht, und als möglicher Verrechnungsansatz für Großstädte dienen könnte, ist die Zusammenfassung aller Kosten pro Erfassungssystem zu einer Gesamtsumme pro Einwohner und Jahr. Die Kosten könnten pro EPR-Produkt oder als Summe der EPR-Produkte verrechnet werden. Durch diese Berechnungsmethodik beträgt der EPR-Anteil an den Kosten rund 11 % (Tabelle 13).

Tabelle 13: Kosten pro EPR-Produkt pro Einwohner und Jahr.

Fraktion	[€/ (EW*a)]		
Luftballons	0,001	±	0,001
Getränkebehälter	1,16	±	0,41
Getränkebecher	0,57	±	0,21
Lebensmittelverpackungen	0,21	±	0,11
Leichte Kunststofftragetaschen	0,10	±	0,05
Tüten und Folienverpackungen	0,48	±	0,15
Tabakprodukte mit Filtern	0,79	±	0,24
Feuchttücher	0,04	±	0,05
Summe EPR-Kosten	3,37	±	1,23
Nicht-EPR-Produkte	26,16	±	5,37
Summe EPR & Nicht-EPR	29,53		

Für eine Stadt mit 300.000 Einwohner ergeben sich nach dieser Berechnungsmethodik EPR-Kosten in der Höhe von 1,011 Mio. € mit einer möglichen Abweichung von 369.000 €.

Als weiteren möglichen Verrechnungssatz für Großstädte könnten die Kosten nicht pro Einwohner, sondern für das Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ pro m² regelmäßig gereinigte Grünfläche, für das Erfassungssystem „Papierkorb“ pro Gesamtanzahl der Papierkörbe in der gesamten Stadt und für die Erfassungssysteme „Streumüll Straßenraum“ und „Kehrmaschine“ pro km Straßennetz, dessen Reinigung in den Aufgabenbereich der Stadt fällt, bezogen werden (siehe Tabelle 14).

Tabelle 14: Kosten der EPR-Produkte pro Erfassungssystem mit verschiedenen Bezugsgrößen.

Fraktion	Streumüll Grünraum			Streumüll Straßenraum			Papierkorb			Kehrmaschine		
	[€/m ² *a]			[€/km*a]			[€/Pap*a]			[€/km*a]		
Luftballons	0,0005	±	0,0003	-	±	-	-	±	-	0	±	0
Getränkebehälter	0,006	±	0,002	45	±	22	65	±	19	17	±	11
Getränkebecher	0,003	±	0,002	38	±	22	27	±	8	9	±	4
Lebensmittelverpackungen	0,001	±	0,001	6	±	9	13	±	5	0	±	1
Leichte Kunststofftragetaschen	0,0001	±	0,0002	-	±	-	7	±	3	-	±	-
Tüten und Folienverpackungen	0,03	±	0,01	16	±	7	22	±	5	14	±	9
Tabakprodukte mit Filtern	0,22	±	0,04	52	±	23	1	±	0	36	±	14
Feuchttücher	0,0004	±	0,0006	6	±	7	-	±	-	4	±	4
Summe EPR-Produkte	0,27	±	0,06	161	±	90	136	±	40	79	±	44
Nicht-EPR-Produkte	0,14	±	0,02	3452	±	604	335	±	63	1775	±	496
Summe EPR & Nicht-EPR	0,41			3613			471			1854		

*Es handelt sich hierbei um Rundungswerte. Etwaige Nullangaben ergeben sich durch Rundungen.

Die einzelnen Kosten der EPR-Fraktionen aus der Tabelle 14 sind in Abbildung 20 erneut grafisch dargestellt. Hierbei ist jedenfalls darauf zu achten, dass alle Erfassungssysteme verschiedenen Bezugsgrößen (m², Anzahl Papierkörbe, km) haben. Das kostenintensivste Erfassungssystem ist zwar „Streumüll Straßenraum“ mit 71 bis 251 €/ (km*a), die teuerste EPR-Fraktion ist jedoch Getränkebehälter, die in Papierkörben gesammelt werden, mit einer Kostenspanne von 46 bis 84 €/ (Pap*a). Darauf folgt die Fraktion „Tabakprodukte mit Filtern“ mit einer Kostenspanne von 29 bis 75 €/ km*a. Die Erfassungssysteme „Papierkorb“ mit einer Spanne von 96 bis 176 €/ (Pap*a) und „Kehrmaschine“ mit 35 bis 123 €/ (km*a) sind an zweiter und dritter Stelle. Mit großem Abstand an letzter Stelle liegt das Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ mit einer Kostenspanne von 0,21 bis 0,33 €/ (m²*a).

Für eine Großstadt mit 4100 Papierkörben, 1200,1 Straßenkilometer und 557.110 m² regelmäßig zu reinigende Grünfläche entstehen EPR-Kosten in der Höhe von 994.547 € mit einer Abweichung von 362.594 €.

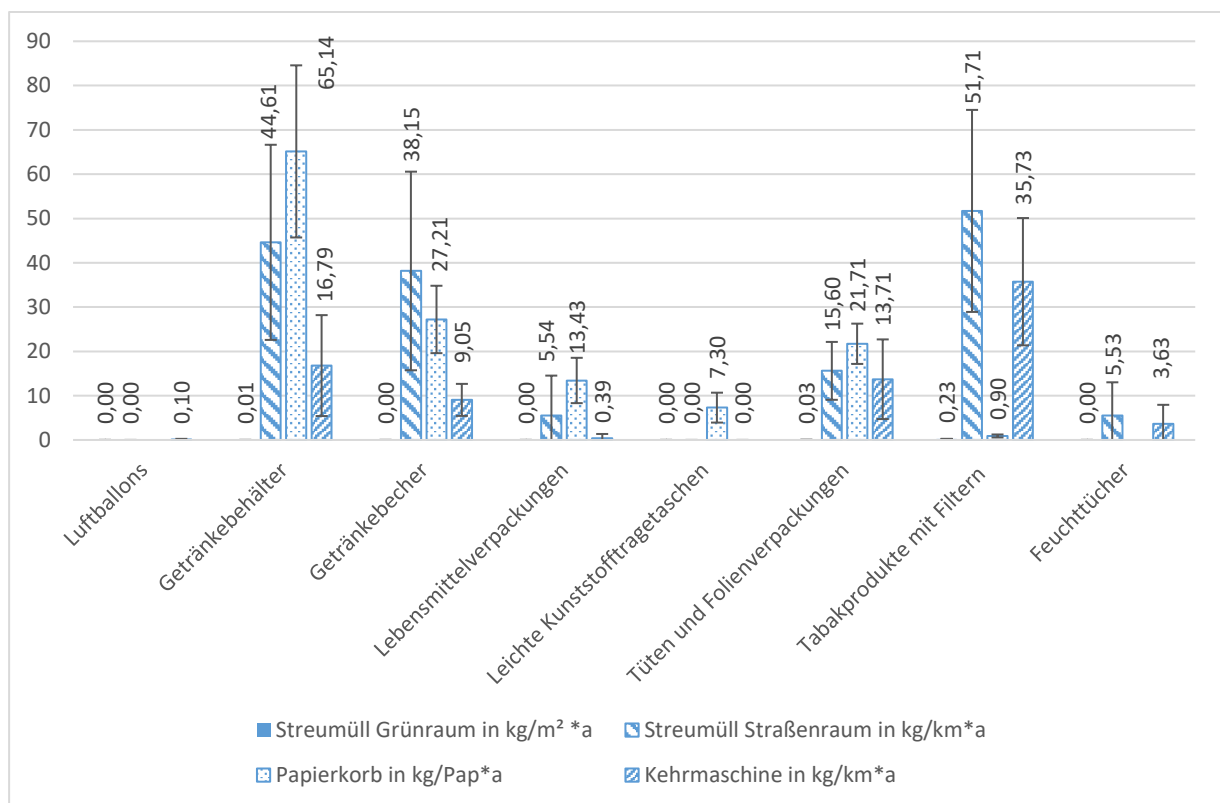


Abbildung 20: Gesamtkosten pro EPR-Fraktion mit verschiedenen Bezugsgrößen pro Erfassungssystem.

5 Diskussion

5.1 Methodik

Der Großteil der in dieser Arbeit verwendeten Zahlen wurden mit einer Standardabweichung angegeben, wobei dies grundsätzlich die Standardabweichung der jeweiligen EPR-Anteile der Abfallanalysen ist. Bei Abfall handelt es sich um ein sehr inhomogenes Material, weshalb die konkrete Zusammensetzung von Probenmenge zu Probenmenge unterschiedlich ist, daher wurde versucht, bei der Berechnung der EPR-Anteile diesen Umstand mittels Standardabweichung zu berücksichtigen. Diese Standardabweichungen werden mit steigender Probenanzahl genauer.

Da zur Bestimmung der EPR-Mengen und EPR-Kosten die berechneten EPR-Anteile verwendet wurden, wurden auch die berechneten Standardabweichungen angegeben. Durch die Darstellung eines Schwankungsbereichs der Kosten können für zukünftige Berechnungen der EPR-Kosten verschiedene Optionen gewählt werden. Es kann entweder konservativ (unterer Grenzwert), progressiv (oberer Grenzwert) oder mit dem Mittelwert gerechnet werden.

Durch die zum Teil großen Standardabweichungen ist allerdings erkennbar, dass die Zahlen stark schwanken können. Daher sind die Zahlen nur bis auf eine Nachkommastelle anzugeben bzw. nur entsprechende gerundete Werte zu verwenden. In dieser Arbeit werden teilweise mehr Nachkommastellen angegeben, um zu verdeutlichen, dass gewisse Fraktionen bezüglich Menge oder Kosten dementsprechend gering sind. Für die Weiterverwendung der Zahlen wird jedoch empfohlen, nur Werte bis maximal eine Nachkommastelle zu verwenden.

5.1.1 Untersuchte Mengen

Bezogen auf die anfallenden Jahresmengen wurde zwar kein großer Anteil an Probenmasse untersucht, dafür fanden pro Erfassungssystem mehrere Probenahmen an unterschiedlichen Tagen bei den gleichen Standorten statt. Durch diesen Umstand verbessert sich die Aussagekraft der Ergebnisse.

Diese Arbeit hat nur einen Bruchteil der öffentlich anfallenden Abfallmengen der Großstadt untersucht, weshalb es gewagt erscheint, die Annahme zu treffen, die Großstadt im Gesamten zu betrachten und nicht in einzelne Gebiete zu unterteilen. Allerdings unterteilt auch der Abschlussbericht „Erarbeitung eines Kostenmodells für die Umsetzung von Artikel 8 Absatz 2 und 3 der EU-Einwegkunststoffrichtlinie“ sein Kostenmodell in Innerorts-Gebiete (Plätze, Wege, Parks) und in Außerorts-Gebiete (Autobahnen, Wald, Strände). Werden die in diesem Bericht verwendeten Bezeichnungen übernommen, so setzt sich diese Arbeit ausschließlich mit einem Innerorts-Gebiet auseinander (Wilts et al. 2022:62).

5.1.2 Hochrechnungsmengen

Zur Hochrechnung der Streumüllmengen „Streumüll Grünraum“, genauer in Kapitel 3.3.1 beschrieben, wurde die Fläche der regelmäßig gereinigten Grünflächen benötigt. Die Fläche basiert dabei auf Recherchen und selbstständigen Vermessungen mittels „Google Earth“ Vermessungen. Obwohl die Angabe der Fläche nicht exakt ist, tritt selbst bei einer Abweichung von bis zu 7000 m², die als vernünftige Angabe der tatsächlichen Flächenabweichung zu sehen ist, keine Änderung der erste Nachkommastelle auf. Diese würde ohnehin schon die Genauigkeit der Berechnung übertreffen. Dadurch ist der Einfluss des Fehlers der Flächenbestimmung auf die Mengenangabe gering.

Bei dem Erfassungssystem „Streumüll Straßenraum“ wurden die stündlichen Sammelmengen pro Person angenommen. Des Weiteren wurde angenommen, dass in den drei Monaten September bis November Laubmengen gesammelt werden, in den vier Monaten Jänner bis April Splitt und die verbleibenden Monate bloß Restmüll eingesammelt wird (siehe 3.3.1). Eine Fehlerquelle hierbei ist, dass nicht stündlich pro ArbeiterInnen immer die gleiche Menge gesammelt werden kann. Die Möglichkeit einer Fehlerquelle besteht auch bei der Annahme, dass drei bzw. vier Monate lang immer Laub bzw. Splitt einzusammeln ist. Mit den bereitgestellten Mengen und den durchgeführten Untersuchungen war das jedoch die einzige Möglichkeit eine wahrscheinliche Menge zu berechnen.

5.2 Ergebnisse

5.2.1 EPR-Anteile

Beim Erfassungssystem „Papierkorb“ wurden unterschiedliche Routen in drei unterschiedlichen Stadtteilen untersucht. Obwohl die Abfälle aus unterschiedlichen Gebieten stammten, sind die gewichtsmäßigen bzw. volumenmäßigen EPR-Anteile bezogen auf die Gesamtmasse bzw.-volumen je Stadtteil bis auf 1-2 % ident. Diese Tatsache führt zur Annahme, dass es ausreicht die Stadt im Gesamten zu betrachten und es nicht notwendig ist, diese nochmals in einzelne Untersuchungsgebiete zu unterteilen. Bestimmte EPR-Fraktionen, wie Getränkebecher, Getränkebehälter und Lebensmittelverpackungen, sind zwar in den unterschiedlichen Gebieten verschieden stark vertreten. Da jedoch alle den gleichen gesamten EPR-Anteil haben und diese Fraktionen eine ähnliche Dichte besitzen, gleicht sich dieser Unterschied in weiterer Folge wieder aus und ein Mittelwert kann über alle drei Gebiete angenommen werden. Eine vergleichbare Untersuchung konnte im Zuge der Recherchen, die in dieser Arbeit durchgeführt wurden, nicht gefunden werden und es ist daher anzunehmen, dass diese Ergebnisse eine Neuheit darstellen (Abbildung 21, vergleiche Kapitel 3.2.).

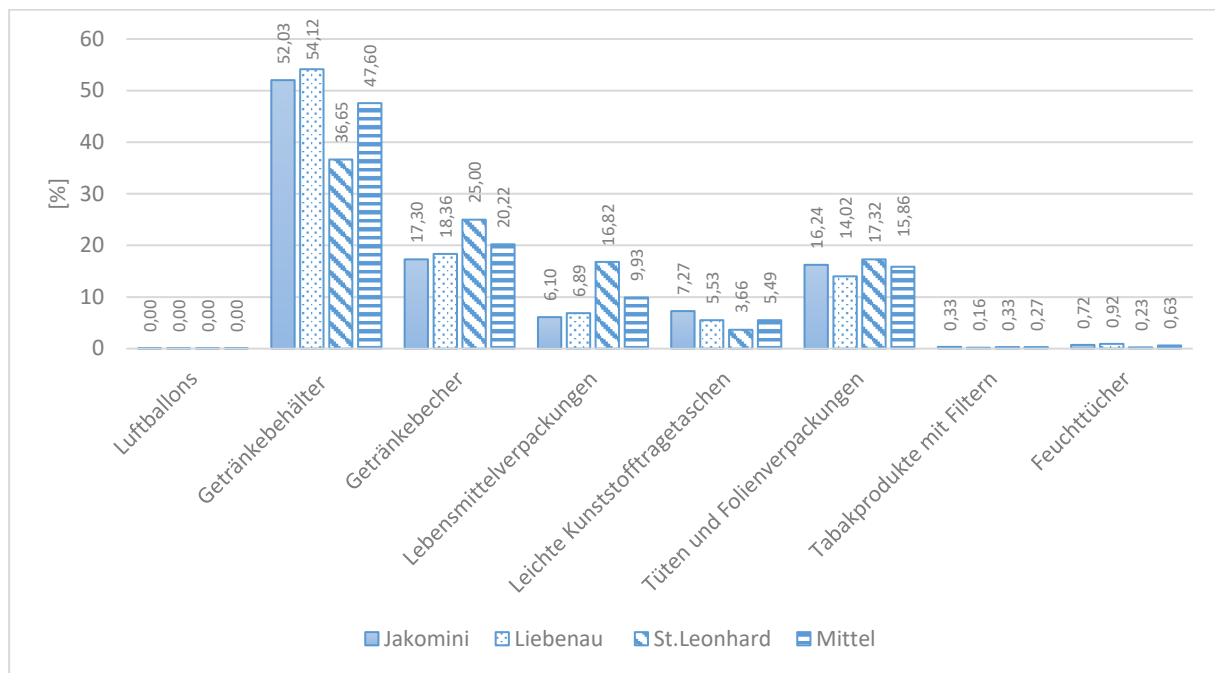


Abbildung 21: Volumenmäßige Anteile der EPR-Fractionen der Papierkorbinhalte aller untersuchten Gebiete.

Die gewichtsmäßigen EPR-Anteile von „Kehrmaschine“ und „Streumüll Straßenraum“, sowohl mit als auch ohne Laub, sind ident (Abbildung 9). Das bedeutet vor allem, dass das gleiche Verhältnis von EPR/Nicht-EPR sowohl direkt auf der Straße als auch bei den schwer erreichbaren Parkplatzflächen vorhanden ist. Dieses Ergebnis kann für zukünftige Forschungen die Probenahme verkürzen und optimieren, da nur eine der beiden Erfassungssysteme beprobt werden muss.

Eine weitere Erkenntnis ist die Tatsache, dass die bereinigten gewichtsmäßigen EPR-Anteile in „Streumüll Straßenraum“, das sind jene ohne die Laubmenge, von den beiden Erfassungssystemen nahezu ident mit dem EPR-Anteil von „Streumüll Grünraum“ ist. Daraus kann geschlossen, dass in all diesen Bereichen, ob Grünfläche oder Straße, ein ähnliches Verhältnis von gelitterten EPR- zu Nicht-EPR-Produkten besteht. Wird das EPR- und Nicht-EPR Verhältnis der Erfassungssysteme mit jenem vom Erfassungssystem „Papierkorb“ verglichen, fällt außerdem auf, dass beim Littering der gewichtsmäßige EPR-Anteil deutlich höher ist als in Papierkörben, wo Abfälle ordnungsgemäß entsorgt werden. Dieser Sachverhalt kann für zukünftige Sensibilisierungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

Werden die einzelnen EPR-Produkte der Erfassungssysteme verglichen, fällt insbesondere auf, dass ein großer gewichtsmäßiger Anteil der Getränkebehälter, wie PET-Flaschen, häufig ordnungsgemäß in Papierkörben entsorgt wird, wohingegen verhältnismäßig häufig Zigarettenreste an Ort und Stelle fallen gelassen und auf diese Art unsachgemäß entsorgt werden (Abbildung 10). Dieses Ergebnis dient als Ausgangspunkt, um gezielt zukünftig Sensibilisierungsmaßnahmen zu entwickeln und einzusetzen.

5.2.2 EPR-Anteil im Vergleich mit anderen Untersuchungen

In der Tabelle 15 und der Tabelle 16 ist eine Gegenüberstellung des ermittelten EPR-Anteils dieser Untersuchungen und des EPR-Anteils anderer Studien abgebildet. Die Stk.-% des Erfassungssystems „Streumüll Grünraum“ sind bei den Ergebnissen von Wilts et al. (2022) auf Deutschland im Mittel und nicht auf eine Großstadt bezogen. Das Ergebnis für eine Großstadt ist nicht vorhanden.

Die Ergebnisse der Erfassungssysteme „Papierkorb“, „Streumüll Straßenraum“ und „Kehrmaschine“ dieser Untersuchung sind jenen Ergebnissen von Gellenbeck & Reuter (2020) ähnlich. Der drastischste Unterschied beim Vergleich der Ergebnisse dieser Arbeit mit den Ergebnissen von Gellenbeck & Reuter (2020) liegt bei den EPR-Anteilen des Erfassungssystems „Streumüll Grünraum“. Diese unterscheiden sich gewichtsmäßig um 20 % voneinander, wobei in dieser Arbeit rund 28,9 Gew.-% mit einer möglichen Abweichung von 5 Gew.-% und bei Gellenbeck & Reuter (2020) lediglich 7,8 % anfallen. Eine mögliche Erklärung hierfür kann sein, dass in deutschen Großstädten gewichtsmäßig mehr Nicht-EPR-Produkte als EPR-Produkte auf Grünflächen anfallen. Ein Umstand, der diese Annahme unterstützt, ist, dass in Deutschland eine Pfandpflicht auf viele Arten von Getränkebehälter besteht. Diese bestehende Pfandpflicht wäre daher eine mögliche Erklärung, weshalb Menschen weniger Abfälle auf Grünflächen liegen lassen. Die Pfandpflicht gilt allerdings auch auf Metalldosen, welche nicht als EPR-Produkt deklariert sind, weshalb sich dies gewichtsmäßig theoretisch wieder ausgleichen, könnten. Werden die Messergebnisse der Untersuchung des Erfassungssystems „Streumüll Grünraum“ dieser Arbeit betrachtet, ist erkennbar, dass Metalldosen am Gesamtabfallaufkommen rund 6 Gew.-% und Getränkebehälter circa 7 Gew.-% betragen (Tabelle 29). Im Falle einer Pfandpflicht bedeutet das, dass sich beide Fraktionen gegenseitig aufheben und sich daher am EPR-Anteil nichts ändern sollte. Somit wäre die getroffene Annahme nichtzutreffend. Eine weitere Erklärung für diese drastische Differenz könnte darin bestehen, dass weniger Zigaretten auf Grünflächen achtlos weggeworfen werden. Die Fraktion „Zigaretten mit Filtern“ ist nämlich sowohl gewichtsmäßig als auch stückmäßig bei dem Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ die größte bei dieser Untersuchung (siehe Abbildung 10). Bezogen auf das gesamte Abfallaufkommen hat diese Fraktion einen Anteil von 14 Gew.-% (siehe Tabelle 20). Bei den Untersuchungsergebnissen von Gellenbeck & Reuter (2020) beträgt diese Fraktion nur 1,1 Gew.-% bezogen auf das gesamte Abfallaufkommen. Das könnte eine mögliche Erklärung für die Differenz zwischen den EPR-Anteilen beim Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ bei den Ergebnissen dieser Arbeit und jener von Gellenbeck & Reuter (2020) sein.

Die EPR-Anteile der Studie von Wilts et al. (2022) sind eine Verschneidung der Studie von Gellenbeck & Reuter (2020) und eigener Ergebnisse von Wilts et al. (2022). Aus diesem Grund ähneln sich die Ergebnisse von Gellenbeck & Reuter (2020) und der Studie von Wilts et al. (2022). Erneut kann gesagt werden, dass sich die Ergebnisse von Wilts et al. (2022) den Ergebnissen dieser Arbeit ähneln, es jedoch eine große Differenz bei den EPR-Anteilen des Erfassungssystems „Streumüll Grünraum“ gibt. Der Grund für diese Differenz könnte sein, wie

bereits oben genauer erläutert, dass weniger Zigaretten auf Grünflächen liegengelassen werden.

Mit den Ergebnissen des Technischen Büro Hauers (2021) lässt sich schwer ein Vergleich aufstellen, da dieser anhand verschiedener Untersuchungsergebnisse anderer Studien, unabhängig von Erfassungssystemen, einen gewichtsmäßigen, einen stückmäßigen und einen volumenmäßigen EPR-Anteil angenommen hat. Werden die gewichtsmäßigen EPR-Anteile dieser Arbeit über alle Erfassungssysteme gemittelt, beträgt dieser EPR-Anteil 12,8 %, was mit dem Ergebnis des Technischen Büros Hauer übereinstimmt, die dafür verschiedene Untersuchungen gemittelt haben.

Der Vergleich der EPR-Anteile mit anderen Gebieten von anderen Studien zeigt, dass die Untersuchungen dieser Arbeit sich in den gleichen Größenverhältnissen aufhalten. Sowohl bei Gellenbeck & Reuter (2020) und Wilts et al. (2022) als auch beim Technischen Büro Hauer (2021) gibt es Übereinstimmungen, daraus kann geschlossen werden, dass die EPR-Anteile, die im Zuge dieser Arbeit gemessen wurden, glaubhaft und plausibel erscheinen.

Tabelle 15: Vergleich der gewichtsmäßigen EPR-Anteile der verschiedenen Erfassungssysteme der Ergebnisse dieser Untersuchung mit anderen Studien (Gellenbeck & Reuter 2020:13, Technisches Büro Hauer 2021:20, Wilts et al. 2022:158ff.).

EPR-Anteil	Ergebnisse dieser Arbeit	Ergebnisse Großstadt	Ergebnisse	Ergebnisse
		Gellenbeck & Reuter (2020)	Wilts et al. (2022)	Technisches Büro Hauer (2021)
		Gew.-%	Gew.-%	Gew.-%
Papierkorb		11,2±2,5		
	Straßenraum		14,1	14,3
	Grünfläche		11,4	11,5
Streumüll				
	Straßenraum	4,3±0,8	9,1	9,1
	Grünfläche	28,9±5	7,8	7,8
Kehrmaschine		4,3±1,2	3	3

Tabelle 16 : Vergleich der volumenmäßigen bzw. stückmäßigen EPR-Anteile der verschiedenen Erfassungssysteme der Ergebnisse dieser Untersuchung mit anderen Studien (Gellenbeck & Reuter 2020:13, Technisches Büro Hauer 2021:20, Wilts et al. 2022:158ff.).

EPR-Anteil	Ergebnisse dieser Arbeit		Ergebnisse Großstadt Gellenbeck & Reuter (2020)		Ergebnisse Wilts et al. (2022)		Ergebnisse Technisches Büro Hauer (2021)	
	Vol.-%	Stk.-%	Vol.-%	Stk.-%	Vol.-%	Stk.-%	Vol.-%	Stk.-%
Papierkorb	32,1±5,7							
	Straßenraum		39,8	14,3	39,9			
	Grünfläche		37,7	11,5	37,7			
Streumüll							25	25
	Straßenraum		27,4	9,1				
	Grünfläche		65,0±7,3	26,9	7,8	43,7		
Kehrmaschine			10,7	3				

5.2.3 EPR-Mengen

Ein wichtiges Ergebnis dieser Arbeit ist, dass die Sammelkosten mit 93 % überwiegen. Die Entsorgungskosten betragen lediglich 7 % der Gesamtkosten (siehe Abbildung 18). Daher würden sich die Kosten pro Erfassungssystem nicht wesentlich ändern, wenn die tatsächlich anfallenden Mengen höher wären, da die Entsorgungskosten noch immer wesentlich geringer wären als die Sammelkosten. Es ist hierbei auch zu erwähnen, dass die getrennte Darstellung von Sammel- und Entsorgungskosten bei der im Zuge dieser Arbeit gefundenen Literatur nicht durchgeführt wurde.

Die berechneten EPR-Mengen fallen bei den Erfassungssystemen „Papierkorb“ und „Kehrmaschine“ so hoch aus, da hierbei bedingt durch die Art der Sammlung mengenmäßig jährlich im Vergleich zu den Erfassungssystemen „Streumüll Straßenraum“ und „Streumüll Grünraum“ deutlich mehr gesammelt wird (siehe Abbildung 11).

In Papierkörben fällt viel Masse an, die nur entleert werden muss und eine Kehrmaschine kann in kurzer Zeit viel Weg zurücklegen und dadurch im Vergleich zu Menschen, die manuell einsammeln, viel Abfall einsammeln. Die Sammlung von Streumüll ist deutlich aufwändiger, da sie manuell entweder mit Greifzangen oder durch Besen erfolgt, und MitarbeiterInnen durch diese Arbeitsweise keine große Strecke zurücklegen können. Zudem ist Streumüll

flächenmäßig weiter verstreut und es fällt nicht so eine große Menge pro m² an wie pro Stück Papierkorb.

5.2.4 EPR-Mengen im Vergleich mit anderen Untersuchungen

Um einen Vergleich mit anderen Städten zu erhalten, werden die pro Kopf-Mengen dieser Arbeit mit jenen der Studie von Wilts et al. (2022) gegenübergestellt (siehe Tabelle 17).

Es ist ersichtlich, dass sich die pro Kopf-Mengen deutscher Städte aller Abfälle, nicht im Speziellen Großstädte, den pro Kopf-Mengen der untersuchten Großstadt ähneln. In der untersuchten Großstadt fällt ungefähr 1,5 kg/(EW*a) mehr an als bei den deutschlandweiten gemittelten Städten und Gemeinden. Ein Grund dafür könnte sein, dass in dieser Arbeit eine Großstadt untersucht wurde und bei der Vergleichsstudie sämtliche Städte, egal ob groß oder klein, und Gemeinden gemittelt wurden. Ein weiterer Grund, weshalb mehr Masse pro Kopf bei der untersuchten Stadt anfällt, ist, dass es in Österreich zum jetzigen Zeitpunkt noch keine Pfandpflicht gibt. Es ist in der Tabelle 17 erkennbar, dass deutlich mehr Getränkebehälter in der österreichischen Großstadt anfallen als in Deutschland.

Tabelle 17: Mengenvergleich der einzelnen Fraktionen mit den Ergebnissen der Studie von Wilts et al. (2022:86).

	Ergebnisse dieser Arbeit			Ergebnisse Wilts et al. (2022)
			[kg/(EW*a)]	
Luftballons	0,0005	±	0,0007	0,002
Getränkebehälter ohne Pfand	0,44	±	0,17	0,114
Getränkebecher mit Pfand	-		-	0,001
Getränkebecher	0,16	±	0,06	0,146
Lebensmittelverpackungen	0,07	±	0,03	0,071
Leichte Kunststofftragetaschen	0,02	±	0,01	0,04
Tüten und Folienverpackungen	0,19	±	0,07	0,126
Tabakprodukte mit Filtern	0,22	±	0,09	0,172
Feuchttücher	0,02	±	0,02	0,024
Summe EPR	1,12	±	0,45	0,695
Nicht-EPR	14,48	±	3,70	13,43
Summe	15,60			14,13

5.2.5 Kosten

Die anfallenden EPR-Kosten betragen $3,37 \text{ €}/(\text{EW} \cdot \text{a})$ mit einer möglichen Abweichung von $1,37 \text{ €}/(\text{EW} \cdot \text{a})$. Dieser Wert bildet die Ausgangsbasis für die Berechnung der anfallenden EPR-Kosten in einer Großstadt. In diesem Unterkapitel werden die berechneten Kosten diskutiert und mit anderen Studien verglichen.

In der Methodik wird der verwendete Teilungsschlüssel zur Berechnung der Kosten pro Erfassungssystem beschrieben (Kapitel 3.4.1). Dabei wurde festgelegt, dass die EPR-Sammelkosten des Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ mit dem Stückanteil, die EPR-Sammelkosten des Erfassungssystem „Papierkorb“ mit dem entsprechenden Volumenanteil und die Erfassungssysteme „Streumüll Straßenraum“ und „Kehrmaschine“ mit dem entsprechenden Gewichtsanteil berechnet werden. Die Entsorgungskosten pro Erfassungssystem wurden mit den entsprechenden Gewichtsanteilen berechnet.

Zu dieser Thematik kommt die Fragestellung auf, ob Organisationskosten, Wartungskosten, Abschreibungskosten und weitere Kosten, die nicht direkt mit der tatsächlichen Sammlung der anfallenden Abfälle zusammenhängen, mit dem oben festgelegten Teilungsschlüssel auf die EPR-Sammelkosten pro Erfassungssystem aufgeteilt werden sollen. In der Arbeit wurde diese Vorgangsweise gewählt, da die oben angeführten Kosten indirekt mit der Sammlung zusammenhängen und es in dieser Arbeit nicht möglich gewesen, die Arbeitsweisen und Kosten ins Detail zu ermitteln, um einen besseren EPR-Teilungsschlüssel annehmen zu können. Von Interesse wäre die Ermittlung dieses Teilungsschlüssel durch eine von den zuständigen Organisationen durchgeführte genauere Berechnung. Zwar besteht die Option alle indirekt anfallenden Sammelkosten mit den gewichtsmäßigen EPR-Anteilen anzunehmen, dies ist jedoch genauso praktikabel wie die andere Option. In dieser Arbeit wurden daher die gesamten Sammelkosten, mit dem im obigen Absatz bereits erwähnten Teilungsschlüssel berechnet. Die Forschungsfrage, wie indirekte Sammelkosten pro Erfassungssystem am besten auf EPR-Kosten umverteilt werden, könnte Forschungsgegenstand einer weiterführenden Arbeit werden.

Das Erfassungssystem „Papierkorb“ hat den größten Anteil an EPR-Kosten, was dadurch zu erklären ist, dass mit dem Volumenanteil gerechnet wurde. Die EPR-Kosten des Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ hätten das Potenzial das teuerste Erfassungssystem zu sein, da hier die Sammelkosten über den Stückanteil berechnet wurden. In dieser Stadt werden jedoch nicht viele Ressourcen zur Reinigung der Grünflächen eingesetzt, da dies anscheinend weder effizient noch notwendig ist. Dies könnte allerdings in anderen Städten anders sein und würde kostentechnisch für einen großen Unterschied sorgen. Falls in anderen Städten für die Entsorgung mehr Personal bzw. Personal, dass nicht nur auf einer Stundenbasis entlohnt wird, eingesetzt würde, würden sich die anfallenden Sammelkosten gravierend von der untersuchten Großstadt unterscheiden. In dem Fall, dass die eingesetzten Langzeitarbeitslosen genauso viel verdienen wie das reguläre Personal würden die EPR-Gesamtkosten zwischen $2,3$ bis $4,9 \text{ €}/(\text{EW} \cdot \text{a})$ betragen, wobei die tatsächlichen EPR-Gesamtkosten zwischen $2,2$ bis $4,7 \text{ €}/(\text{EW} \cdot \text{a})$ liegen. Andererseits, falls die Sammelarbeit

ausschließlich von regulärem Personal (2 MitarbeiterInnen pro Park) übernommen werden, die diese Arbeit nicht auf einer Stundenbasis ausführen, sondern hierfür 40 h/Woche angestellt sind, würden sich die EPR-Gesamtkosten auf 2,9 bis 5,9 €/EW*a belaufen. Das Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ wäre mit Gesamtkosten von 1,6 €/EW*a dennoch das günstigste Erfassungssystem. Aus diesem Grund sollte daher ausführlich eruiert werden, wie die Sammlung von Streumüll, der auf Grünflächen anfällt, stattfindet und gegebenenfalls Adaptionen an den empfohlenen Berechnungssatz gemacht werden, bevor die vorgeschlagene Berechnungsmethodik in anderen Städten eingesetzt wird.

5.2.6 Kosten im Vergleich mit anderen Untersuchungen

In diesem Unterkapitel wird ein Vergleich mit anderen Studien, die ebenfalls eine Kostenerhebung der öffentlich anfallenden Abfälle bzw. auch der öffentlich anfallenden EPR-Kosten durchgeführt haben, aufgeführt. Dabei ist hier zu erwähnen, dass die Kosten zum Teil durch Fragebögen, die an die betroffenen Akteure versendet wurden, erhoben wurden wie es der Fall bei Wilts et al. (2022) oder beim Technischen Büro Hauer (2021) war. Zum Teil wurden die Kosten aber auch durch Literatur erhoben wie bei KplusV (2020) oder durch eigene Erfahrungen wie bei Gellenbeck & Reuter (2020). Es sei hier auch angemerkt, dass lediglich die Studie von Wilts et al. (2022) die Kosten pro EPR-Fraktion darstellt und eine genaue Anleitung zur Berechnung der EPR-Kosten angibt. Bei den anderen Studien werden entweder nur die gesamten öffentlich anfallenden Kosten (KplusV 2020) oder nur die gesamten EPR-Kosten (Technisches Büro Hauer 2021) bzw. die EPR-Kosten nach Erfassungssystem (Gellenbeck & Reuter 2020) dargestellt. Aus diesem Grund können nur vereinzelt Vergleiche mit all den oben genannten Studien durchgeführt werden. Mit der Studie von Wilts et al. (2022) können jedoch, aufgrund derselben Kostendarstellung, fundiertere Vergleiche gezogen.

Die gesamten Kosten, die anfallen, um den öffentlichen Raum einer Stadt oder Gemeinde zu reinigen, sind in Tabelle 18 dargestellt. Die Ergebnisse dieser Arbeit, die die Kosten einer österreichischen Großstadt berechnet hat, unterscheiden sich deutlich von jenen Kosten, die das Technische Büro Hauer (2021) für das Land Österreich berechnet hat. Dies könnte sich jedoch dadurch erklären lassen, dass bei der Studie des Technischen Büros Hauer die Abfallkosten über ganz Österreich betrachtet wurden und in Österreich nur ein Bruchteil der Bevölkerung in Großstädten >100.000 EW wohnt. Die Abfallkosten in Klein- und Mittelstädten sollten geringer sein aufgrund geringeren Tourismusaufkommen und geringerer Anonymität. In Belgien und den Niederlanden könnte die Differenz ebenfalls dadurch geklärt werden, dass die Abfallkosten des ganzen Landes und nicht einer Großstadt betrachtet wurden. Die Berechnungen in Dänemark unterscheiden sich deutlich von allen anderen und sind in ihrer Richtigkeit zu hinterfragen, da sie so gering ausfallen (Technisches Büro Hauer 2021:20ff., KplusV 2020:28ff.).

In dieser Tabelle sind neben den öffentlich anfallenden Abfallkosten pro Kopf, auch die EPR-Kosten pro Kopf dargestellt. Auch hier unterscheidet sich das Ergebnis dieser Arbeit, das die tatsächlichen Kosten einer österreichischen Großstadt widerspiegeln soll, vom Ergebnis der Studie des Technischen Büros Hauer (2021). In diesem Fall kann wieder damit argumentiert

werden, dass die EPR-Kosten bei der Studie des Technischen Büros Hauer (2021) für ganz Österreich und nicht explizit für eine Großstadt ermittelt wurde. Des Weiteren wird in der Studie des Technischen Büros Hauer (2021) nur mit Gewichtsanteilen unabhängig vom Erfassungssystem gerechnet, was die Kosten weiter senkt. Die EPR-Kosten der Studie von Gellenbeck & Reuter (2020) ist bezogen auf Großstädte und deutlich höher als die EPR-Kosten dieser Arbeit. Eine Möglichkeit dafür wäre, dass in deutschen Großstädten mehr Abfall im öffentlichen Raum entsorgt wird, mehr Personal zur Sammlung und Reinigung eingesetzt wird oder, dass mit einem anderen Teilungsschlüssel gerechnet wird. Die EPR-Kosten der Studie von Wilts et al. (2022) befinden sich in einer vergleichbaren Größenordnung wie die EPR-Kosten dieser Arbeit, wobei die EPR-Kosten der Studie von Wilts et al. (2022) die Durchschnittskosten einer deutschen Kommune darstellen und nicht explizit die Kosten einer einzigen deutschen Großstadt. Da die Studie von Wilts et al. (2022) basierend auf den Ergebnissen von Gellenbeck & Reuter (2020), weiterentwickelt wurde und daher die Ergebnisse den neuesten Stand in Deutschland darstellen, kann es als positiv angesehen werden, dass sich die Kosten ähneln.

Tabelle 18: Kosten dieser Arbeit im Vergleich mit anderen Studien (KplusV 2020:28ff., Gellenbeck & Reuter 2020:12ff., Technisches Büro Hauer 2021:20ff., Wilts et al. 2022:94).

	Abfallkosten pro Kopf	EPR-Kosten pro Kopf
	[€/(EW*a)]	[€/(EW*a)]
Ergebnisse dieser Arbeit für eine Großstadt	29,5	2,1-4,6
Österreich Technisches Büro Hauer	18	1,86
Studie KplusV Belgien	21	-
Studie KplusV Dänemark	4,83-8,58	-
Studie Gellenbeck & Reuter deutsche Großstadt	-	13,2
Studie Wilts et al. Deutschland	-	5,096
Studie KplusV Niederlande	15	-

In Abbildung 22 werden die Kosten der einzelnen EPR-Fractionen dieser Arbeit mit jenen von Wilts et al. (2022) verglichen. Es ist hierbei erneut anzumerken, dass es sich bei den Ergebnissen der Studie von Wilts et al. (2022) um Durchschnittskosten handelt. Dadurch ist erkennbar, dass in fast allen Fraktionen die Kosten der Studie von Wilts et al. (2022) höher sind. Nur bei den Kosten der Getränkebehälter ist es umgekehrt. Der Grund dafür kann eindeutig darin gesehen werden, dass in Deutschland eine Pfandpflicht in Kraft ist, weshalb weniger Getränkebehälter im öffentlichen Raum entsorgt bzw. weggeworfen werden und folglich weniger Abfallmengen eingesammelt und entsorgt werden müssen. Wie in Tabelle 18 bereits ersichtlich sind die gesamten anfallenden EPR-Kosten laut der Studie von Wilts et al. (2022) 5,1 €/(EW*a). Im Vergleich dazu fallen laut dieser Arbeit zwischen 2,1-4,6 €/(EW*a) an. Die teuerste Fraktion in Deutschland sind die Zigaretten mit 1,9 €/(EW*a). Ausschlaggebend

für diese hohen Kosten ist das Vorkommen der Fraktion im Erfassungssystem „Streumüll Straßenraum“. Dort alleine verursachen sie Kosten in der Höhe von 1,5 €/ (EW*a). Der Grund weshalb, die Kosten so hoch ausfallen, kann sich dadurch erklären lassen, dass in deutschen Städten die Sammlung beim Erfassungssystem „Streumüll Straßenraum“ auf eine andere Weise erfolgt und somit teurer ist. Möglicherweise wird in Deutschland hauptsächlich oder zu einem großen Teil Abfallstücke einzeln mit einer Greifzange aufgesammelt, weshalb diese Art der Sammlung kostenintensiver ist. Bei dieser Arbeit wurde für das System „Streumüll Straßenraum“ als Teilungsschlüssel nur der Gewichtsanteil, bei der Studie von Wilts et al. (2022) wurde hingegen eine Verknüpfung der drei Teilungsarten (Volumen, Gewicht und Stück) verwendet. Zur Berechnung der Kosten des „Streumülls Straßenraum“ wurden zu gleichen Teilen, je 33,33 %, die drei Teilungsarten verwendet (Wilts et al. 2022:91, Wilts et al. 2022:94).

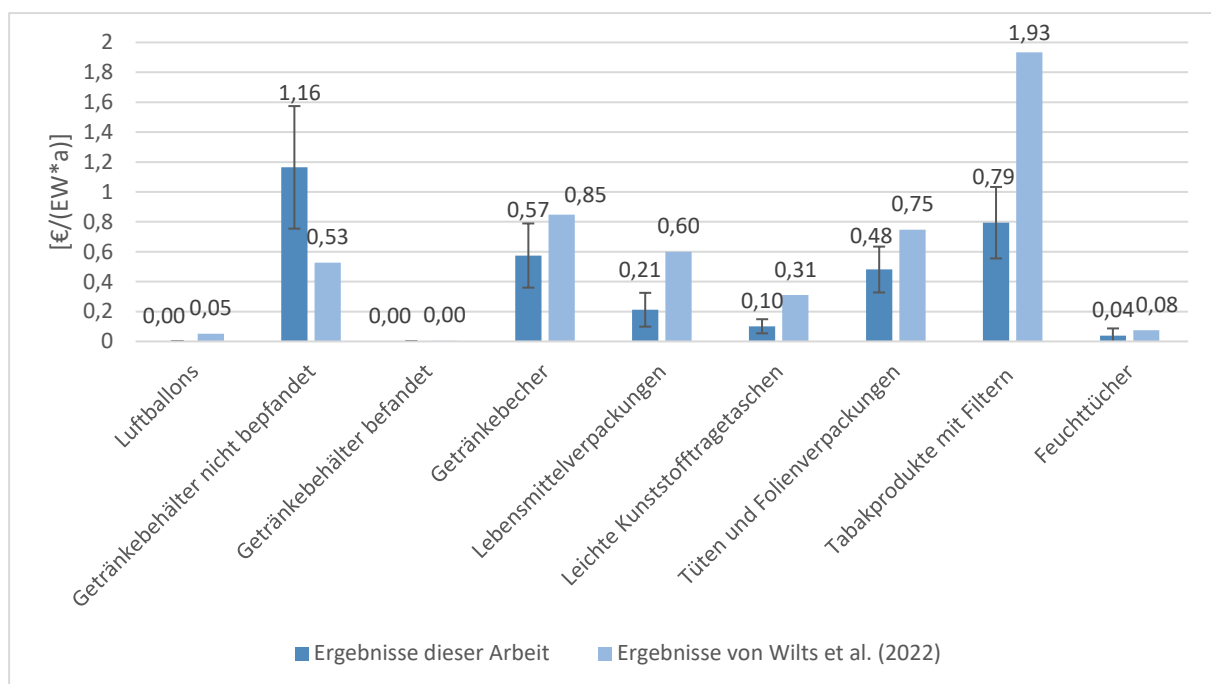


Abbildung 22: Vergleich der Kosten der EPR-Produkte dieser Arbeit mit den Ergebnissen der Studie von Wilts et al. (2022:94).

Die jährlichen Sammelkosten pro Einwohner sind bei der untersuchten österreichischen Großstadt und den durchschnittlichen, deutschen Kommunen von Wilts et al. (2022) vergleichbar (siehe Abbildung 23).

Die Sammelkosten vom Erfassungssystem „Streumüll Straßenraum“ sind bei dieser Arbeit höher als bei der Studie in Deutschland. Die EPR-Kosten, die für das Erfassungssystem „Streumüll Straßenraum“ anfallen, sind jedoch bei dieser Arbeit mit 0,28 bis 1,02 €/ (EW*a) (siehe Tabelle 26) im Gegensatz zu den EPR-Kosten von Wilts et al. (2022), die 2,84 €/ (EW*a) betragen, deutlich geringer. Das liegt daran, dass bei der Studie von Wilts et al. (2022) ein anderer Teilungsschlüssel verwendet wurde. Die Autoren der Studie verwenden für das Erfassungssystem „Straßenraum Streumüll“ nicht nur die Gewichtsverteilung, sondern eine

Zusammensetzung aus Volumen-, Stück- und Gewichtsverteilung. Da beim Aufsammeln von Streumüll, der im Straßenraum anfällt, jedoch das Volumen bzw. die Stückanzahl der EPR-Produkte keinen Einfluss auf das Sammelverhalten hat (siehe Kapitel 3.4.1), erscheint ein Teilungsschlüssel, der alle drei Teilungsarten umfasst, überflüssig (Wilts et al. 2022:89ff.).

Der Unterschied beim Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ ist eindeutig erkennbar mit einer Differenz von circa 1,3 €/ (EW*a). Der Grund hierfür könnte sein, dass einerseits in den Kommunen Deutschlands mehr Grünflächen regelmäßig gesäubert werden und andererseits, dass MitarbeiterInnen in diesen Städten zur Reinigung der Grünflächen regulär angestellt sind, und diese Tätigkeit nicht zum Großteil von Menschen, die eine Chance auf dem zweiten Arbeitsmarkt erhalten, durchgeführt wird. Durch die Umstände, dass die niederschwellig-beschäftigten Langzeitarbeitslosen hauptsächlich die Sammlung von liegengelassenen Abfällen auf Grünflächen übernehmen und der Tatsache, dass nur gewisse Parks und Grünstreifen regelmäßig gereinigt werden, könnte diese große Differenz erklärt werden.

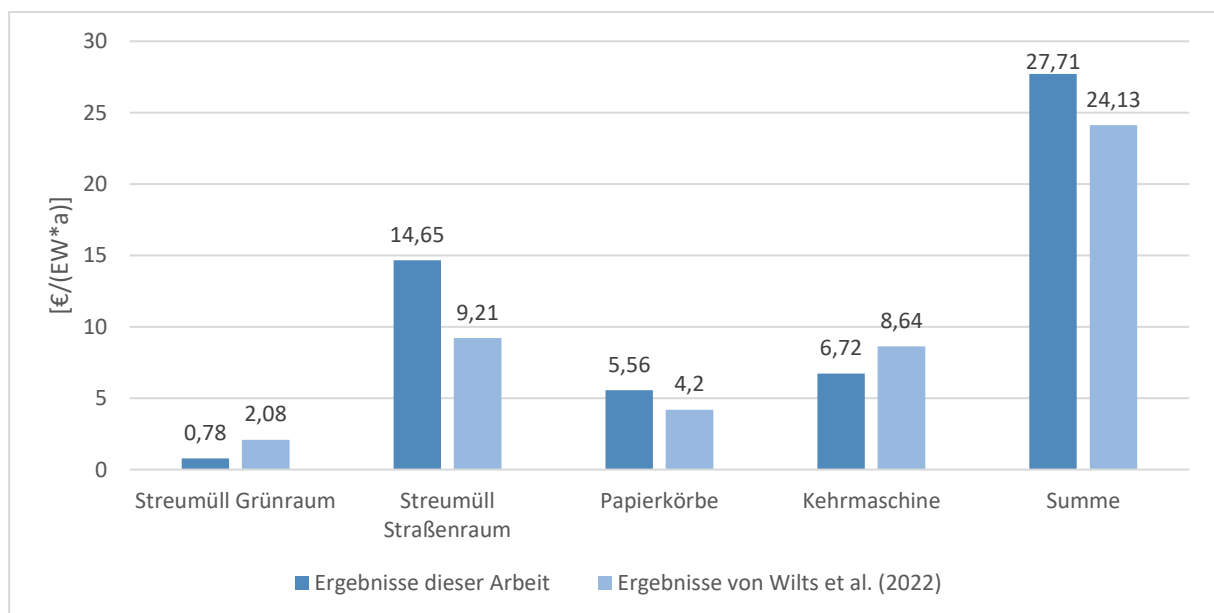


Abbildung 23: Vergleich der Sammelkosten dieser Arbeit mit jenen von Wilts et al. (2022:82).

Neben den oben dargestellten Sammelkosten pro Erfassungssystem wurden bei der Studie von Wilts et al. (2022) die Kosten eines zusätzlichen Erfassungssystem „Sinkkasten/Straßeneinlaufleerung“ erfasst und unabhängig vom Erfassungssystem Behandlungs-, Overhead- und Sensibilisierungskosten ermittelt. Die Overheadkosten wurden bei dieser Studie getrennt dargestellt und durch das Abfallaufkommen pro Erfassungssystem anteilhaft auf die verschiedenen Systeme aufgeteilt. Die Gesamtkosten dieser Arbeit belaufen sich auf 29,53 €/ (EW*a) während die Gesamtkosten von Wilts et al. (2022) 29,67 €/ (EW*a) betragen. Werden die Sensibilisierungskosten und die Kosten der Sinkkastenreinigung abgezogen, so ergeben sich Kosten in der Höhe von 28,14 €/ (EW*a), was einer Kostendifferenz von 1,39 € entspricht. Die Kosten liegen demnach in einer ähnlichen Größenordnung. Da in dieser Arbeit die Kosten von Sinkkastenreinigung und Sensibilisierungsarbeit nicht angegeben wurden, fallen folglich auch die EPR-Kosten niedriger

aus. Die Kosten der Sinkkastenreinigung wurden in dieser Arbeit nicht angeführt, weil hierfür in der untersuchten Stadt keine Notwendigkeit bestand. Sensibilisierungskosten wurden nicht erhoben, da deren Ermittlung nicht das Ziel der Arbeit war. Die Verwendung eines anderen Teilungsschlüssels ist allerdings der wesentliche Grund, weshalb die EPR-Kosten in dieser Arbeit niedriger ausgefallen sind.

Zusammenfassend kann behauptet werden, dass der Vergleich mit anderen Kosten bzw. der genauere Vergleich mit der Studie von Wilts et al. (2022) gezeigt hat, dass die berechneten Kosten in derselben Größenordnung liegen. Das bedeutet, dass die Verwendung der erarbeiteten Berechnungsmethodik, die in dieser Arbeit erhoben wird, eine tatsächliche Möglichkeit darstellt. Der Unterschied zu den EPR-Kosten der Studie von Wilts et al. (2022) lässt sich dadurch erklären, dass andere Annahmen wie beispielsweise ein anderer Teilungsschlüssel getroffen wurden, einige Kostenpunkte in dieser Arbeit weggelassen wurden und eine deutsche Stadt wahrscheinlich nicht gänzlich einer österreichischen Großstadt entspricht. Dadurch, dass die Kosten in der gleichen Größenordnung liegen, ist dies allerdings ein gutes Indiz für die richtige Vorgehensweise in dieser Arbeit.

5.2.7 Berechnungsmethodik

Die Berechnungsmethodik, die sich im Zuge der Untersuchung ergeben hat, ist, dass entweder die gesamten EPR-Kosten pro Einwohner und Jahr oder die Kosten pro EPR-Fraktion pro Einwohner und Stadt für eine Großstadt verrechnet werden können (siehe Tabelle 13). Diese Berechnungsmethodik hat den Vorteil, dass sie von verschiedenen Großstädten verwendet werden kann. Hierzu muss jeweils die entsprechende Einwohnerzahl eingesetzt werden, wodurch sofort die jeweils anfallenden EPR-Kosten ersichtlich werden.

Eine weitere Möglichkeit der Berechnung ist, dass die Kosten je Erfassungssystem eine eigene Bezugsgröße erhalten („Papierkorb“ bezogen auf Anzahl der Papierkörbe, „Streumüll Grünraum“ auf regelmäßig gereinigte Grünfläche; „Kehrmaschine“ und „Streumüll Straßenraum“ bezogen auf zu reinigende Straßenkilometer, siehe Tabelle 14).

Hierzu könnten andere Großstädte die jeweilige Anzahl der Papierkörbe, regelmäßig gereinigte Grünflächen und das zu reinigende Straßennetz eingeben und dadurch pro Erfassungssystem die anfallenden Kosten erhalten und dieses aufsummieren, um die Gesamtkosten zu erhalten. Die erste Methodik ist schneller.

Die Berechnung von EPR-Kosten bezogen auf die Einwohneranzahl, wie in den in dieser Arbeit entwickelten Berechnungsmethodiken, ist jener Berechnungen mit anderen Bezugssystemen vorzuziehen. Diese Annahme ist darin begründet, dass durch Bezugsgrößen wie Papierkorbanzahl, Grünflächen oder Straßenkilometer, die EPR-Kosten eine reduzierte Aussagekraft und Vergleichbarkeit haben. Da anzunehmen ist, dass es in einer Stadt mit erhöhter Einwohnerdichte aber gleicher Straßenkilometeranzahl zu einer stärkeren Verschmutzung und somit häufigeren Reinigungen kommen muss, wird hier die Hochrechnung über die Einwohneranzahl empfohlen. Zudem ist dies auch einer der

gängigsten Bezugsgrößen um abfallwirtschaftliche Kennzahlen wie zum Beispiel Abfallmengen zu vergleichen.

5.3 Grenzen der Arbeit

Im Rahmen dieser Arbeit war es nicht möglich, weitere Proben zu analysieren (Kapitel 4.2), da die Analyse so optimiert werden musste, dass sie von einer Person in einer angemessenen Zeit (zwei Monate) durchgeführt werden konnte. Aus diesem Grund ist an dieser Stelle anzumerken, dass die berechneten EPR-Anteile und deren Standardabweichung plausibel sind, jedoch mit zusätzlichen Untersuchungen genauer werden können. Da Abfall jedoch ein äußerst inhomogenes Material ist, sei an diesem Punkt hinzuzufügen, dass Abweichungen nie gänzlich ausgeschlossen werden können.

Des Weiteren war es nur möglich in dieser Arbeit die Analysen im Herbst durchzuführen, weshalb keine jahreszeitlichen Schwankungen erfasst werden konnten und deshalb die Annahme getroffen wurde die berechneten EPR-Anteile seien für alle Jahreszeiten gleich bzw. bei den Erfassungssystem „Streumüll Straßenraum“ und „Kehrmaschine“ ein mittlerer Jahres-EPR-Anteil berechnet wurde. In anderen Arbeiten könnten ergänzende Untersuchungen zu anderen Jahreszeiten durchgeführt werden, um weiter die Genauigkeit der EPR-Anteile zu verbessern und getroffene Annahmen zu belegen oder zu ersetzen.

Bei den Kosten und Hochrechnungsmengen wurden einige Annahmen getroffen (Kapitel 3.3.1 und 3.4.1), da keine tatsächlichen Werte entweder vorhanden waren oder zur Verfügung gestellt werden konnten, daher sei hier noch einmal angemerkt, dass es sich hierbei um Ergebnisse handelt, die vom tatsächlichen Werte bis zu einem gewissen Grad abweichen können.

5.4 Ausblick

In dieser Arbeit wurde versucht, die tatsächlich anfallenden EPR-Kosten einer Großstadt so realistisch wie möglich zu berechnen. Die berechneten Werte sind aussagekräftig, was durch diverse Literaturvergleiche belegt werden konnte. Aus diesem Grund können die bereits berechneten Werte als Basis für zukünftige Berechnungen verwendet werden und mit zusätzlichen Untersuchungen noch genauer werden. Es sei an diesem Punkt auch angemerkt, dass vor allem eine an verschiedenen Zeitpunkten innerhalb eines Jahres durchgeführte Untersuchung der Abfallzusammensetzungen der verschiedenen Erfassungssysteme wünschenswert wäre, um die jahreszeitlichen Schwankungen abzubilden.

In dieser Arbeit wurden die Sammelkosten getrennt von den Entsorgungskosten berechnet. Resultierend daraus kann festgehalten werden, dass das größere Einsparungspotenzial bei den Sammelkosten besteht. Dabei wurde festgestellt, dass das Erfassungssystem „Streumüll Straßenraum“ eine, im Vergleich zu den anderen Erfassungssystemen, signifikant höhere Kostenposition darstellt. Die größten Kosten innerhalb dieses Erfassungssystems stellen die Personalkosten dar. Durch eine Reduktion des eingesetzten Personals einhergehend mit der Verwendung von Technik (z.B. Abfallsauger), könnten Kosten eingespart werden. Werden

allerdings nur die EPR-Kosten betrachtet, ist das kostenintensivste Erfassungssystem das der Papierkörbe. Hier ist eine Kosteneinsparung durch Technik zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, da die EPR-Produkte bei diesem Erfassungssystem als einziges korrekt entsorgt werden. Eventuell könnte jedoch eine Kosteneinsparung durch Verhaltensänderung erzielt werden. Durch die Einführung einer getrennten Sammlung könnten einige Fraktionen einem Recycling zu zugeführt werden, was wiederum zu Kostenerlösen führen könnte. Die anteiligen Kosten zur Implementierung könnten zum Teil aufgrund der erweiterten Herstellerverantwortung weitergegeben werden.

Bei Betrachtung der in dieser Arbeit bestimmten gewichtsmäßigen EPR-Anteile aller Erfassungssysteme, außer jenem der Papierkörbe, also bei all denjenigen, bei denen Littering auftritt, ist die größte EPR-Fraktion jene der Zigarettenabfälle. Dieser Sachverhalt sollte als Grundlage zukünftiger Sensibilisierungsmaßnahmen sowohl beim Verpackungsdesign der Zigarettschachteln (z.B. Hinweise zur korrekten Entsorgung) als auch bei Maßnahmen im öffentlichen Raum (z.B. Plakate, die Raucher ansprechen sollen) dienen. In Papierkörben ist die größte EPR-Fraktion die der Getränkebehälter. Eine potenzielle Maßnahme zur Reduktion dieser Fraktion wäre die Einführung einer Pfandpflicht, wie sie für Österreich im Jahr 2025 eingeführt wird. Eine erneute Untersuchung der EPR-Fraktionen im Erfassungssystem „Papierkorb“ sollte einige Jahre nach Einführung der Pfandpflicht durchgeführt werden, um die Wirksamkeit der Maßnahme zu belegen.

Die Verrechnungssätze dieser Methodiken sind höchstwahrscheinlich nur für Großstädte (>100.000 Einwohner) einsetzbar, da Kleinstädte und Mittelstädte ein ganz anderes Abfallaufkommen und eine andere Reinigungsstruktur haben. Möglich wäre jedoch, dass sich diese Verrechnungssätze auch für touristische Klein- und Mittelstädte eignen. Die mögliche Anwendbarkeit müsste jedoch in anderen Arbeiten untersucht werden.

Des Weiteren könnte untersucht werden, inwieweit die Verrechnungssätze angepasst werden müssen, um die EPR-Kosten für Klein- und Mittelstädte berechnen zu können.

Bei zukünftigen Untersuchungen sollten, wie bereits zuvor angemerkt, Proben zu unterschiedlichen Jahreszeiten genommen werden. Des Weiteren wäre es nicht mehr notwendig die EPR-Kosten pro Abfalleimer, regelmäßig gereinigter Grünfläche oder zu reinigende Straßenkilometer darzustellen, da in der Abfallwirtschaft häufig Kosten und Mengen auf Einwohner bezogen werden. Die Arbeit hat auch gezeigt, dass darauf verzichtet werden kann, die Inhalte der Papierkörbe an verschiedenen Standorten zu untersuchen.

Mögliche nächste Schritte könnten sein: Die bestehende Berechnungsmethodik durch weitere Untersuchungen bei verschiedenen Großstädten zu verbessern, diese Arbeit als Vorlage zu nutzen, um Berechnungsmethodiken für Mittel- und Kleinstädte zu erstellen oder eine österreichweite Berechnungsmethodik für Kommunen, unabhängig von der Kommunengröße, anzufertigen. Besteht der Wunsch die EPR-Kosten für Privatgrund, überregionale Straßen und andere Gebiete, die nicht in den Verwaltungsbereich einer Kommune fallen, zu berechnen,

so kann diese Arbeit nicht als Vorlage dienen, da angenommen werden muss, dass sich dort Abfälle und Kosten gänzlich anders zusammensetzen.

Abschließend sei an diesem Punkt erwähnt, dass es durch diese Arbeit möglich sein soll, dass österreichische Großstädte die tatsächlich anfallenden EPR-Kosten ihrer Stadt kennen und dadurch eine faire und realistische Kostenersatzleistung von den Herstellern fordern zu können.

6 Zusammenfassung

Im Jahr 2019 wurde die Richtlinie (EU) 2019/904 von der europäischen Kommission kundgemacht. Das Ziel dieser Richtlinie ist die Reduktion der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt. Eine Maßnahme dieser Richtlinie, die erweiterte Herstellerverantwortung, ist in Artikel 8 definiert. Diese Bestimmung besagt, dass Hersteller von gewissen Einwegkunststoffprodukten, für die es derzeit keine nachhaltigeren Alternativen gibt, gemäß dem Verursacherprinzip für gewisse Kosten, die diese Produkte auf öffentlichen Flächen verursachen, aufkommen müssen.

Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, auf Grundlage des Artikel 8 der Richtlinie (EU) 2019/904 eine Methodik zur Berechnung der Aufwände, die diese Einwegkunststoffe, die unter die erweiterte Herstellerverantwortung fallen, verursachen, zu ermitteln.

Um eine Berechnungsmethodik aufzustellen, wurden das Abfallaufkommen, die Abfallzusammensetzung und die Aufwände, die durch die Sammlung und Behandlung von öffentlich anfallenden Abfällen verursacht werden, einer ausgewählten Großstadt in einem begrenzten Zeitraum ermittelt.

Es wurden Abfallanalysen durchgeführt, um zu ermitteln an welchen Erfassungssystemen (Papierkorb, Streumüll Grünraum, Streumüll Straßenraum, Kehrmaschine) welche Art und Menge an Einwegkunststoffen, die unter die erweiterte Herstellerverantwortung fallen (EPR-Produkte), auftreten. Diese Abfallanalysen wurden in der ausgewählten Großstadt bei allen vier Erfassungssystemen ausgeführt.

Basierend auf den Analysedaten wurden die Gewichtsanteile, Stückanteile und Volumenanteile der EPR-Produkte je Erfassungssystem berechnet. Diese Anteile wurden anschließend dazu verwendet, die Mengen und Kosten zu berechnen, die EPR-Produkte verursachen. Zur Berechnung der Sammelkosten der EPR-Produkte wurden für das Erfassungssystem „Papierkorb“ die Volumenanteile, für das System „Streumüll Grünraum“ die Stückanteile und für die Systeme „Streumüll Straßenraum“ und „Kehrmaschine“ die Gewichtsanteile verwendet. Zur Eruiierung der EPR-Mengen und der Entsorgungskosten der EPR-Produkte wurden die Gewichtsanteile bei allen Systemen benützt. Die benötigten Daten zur Berechnung der Kosten wurden teils von der Stadt bereitgestellt teils wurden Annahmen getroffen.

Es gibt zwei Ansätze für eine mögliche Berechnungsmethodik. Der eine Ansatz ist die Kosten pro EPR-Produkt auf Einwohner und Jahr zu beziehen. Der andere Ansatz wäre die Kosten pro EPR-Produkt und abhängig vom Erfassungssystem auf verschiedene Bezugsgrößen zu beziehen. Hierbei wäre beim Erfassungssystem „Papierkorb“ die Bezugsgröße Papierkorbanzahl und Jahr, bei den Erfassungssystemen „Streumüll Straßenraum“ und „Kehrmaschine“ die Bezugsgröße zu reinigende Straßenkilometer und Jahr und beim Erfassungssystem „Streumüll Grünraum“ die Bezugsgröße regelmäßig zu reinigende Grünfläche und Jahr.

Da in der Abfallwirtschaft sich jedoch in der Abfallwirtschaft die Bezugsgröße Einwohner und Jahr eingebürgert hat, ist dieser Ansatz zu empfehlen. Aus diesem Grund sind auch die Verrechnungssätze dieser Berechnungsmethodik in Tabelle 19 noch einmal dargestellt.

Tabelle 19: Abgabesätze je Fraktion pro Einwohner und Jahr.

Fraktion	[€/ (EW*a)]		
Luftballons	0,001	±	0,001
Getränkebehälter	1,16	±	0,41
Getränkebecher	0,57	±	0,21
Lebensmittelverpackungen	0,21	±	0,11
Leichte Kunststofftragetaschen	0,10	±	0,05
Tüten und Folienverpackungen	0,48	±	0,15
Tabakprodukte mit Filtern	0,79	±	0,24
Feuchttücher	0,04	±	0,05
Summe EPR-Kosten	3,37	±	1,23
Nicht-EPR-Produkte	26,16	±	5,37
Summe	29,53		

Diese vorgeschlagenen Abgabesätze befinden sich in der gleichen Größenordnung wie die Ergebnisse von Wilts et al. (2022).

Für den zukünftigen Einsatz dieser Berechnungsmethodik kann gesagt werden, dass diese nur auf Großstädte anwendbar ist, da nur eine Großstadt untersucht wurde. Zur Anwendung dieser Methodik auf Klein- und Mittelstädte müssen weitere Forschungen durchgeführt werden. Des Weiteren ist zu erwähnen, dass die Analyse der Abfallzusammensetzung nur im Herbst stattgefunden hat, weshalb es ratsam wäre zur Verbesserung der Genauigkeit der tatsächlichen Kosten weitere Abfallanalysen in anderen Jahreszeiten durchzuführen. Zudem wurde nur eine Großstadt näher betrachtet, um daher den empfohlenen Berechnungssatz noch weiter zu verbessern, sollten weitere Großstädte untersucht werden.

Abschließend kann gesagt werden, dass die vorliegende Methodik zur Berechnung der Aufwände der EPR-Produkte ein erster Ansatz der tatsächlichen verursachten Kosten ist und diese Methodik in Zukunft durch weitere Untersuchungen besser und genauer werden kann.

7 Verzeichnisse

7.1 Literatur

Abfallscout (2022) Umrechnungsfaktoren für Grünschnitt. Aufgerufen am 28.12.2022: <https://www.abfallscout.de/umrechnungsfaktor-gruenschnitt-gewicht>.

Amtsblatt der Europäischen Union (2019) Richtlinie (EU) 2019/904 des europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt.

Anonymous (2022) Interview. Als persönliches Gespräch am 13.12.2022.

Bateson, M.; Robinson, R.; Abayomi-Cole, T.; Greenlees, J.; O'Connor, A.; Nettle, D. (2015) Watching eyes on potential litter can reduce littering: Evidence from two field experiments. PeerJ, 3, e1443.

Belke, C.; Kuhlmann, J.; Schreckenber, D.; Weishäupl, J. (2020) Status Quo, Handlungspotentiale, Instrumente und Maßnahmen zur Reduzierung des Litterings. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. Als PDF aufgerufen am 24.08.2022: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_2020_69_status_quo_handlungspotentiale_instrumente_und_massnahmen_zur_reduzierung_des_litterings_bf.pdf.

Bosch, F. (2022) Interview. Erfa GmbH, als persönliches Gespräch am 20.09.2022.

Bundesgesetz (1960) Straßenverkehrsordnung. BGBl. Nr. 159/1960.

Bundesgesetz (2002) Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002). BGBl. I Nr. 102/2002.

Bundesgesetz (2014) Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen und bestimmten Warenresten (Verpackungsverordnung 2014). BGBl. II Nr. 184/2014.

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2021) Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich - Statusbericht 2021. BMK, Wien.

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2022) Genehmigung von Sammel- und Verwertungssystemen. Aufgerufen am 27.12.2022: <https://www.usp.gv.at/umwelt-verkehr/abfallsammlung-und-abfallbehandlung/genehmigung-von-sammel-und-verwertungssystemen.html>.

Die-ballondrucker (2022) Luftballon ABC / FAQs - Fragen rund um den Luftballon. Aufgerufen am 27.11.2022: <https://www.die-ballondrucker.de/luftballon-abc#worausbestehenluftballons>.

Erfahrung für Alle (2022) Parkreinigung. Aufgerufen am 09.12.2022: <https://erfa.at/parkreinigung/>.

Europäische Union (2021) Study to support the development of implementing acts and guidance under the Directive on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment - WP 4 final report on formats for reporting of data and quality check report on post consumption waste of tobacco products with filters and filters marketed for use in combination with tobacco products. Publications Office, Luxembourg.

Freefinance (2022) Absetzung für Abnutzung (AfA) in Österreich. Aufgerufen am 25.12.2022: <https://www.freefinance.at/abschreibungen/afa-abschreibung.html>.

Gangl, K.; Spitzer, F.; Walter, A. (2022) Abfalltrennung und Littering im öffentlichen Raum. Ein verhaltensökonomisches Feldexperiment. Institut für höhere Studien, Wien.

Gellenbeck, K.; Reuter, R. (2020) Ermittlung von Mengenanteilen und Kosten für die Sammlung und Entsorgung von Einwegkunststoffprodukten im öffentlichen Raum. Infa, Ahlen.

Gerlach, R.; van der Meer, E.; Nimke-Sliwinski, B.; Foerges, R.; Beyer, R. (2018). Evaluation von zielgruppenspezifischen Antilittering-Maßnahmen im Feld mit Hilfe des Einsatzes von Nudging. In Beyer, R.; Krause, B.; Nachtwei, J. (Hrsg.). Empirische Evaluationsmethoden Workshop 2018 (pp. 5–22). ZeE Verlag. Als PDF aufgerufen am 20.08.2022: https://www.researchgate.net/profile/Jens-Nachtwei/publication/336902731_Empirische_Evaluationsmethoden_Band_23/links/5db9d597299bf1a47b02555c/Empirische-Evaluationsmethoden-Band-23.pdf.

Google Earth (2022a) Flächenmessung Metahofpark. Aufgerufen am 25.12.2022: <https://earth.google.com/>.

Google Earth (2022b) Flächenmessung Fahrradstrecke von neuen Stadtboothaus bis Murbrücke Puntigam. Aufgerufen am 25.12.2022: <https://earth.google.com/web/@47.05915709,15.43554791,356.37518185a,847.89619737d,35y,179.35898182h,43.16603278t,0r>.

Holding Graz (2022) Stadtreinigung. Aufgerufen am 09.12.2022: <https://www.holding-graz.at/de/stadtraum/stadtreinigung/>.

Interessensgemeinschaft Saubere Umwelt (2022) Welche Littering-Typen gibt es? Aufgerufen am 09.08.2022: <https://www.igsu.ch/de/littering/ursachen/>.

KplusV (2020) Littering in the MWE member states - An inventory of costs, amounts and assessments. Municipal Waste Europe, Arnheim.

Kaltenbrunner, W.; Schweighofer, J.; Stoifl, B.; Kral, U. (2021) Cigarette littering evaluation - Austria. Umweltbundesamt, Denkstatt, Wien.

McStone (2021) Splitt und Schotter berechnen: nützliche Formeln. Aufgerufen am 28.12.2022: <https://www.mc-stone.de/blog/splitt-und-schotter-berechnen-nuetzliche-formeln/>.

Münzer, K. (2022) mtl Straßenkehrrecht 2019_2020_2021. Holding Graz – Kommunale Dienstleistungen GmbH, als E-Mail am 29.11.2022.

Ortner, M. (2022) Transportkosten. Holding Graz – Kommunale Dienstleistungen GmbH, als E-Mail am 06.12.2022.

Österreichisches Ökologie-Institut (2013) Handbuch zur Durchführung von Awarenesskampagnen im Bereich Abfallvermeidung, Abfalltrennung und Littering. Österreichisches Ökologie-Institut, Wien. Als PDF aufgerufen am 05.08.2022, https://ecology.at/files/fuwa_handbuch_awarenesskampagne.pdf.

Paril, H. (1990) DE4015339A1. Aufgerufen am 27.11.2022.: <https://patents.google.com/patent/DE4015339A1/de>.

Schmidt, C. (2015) Volksgarten: Neue Hoffnung für einen Grazer Park. Aufgerufen am 25.12.2022: <https://www.derstandard.at/story/2000012609614/volksgarten-neue-hoffnung-fuer-einen-grazer-park>.

Spektrum Akademischer Verlag (1998) Kautschuk. Aufgerufen am 27.11.2022: <https://www.spektrum.de/lexikon/chemie/kautschuk/4818>.

Stadt Graz (2022a) Zahlen + Fakten: Bevölkerung, Bezirke, Wirtschaft, Geografie. Aufgerufen am 27.12.2022: https://www.graz.at/cms/beitrag/10034466/7772565/zahlen_fakten_bevoelkerung_bezirke_wirtschaft.html.

Stadt Graz (2022b) Der Grazer Stadtpark. Aufgerufen am 25.12.2022: https://www.graz.at/cms/beitrag/10143292/8029509/Der_Grazer_Stadtpark.html.

Stadt Graz (2022c) Der Grazer Augarten. Aufgerufen am 25.12.2022: https://www.graz.at/cms/beitrag/10091067/8217375/Der_Grazer_Augarten.html.

Stadt Graz (2022d) Fakten zur Mobilität. Aufgerufen am 28.08.2022: https://www.graz.at/cms/beitrag/10192602/8032890/Fakten_zur_Mobilitaet.html.

Stoifl, B.; Oliva, J. (2020) Littering in Österreich. Umweltbundesamt, Wien. Als PDF aufgerufen am 04.08.2022: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0730.pdf>.

Technisches Büro Hauer (2021) Littering im Sinne der EU-Richtlinie 2019/904 Artikel 8: Erweiterte Produzentenverantwortung, Ermittlung von Kennzahlen hinsichtlich Aufwand und Kosten für Straßenreinigung. Technisches Büro Hauer, Korneuburg. Als PDF aufgerufen am 20.08.2022: https://www.stadt-salzburg.at/fileadmin/landingpages/abfall/littering/littering_studie_2021_des_technischenbueros_hauer_umweltwirtschaft_gmbh.pdf.

Van der Meer, E.; Beyer, R.; Gerlach, R. (2018) Wahrnehmung von Sauberkeit und Ursachen von Littering. Eine Langzeitstudie 2005 – 2017. Verband kommunaler Unternehmen, Berlin.

Vidovic, M. (2022) Interview. Holding Graz – Kommunale Dienstleistungen GmbH, als persönliches Gespräch am 07.09.2022.

Wellacher, M. (2022a) SpielMüll-Auswertung. Ingenieurbüro Wellacher e.U., als E-Mail am 10.08.2022.

Wellacher, M. (2022b) Behandlungskosten. Ingenieurbüro Wellacher e.U., als E-Mail am 15.12.2022.

Wellacher, M. (2022c) Wartungskosten. Ingenieurbüro Wellacher e.U., als Telefonat am 22.12.2022.

Wilts, H.; Reuter, R.; Eckhardt, M.; Kölmel, R.; Birnstengel, B.; Oexel, A.; Lammers, T. (2022) Abschlussbericht- Erarbeitung eines Kostenmodells für die Umsetzung von Artikel 8 Absatz 2 und 3 der EU-Einwegkunststoffrichtlinie. Umweltbundesamt, Deutschland.

7.2 Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
bzw.	beziehungsweise
EPR	Erweiterte Herstellerverantwortung/ extended producer responsibility
etc.	et cetera
EW	Einwohner
Gew.-%	Gewichtsprozent
kg	Kilogramm
m ²	Quadratmeter
Stk.-%	Stückprozent
t	Tonne
Vol.-%	Volumenprozent
z.B.	zum Beispiel

7.3 Tabellen

Tabelle 1: Abfallaufkommen auf den österreichischen Schnellstraßen und Autobahnen sowie deren Kosten (Stoifl & Oliva 2020:69).....	18
Tabelle 2: Sammelkosten pro 1.000 Einwohner (EW) je Kommunen-Größenklasse (Technisches Büro Hauer 2021:14).....	20
Tabelle 3: Kostenaufwände der einzelnen EPR-Produkte pro Erfassungssystem (Wilts et al. 2022:94).....	25
Tabelle 4: Vorgeschlagene Abgabesätze pro EPR-Produkt (Wilts et al. 2022:95).	26
Tabelle 5: Zusammenfassung der erwähnten Zahlen der ausgewählten EU-Mitgliedsstaaten (KplusV 2020, Gellenbeck & Reuter 2020, Technisches Büro Hauer 2021, Wilts et al. 2022).....	28
Tabelle 6: Sortierfraktionen bei der Abfallanalyse.....	33
Tabelle 7: Exemplarische Berechnungstabelle.	37
Tabelle 8: Praktische und angenommenen Dichten der einzelnen Abfallfraktionen (Wellacher 2022a).....	38
Tabelle 9: Vorlage der benötigten Daten zur Berechnung der Sammelkosten.	47
Tabelle 10: Schematische Darstellung des Teilungsschlüssels zur Berechnung der EPR-Sammelkosten.	50
Tabelle 11: Vorlage zur Berechnung der Entsorgungskosten.	51
Tabelle 12: Überblick über die gewichtsmäßigen, volumenmäßigen und stückmäßigen EPR-Anteile an der Gesamtheit der einzelnen Erfassungssysteme.	52
Tabelle 13: Kosten pro EPR-Produkt pro Einwohner und Jahr.	64
Tabelle 14: Kosten der EPR-Produkte pro Erfassungssystem mit verschiedenen Bezugsgrößen.....	65
Tabelle 15: Vergleich der gewichtsmäßigen EPR-Anteile der verschiedenen Erfassungssysteme der Ergebnisse dieser Untersuchung mit anderen Studien (Gellenbeck & Reuter 2020:13, Technisches Büro Hauer 2021:20, Wilts et al. 2022:158ff.).....	71
Tabelle 16 : Vergleich der volumenmäßigen bzw. stückmäßigen EPR-Anteile der verschiedenen Erfassungssysteme der Ergebnisse dieser Untersuchung mit anderen Studien (Gellenbeck & Reuter 2020:13, Technisches Büro Hauer 2021:20, Wilts et al. 2022:158ff.).....	72
Tabelle 17: Mengenvergleich der einzelnen Fraktionen mit den Ergebnissen der Studie von Wilts et al. (2022:86).	73

Tabelle 18: Kosten dieser Arbeit im Vergleich mit anderen Studien (KplusV 2020:28ff., Gellenbeck & Reuter 2020:12ff., Technisches Büro Hauer 2021:20ff., Wilts et al. 2022:94).....	76
Tabelle 19: Abgabesätze je Fraktion pro Einwohner und Jahr.....	84
Tabelle 20: Stückmäßige und gewichtsmäßige Verteilung der EPR-/Nicht-EPR-Produkte des Erfassungssystems "Streumüll Grünraum".....	I
Tabelle 21: Volumenmäßige und gewichtsmäßige Verteilung der EPR-/Nicht-EPR-Produkte des Erfassungssystems "Papierkorb".....	I
Tabelle 22: Gewichtsmäßige Verteilung der EPR-/Nicht-EPR-Produkte des Erfassungssystems "Streumüll Straßenraum".....	II
Tabelle 23: Gewichtsmäßige Verteilung der EPR-/Nicht-EPR-Produkte des Erfassungssystems "Kehrmaschine".....	II
Tabelle 24: Menge pro Kopf und Jahr der verschiedenen Erfassungssysteme.....	III
Tabelle 25: Mengen basierend auf verschiedenen Bezugsgrößen je Erfassungssystem.....	IV
Tabelle 26: Jährliche Sammelkosten pro Einwohner der verschiedenen Erfassungssystemen einer Großstadt.....	V
Tabelle 27: Jährliche Entsorgungskosten pro Einwohner der verschiedenen Erfassungssystemen einer Großstadt.....	VI
Tabelle 28: Jährliche Gesamtkosten pro Einwohner der verschiedenen Erfassungssystemen einer Großstadt.....	VII
Tabelle 29: Ergebnisse der Abfallanalyse des Erfassungssystems "Streumüll Grünraum":	VIII
Tabelle 30: Ergebnisse der Abfallanalyse des Erfassungssystems "Papierkorb" des Stadtteiles Jakomini.....	X
Tabelle 31: Ergebnisse der Abfallanalyse des Erfassungssystems "Papierkorb" des Stadtteiles Liebenau.....	XII
Tabelle 32: Ergebnisse der Abfallanalyse des Erfassungssystems "Papierkorb" des Stadtteiles St. Leonhard.....	XIV
Tabelle 33: Ergebnisse der Abfallanalyse des Erfassungssystems "Kehrmaschine".	XVI
Tabelle 34: Ergebnisse der Abfallanalyse des Erfassungssystems "Streumüll Straßenraum".	XVIII

7.4 Abbildungen

Abbildung 1: Behandlungswege des Kehrmaschineneinhaltes in Österreich (BMK 2021:48).	12
Abbildung 2: Teilnehmer und gesammelte Mengen an Abfall der einzelnen Bundesländer bei den Flurreinigungsaktionen 2018 (Stoifl & Oliva 2020:117).....	14
Abbildung 3: Sortierung von Kehrricht.....	32

Abbildung 4: Beispiel für Abfall sortiert in verschiedene Fraktionen.	34
Abbildung 5: Sortierfraktion „Luftballon“.....	39
Abbildung 6: Sortierfraktionen "Kunststoffteile", "Folienverpackungen" und "andere Kunststoffverpackungen" (von links nach rechts).	39
Abbildung 7: Sortierfraktion "Verbundverpackungen".	40
Abbildung 8: Standortspezifische volumen- und gewichtsmäßige EPR-Anteile der Papierkorbinhalte verschiedener Stadtteile.	53
Abbildung 9: Gewichtsbezogenes Verhältnis EPR- zu Nicht-EPR-Anteile aller untersuchten Erfassungssysteme.	54
Abbildung 10: Gewichtsmäßige Verteilung der EPR-Produkte bezogen auf die Summe der EPR-Produkte der einzelnen Erfassungssysteme.	55
Abbildung 11: Mengen der einzelnen EPR-Fraktionen pro Erfassungssystem.	56
Abbildung 12: EPR-Mengen und Nicht-EPR-Menge pro Kopf und Jahr je Erfassungssystem.	57
Abbildung 13: Jährliche EPR-Menge mit verschiedenen Bezugsgrößen je Erfassungssystem.	58
Abbildung 14: Sammelkosten pro Einwohner und Jahr der einzelnen EPR-Fraktionen der verschiedenen Erfassungssysteme.	59
Abbildung 15: Entsorgungskosten pro Einwohner und Jahr der einzelnen EPR-Fraktionen der verschiedenen Erfassungssysteme.	60
Abbildung 16: Gesamtkosten pro Einwohner und Jahr der einzelnen EPR-Fraktionen der verschiedenen Erfassungssysteme.	61
Abbildung 17: Darstellung der EPR-Kosten pro Erfassungssystem.	62
Abbildung 18: Verteilung Sammel- und Entsorgungskosten der Summe aus den EPR- und Nicht-EPR-Kosten (links) und der EPR-Kosten (rechts).	62
Abbildung 19: EPR-Gesamtkosten und Nicht-EPR-Gesamtkosten pro Erfassungssystem. ...	63
Abbildung 20: Gesamtkosten pro EPR-Fraktion mit verschiedenen Bezugsgrößen pro Erfassungssystem.	66
Abbildung 21: Volumenmäßige Anteile der EPR-Fraktionen der Papierkorbinhalte aller untersuchten Gebiete.	69
Abbildung 22: Vergleich der Kosten der EPR-Produkte dieser Arbeit mit den Ergebnissen der Studie von Wilts et al. (2022:94).	77
Abbildung 23: Vergleich der Sammelkosten dieser Arbeit mit jenen von Wilts et al. (2022:82).	78

Anhang

Im Anhang befinden sich die Daten aus den Abfallanalysen der einzelnen Erfassungssysteme sowie sämtliche berechnete EPR-Anteile und EPR-Kosten.

Tabelle 20: Stückmäßige und gewichtsmäßige Verteilung der EPR-/Nicht-EPR-Produkte des Erfassungssystems "Streumüll Grünraum".

Streumüll Grünraum	Stk.-%			Gew.-%		
		±			±	
Luftballons	0,1	±	0,1	0,0	±	0,0
Getränkebehälter	1,4	±	0,6	7,3	±	2,3
Getränkebecher	0,7	±	0,4	3,4	±	2,8
Lebensmittelverpackungen	0,2	±	0,2	0,9	±	1,2
Leichte Kunststofftragetaschen	0,0	±	0,0	0,1	±	0,1
Tüten und Folienverpackungen	7,8	±	3,5	3,2	±	2,5
Tabakprodukte mit Filtern	54,8	±	10,7	13,8	±	4,3
Feuchttücher	0,1	±	0,1	0,2	±	0,3
Nicht-EPR	34,9	±	7,3	71,1		5,0
Kontrollsumme	100,0			100,0		

Tabelle 21: Volumenmäßige und gewichtsmäßige Verteilung der EPR-/Nicht-EPR-Produkte des Erfassungssystems "Papierkorb".

Papierkorb	Vol.-%			Gew.-%		
		±			±	
Getränkebehälter	15,3	±	4,5	5,4	±	1,8
Getränkebecher	6,5	±	1,8	1,7	±	0,6
Lebensmittelverpackungen	3,2	±	1,2	1,0	±	0,4
Leichte Kunststofftragetaschen	1,8	±	0,8	0,3	±	0,1
Tüten und Folienverpackungen	5,1	±	1,1	1,8	±	0,4
Tabakprodukte mit Filtern	0,1	±	0,0	0,8	±	0,3
Nicht-EPR	68,1	±	5,7	89,0	±	2,5
Kontrollsumme	100			100		

Tabelle 22: Gewichtsmäßige Verteilung der EPR-/Nicht-EPR-Produkte des Erfassungssystems "Streumüll Straßenraum".

Streumüll Straßenraum	Gew.-%		
Luftballons	-	±	-
Getränkebehälter	1,2	±	0,6
Getränkebecher	1,1	±	0,6
Lebensmittelverpackungen	0,2	±	0,2
Leichte Kunststofftragetaschen	-	±	-
Tüten und Folienverpackungen	0,4	±	0,2
Tabakprodukte mit Filtern	1,4	±	0,6
Feuchttücher	0,2	±	0,2
Nicht-EPR	95,5	±	0,8
Kontrollsumme	100		

Tabelle 23: Gewichtsmäßige Verteilung der EPR-/Nicht-EPR-Produkte des Erfassungssystems "Kehrmaschine".

Kehrmaschine	Gew.-%		
Luftballons	0,0	±	0,0
Getränkebehälter	0,9	±	0,6
Getränkebecher	0,5	±	0,2
Lebensmittelverpackungen	0,0	±	0,1
Leichte Kunststofftragetaschen	-	±	-
Tüten und Folienverpackungen	0,7	±	0,5
Tabakprodukte mit Filtern	1,9	±	0,8
Feuchttücher	0,2	±	0,2
Nicht-EPR	95,7	±	1,2
Kontrollsumme	100		

Bei den Zahlen der Tabelle 20, der Tabelle 21, der Tabelle 22 und der Tabelle 23 handelt es sich um Rundungswerte. Etwaige Nullangaben resultieren aus Rundungen.

Tabelle 24: Menge pro Kopf und Jahr der verschiedenen Erfassungssysteme.

	Streumüll Grünraum			Streumüll Straßenraum			Papierkorb			Kehrmaschine			Summe		
	[kg/(EW*a)]			[kg/(EW*a)]			[kg/(EW*a)]			[kg/(EW*a)]			[kg/(EW*a)]		
Luftballons	2,58E-06	±	2,22E-06	0,00E+00	±	0,00E+00	0,00E+00	±	0,00E+00	4,55E-04	±	6,96E-04	4,58E-04	±	6,98E-04
Getränkebehälter	6,67E-04	±	2,08E-04	2,16E-03	±	1,07E-03	3,61E-01	±	1,19E-01	7,87E-02	±	5,34E-02	4,43E-01	±	1,73E-01
Getränkebecher	3,09E-04	±	2,59E-04	1,84E-03	±	1,08E-03	1,16E-01	±	4,00E-02	4,24E-02	±	1,69E-02	1,61E-01	±	5,83E-02
Lebensmittelverpackungen	8,34E-05	±	1,10E-04	2,68E-04	±	4,35E-04	6,66E-02	±	2,50E-02	1,84E-03	±	4,50E-03	6,88E-02	±	3,00E-02
Leichte Kunststofftragetaschen	5,50E-06	±	1,23E-05	0,00E+00	±	0,00E+00	1,96E-02	±	9,57E-03	0,00E+00	±	0,00E+00	1,96E-02	±	9,59E-03
Tüten und Folienverpackungen	2,92E-04	±	2,25E-04	7,54E-04	±	3,16E-04	1,24E-01	±	2,62E-02	6,42E-02	±	4,21E-02	1,89E-01	±	6,89E-02
Tabakprodukte mit Filtern	1,26E-03	±	3,92E-04	2,50E-03	±	1,10E-03	5,23E-02	±	2,08E-02	1,67E-01	±	6,73E-02	2,23E-01	±	8,96E-02
Feuchttücher	1,73E-05	±	2,56E-05	2,68E-04	±	3,62E-04	-	±	-	1,70E-02	±	2,02E-02	1,73E-02	±	2,06E-02
Summe EPR	2,64E-03	±	1,23E-03	7,79E-03	±	4,37E-03	7,40E-01	±	2,40E-01	3,72E-01	±	2,05E-01	1,12E+00	±	4,51E-01
Nicht-EPR	6,49E-03	±	1,12E-03	1,67E-01	±	2,92E-02	5,99E+00	±	1,34E+00	8,32E+00	±	2,32E+00	1,45E+01	±	3,70E+00
Summe	9,13E-03			1,75E-01			6,73E+00			8,69E+00			1,56E+01		

Tabelle 25: Mengen basierend auf verschiedenen Bezugsgrößen je Erfassungssystem.

	Streumüll Grünraum			Streumüll Straßenraum			Papierkorb			Kehrmaschine		
	[kg/m ² *a]			[kg/km ² *a]			[kg/Pap*a]			[kg/km ² *a]		
Luftballons	1,37E-06	±	1,17E-06	0,00E+00	±	0,00E+00		±		1,12E-01	±	1,71E-01
Getränkebehälter	3,54E-04	±	1,10E-04	5,31E-01	±	2,62E-01	2,60E+01	±	8,56E+00	1,94E+01	±	1,31E+01
Getränkebecher	1,64E-04	±	1,37E-04	4,54E-01	±	2,67E-01	8,38E+00	±	2,88E+00	1,04E+01	±	4,17E+00
Lebensmittelverpackungen	4,42E-05	±	5,82E-05	6,59E-02	±	1,07E-01	4,80E+00	±	1,80E+00	4,52E-01	±	1,11E+00
Leichte Kunststofftragetaschen	2,92E-06	±	6,52E-06	0,00E+00	±	0,00E+00	1,41E+00	±	6,90E-01	0,00E+00	±	0,00E+00
Tüten und Folienverpackungen	1,55E-04	±	1,19E-04	1,86E-01	±	7,78E-02	8,90E+00	±	1,89E+00	1,58E+01	±	1,04E+01
Tabakprodukte mit Filtern	6,68E-04	±	2,08E-04	6,15E-01	±	2,71E-01	3,77E+00	±	1,49E+00	4,12E+01	±	1,66E+01
Feuchttücher	9,18E-06	±	1,36E-05	6,58E-02	±	8,91E-02	-	±	-	4,18E+00	±	4,96E+00
Summe EPR	1,40E-03	±	6,54E-04	1,92E+00	±	1,07E+00	5,33E+01	±	1,73E+01	9,15E+01	±	5,05E+01
Nicht-EPR	3,44E-03	±	5,96E-04	4,11E+01	±	7,19E+00	4,32E+02	±	9,66E+01	2,05E+03	±	5,72E+02
Summe	4,84E-03			4,30E+01			4,85E+02			2,14E+03		

Tabelle 26: Jährliche Sammelkosten pro Einwohner der verschiedenen Erfassungssystemen einer Großstadt.

Sammelkosten	Streumüll Grünraum			Streumüll Straßenraum			Papierkorb			Kehrmaschine			Summe		
	[€/(EW*a)]			[€/(EW*a)]			[€/(EW*a)]			[€/(EW*a)]			[€/(EW*a)]		
Luftballons	0,00089	±	0,00061	-	±	-	-	±	-	0,00035	±	0,00054	0,0012	±	0,0011
Getränkebehälter	0,01064	±	0,00437	0,18095	±	0,08934	0,85167	±	0,25243	0,06081	±	0,04126	1,1041	±	0,3874
Getränkebecher	0,00513	±	0,00331	0,15474	±	0,09093	0,36072	±	0,09976	0,03277	±	0,01309	0,5534	±	0,2071
Lebensmittelverpackungen	0,00142	±	0,00168	0,02246	±	0,03646	0,17672	±	0,06737	0,00142	±	0,00348	0,2020	±	0,1090
Leichte Kunststofftragetaschen	0,00016	±	0,00035	0,00000	±	0,00000	0,09843	±	0,04543	0,00000	±	0,00000	0,0986	±	0,0458
Tüten und Folienverpackungen	0,06046	±	0,02708	0,06327	±	0,02651	0,28343	±	0,05928	0,04965	±	0,03258	0,4568	±	0,1454
Tabakprodukte mit Filtern	0,42634	±	0,08329	0,20973	±	0,09250	0,00489	±	0,00169	0,12940	±	0,05204	0,7704	±	0,2295
Feuchttücher	0,00082	±	0,00116	0,02244	±	0,03036	-	±	-	0,01314	±	0,01559	0,0364	±	0,0471
Summe EPR-Produkte	0,5059	±	0,1219	0,6536	±	0,3661	1,7759	±	0,5260	0,2875	±	0,1586	3,2228	±	1,1725
Nicht-EPR	0,271607	±	0,03059	14,00140	±	2,44978	3,78646	±	0,67409	6,42802	±	1,79611	24,4875	±	4,9506
Summe	0,7775			14,6550			5,5623			6,7156			27,7103		

Tabelle 27: Jährliche Entsorgungskosten pro Einwohner der verschiedenen Erfassungssystemen einer Großstadt.

Entsorgungskosten	Streumüll Grünraum			Streumüll Straßenraum			Papierkorb			Kehrmaschine			Summe		
	[€/(EW*a)]			[€/(EW*a)]			[€/(EW*a)]			[€/(EW*a)]			[€/(EW*a)]		
Luftballons	3,74E-07	±	3,21E-07	-	±	-	-	±	-	4,29E-05	±	6,55E-05	4,32E-05	±	6,58E-05
Getränkebehälter	9,68E-05	±	3,02E-05	3,13E-04	±	1,54E-04	5,24E-02	±	1,72E-02	7,41E-03	±	5,03E-03	6,02E-02	±	2,24E-02
Getränkebecher	4,47E-05	±	3,75E-05	2,68E-04	±	1,57E-04	1,69E-02	±	5,80E-03	3,99E-03	±	1,60E-03	2,12E-02	±	7,59E-03
Lebensmittelverpackungen	1,21E-05	±	1,59E-05	3,88E-05	±	6,30E-05	9,66E-03	±	3,63E-03	1,73E-04	±	4,23E-04	9,88E-03	±	4,13E-03
Leichte Kunststofftragetaschen	7,97E-07	±	1,78E-06	0,00E+00	±	0,00E+00	2,85E-03	±	1,39E-03	0,00E+00	±	0,00E+00	2,85E-03	±	1,39E-03
Tüten und Folienverpackungen	4,23E-05	±	3,27E-05	1,09E-04	±	4,58E-05	1,79E-02	±	3,80E-03	6,05E-03	±	3,97E-03	2,41E-02	±	7,84E-03
Tabakprodukte mit Filtern	1,83E-04	±	5,68E-05	3,63E-04	±	1,60E-04	7,58E-03	±	3,01E-03	1,58E-02	±	6,34E-03	2,39E-02	±	9,56E-03
Feuchttücher	2,51E-06	±	3,72E-06	3,88E-05	±	5,25E-05	-	±	-	1,60E-03	±	1,90E-03	1,64E-03	±	1,96E-03
Summe EPR-Produkte	3,82E-04	±	1,79E-04	1,13E-03	±	6,33E-04	1,07E-01	±	3,48E-02	3,50E-02	±	1,93E-02	1,44E-01	±	5,50E-02
Nicht-EPR	9,41E-04	±	1,63E-04	2,42E-02	±	4,24E-03	8,69E-01	±	1,95E-01	7,83E-01	±	2,19E-01	1,68E+00	±	4,18E-01
Summe	1,32E-03			2,53E-02			9,76E-01			8,18E-01			1,82E+00		

Tabelle 28: Jährliche Gesamtkosten pro Einwohner der verschiedenen Erfassungssystemen einer Großstadt.

Gesamtkosten	Streumüll Grünraum			Streumüll Straßenraum			Papierkorb			Kehrmaschine			Summe		
	[€/(EW*a)]			[€/(EW*a)]			[€/(EW*a)]			[€/(EW*a)]			[€/(EW*a)]		
Luftballons	0,0009	±	0,0006	-	±	-	-	±	-	0,0004	±	0,0006	0,001	±	0,001
Getränkebehälter	0,0107	±	0,0044	0,18	±	0,09	0,90	±	0,27	0,07	±	0,05	1,16	±	0,41
Getränkebecher	0,0052	±	0,0033	0,16	±	0,09	0,38	±	0,11	0,04	±	0,01	0,57	±	0,21
Lebensmittelverpackungen	0,0014	±	0,0017	0,02	±	0,04	0,19	±	0,07	0,00	±	0,00	0,21	±	0,11
Leichte Kunststofftragetaschen	0,0002	±	0,0003	-	±	-	0,10	±	0,05	0,00	±	0,00	0,10	±	0,05
Tüten und Folienverpackungen	0,0605	±	0,0271	0,06	±	0,03	0,30	±	0,06	0,06	±	0,04	0,48	±	0,15
Tabakprodukte mit Filtern	0,4265	±	0,0833	0,21	±	0,09	0,012	±	0,005	0,15	±	0,06	0,79	±	0,24
Feuchttücher	0,0008	±	0,0012	0,02	±	0,03	-	±	-	0,01	±	0,02	0,04	±	0,05
Summe EPR-Produkte	0,5062	±	0,1220	0,65	±	0,37	1,88	±	0,56	0,32	±	0,18	3,37	±	1,23
Nicht-EPR-Produkte	0,2725	±	0,0308	14,03	±	2,45	4,66	±	0,87	7,21	±	2,01	26,16	±	5,37
Summe	0,7788			14,68			6,54			7,53			29,53		

Tabelle 29: Ergebnisse der Abfallanalyse des Erfassungssystems "Streumüll Grünraum":

Streumüll Grünraum				20.09.2022		22.09.2022		23.09.2022		26.09.2022		30.09.2022	
				[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]
SUP-Teile mit erweiterter Herstellerverantwortung													
	1	Luftballons		1	0,08	0	0	1	0,52	2	1,38	1	0,59
	2	Getränkebehälter bis 3 l inkl. Verschlüsse/Deckel		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2a	Getränkebehälter aus expandiertem Polystyrol		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2b	Verschlüsse/Deckel von Getränkebehältern aus exp. Polystyrol		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2c	Getränkebehälter bis 3 l		4	140,7	2	37,11	4	72,41	6	134,93	2	68,4
	2d	Verschlüsse/Deckel von Getränkebehältern bis 3 l		17	61,01	5	15,65	5	13,6	7	13,15	4	14,55
	2e	Verbundgetränkebehälter klein 0,33		1	9,47	0	0	1	11,74	0	0	0	0
	3	Getränkebecher		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3a	Getränkebecher aus exp. Polystyrol		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3b	Verschlüsse/Deckel von Getränkebechern aus exp. Polystyrol		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3c	Getränkebecher aus beschichtetem Papier		10	95,36	2	17,12	4	41,18	4	40,16	1	6,82
	3d	Getränkebecher aus Kunststoff		1	9,63	0	0	1	27,36	1	6,23	0	0
	3e	Verschlüsse/Deckel von Getränkebechern (Kunststoff)		0	0	0	0	4	10,72	1	1,38	0	0
	3f	Verschlüsse Papier		0	0	0	0	1	6,08	0	0	0	0
	4	Lebensmittelverpackungen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4a	Lebensmittelverpackungen exp. Polystyrol, Polystyrol		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4b	Sonstige Lebensmittelverpackungen		5	56,46	1	5,03	0	0	2	28,79	0	0
	5	Leichte Kunststofftragetaschen		0	0	0	0	1	3,54	0	0	0	0
	6	Tüten und Folienverpackungen		80	23,2	29	22,14	53	36,46	63	46,15	86	107,11
	7	Tabakprodukte mit Filtern		410	141,03	381	112,46	631	195,42	560	363,16	276	267,37
	8	Feuchttücher		3	6,27	0	0	0	0	2	16,61	0	0
SUP-Teil ohne erweiterte Herstellerverantwortung aber verboten													
	1	Luftballonstäbe		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	Rührstäbchen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	Wattestäbchen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	Besteck (Kunststoff)		0	0	0	0	1	5,48	2	3,34	2	4,84

	5	Teller		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	Trinkhalme		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUP-Teil ohne erweiterte Herstellerverantwortung, nicht verboten				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	Hygieneeinlagen (Binden), Tampons und Tamponapplikationen		0	0	1	2,65	1	3,63	0	0	0	0
Andere Verpackungen				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	Metall-Getränkebehälter inkl. Verschlüsse/Deckel		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1a	Metall-Getränkebehälter		15	204,36	6	65,77	6	84,91	5	81,3	5	67,37
	1b	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Kronenkorken		33	78,24	17	42,13	20	55,32	24	57,74	14	45,07
	1c	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Dosenlaschen		11	3,16	3	0,88	18	5,24	8	2,31	0	0
	1d	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Drehverschlüsse		1	2,18	0	0	0	0	1	1,98	0	0
	2	Metall-Verpackungen Sonstige		7	88,11	3	1,68	3	7,76	3	1,56	4	6,79
	3	Glas/-scherben (ohne Verschluss/Deckel)		5	395,68	2	8,43	1	6,38	2	596,74	37	34,12
Andere Abfall				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	Kunststoff/-teile		92	146,08	26	173,8	62	59,97	88	165,72	70	77,22
	2	Verbund/-teile (nicht zuordenbare Reste)		13	52,68	11	65,4	12	38,43	15	125,34	15	108,48
	3	Metall-Nicht-Verpackungen		50	75,1	9	1,9	21	13,31	16	10,26	16	16,12
	4	Papier/Pappe/-teile		116	130,59	55	79,81	113	95,74	102	318,78	68	118,42
	5	Papierstaschentücher / Papierservietten		52	99,24	18	62,08	25	77,89	16	136,11	30	247,38
	6	Holz-/Papier-/Pappe-Besteck		10	15,51	2	2,75	8	11,57	8	14,97	5	11,62
	7	Organik Essensreste		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	Kaugummi		1	1,27	0	0	0	0	1	0,84	0	0
	9	Organik Parkteile (Rinde, Gras, Steine etc.)		0	96,39	0	87,39	0	206,11	0	208,94	0	202,44
	10	Textilien		4	3	0	0	1	80,9	3	207,3	1	39,84
	11	Hundekotsackerl		3	6,44	1	2,6	1	3,47	6	69,8	0	0
	11	Müllsack zum Einsammeln		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	Holz		0	0	10	65,33	0	0	0	0	0	0
Σ		Summe		945	1941,24	584	872,11	999	1175,14	948	2654,97	637	1444,55

Tabelle 30: Ergebnisse der Abfallanalyse des Erfassungssystems "Papierkorb" des Stadtteiles Jakomini.

Papierkorb			Jakomini		04.10.2022		11.10.2022		18.10.2022					
			SP1		SP2		SP1		SP2		SP1		SP2	
			AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse
			[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]
SUP-Teile mit erweiterter Herstellerverantwortung														
	1	Luftballon		0	3	4,72		0	1	2,35		0		0
	2	Getränkebehälter bis 3 l inkl. Verschlüsse/Deckel		0		0		0		0		0		0
	2a	Getränkebehälter aus expandiertem Polystyrol		0		0		0		0		0		0
	2b	Verschlüsse/Deckel von Getränkebehältern aus exp.		0		0		0		0		0		0
	2c	Getränkebehälter bis 3 l	54	1440		1930		4030		3490		2660		1320
	2d	Verschlüsse/Deckel von Getränkebehältern bis 3 l	57	111,55	31	74,29	67	102,49	52	130		277,4		115,48
	2e	Verbundgetränkebehälter klein 0,33	6	90,64	14	234,88	4	90,96	11	140,92	21	258,9	19	273,43
	2f	Verbundgetränkebehälter größer 0,33	5	192,95	4	98,02	5	139,54	4	188,64	9	381,55	10	348,24
	3	Getränkebecher		0		0		0		0		0		0
	3a	Getränkebecher aus exp. Polystyrol		0		0		0		0		0		0
	3b	Verschlüsse/Deckel von Getränkebechern aus exp. Polystyrol		0		0		0		0		0		0
	3c	Getränkebecher aus beschichteten Papier	42	440	24	267,95	20	230	28	303,25	35	379,32	34	348,83
	3d	Getränkebecher aus Kunststoff	25	176,65	28	257,77	34	372,6	30	313	35	286,58	43	430,81
	3e	Verschlüsse/Deckel von Getränkebechern (Kunststoff)	27	82,86	24	76,07	28	100,81	22	79,69	29	73,3	30	109,66
	3f	Verschlüsse Papier	1	5,51		0		0		0	7	40,93		0
	4	Lebensmittelverpackungen		0		0		0		0		0		0
	4a	Lebensmittelverpackungen aus exp. Polystyrol		0		0		0	2	42,12	1	18,02		0
	4b	Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff (PE)		0		0		0		0	29	597,69	25	95,87
	4c	Lebensmittelverpackungen aus beschichteten Papier	6	122,26	3	114,08	12	234,85	21	452,17	5	78,54	14	280,89
	4d	Lebensmittelverpackungen aus Verbund		0		0		0		0	6	158,19	2	13,93
	5	Leichte Kunststofftragetaschen	18	185,46	18	213,36	21	125,47	20	126,51	28	259,12	20	179,13
		davon bioabbaubar	9	0	7	0	14	0	8	0	10	0	11	0
	6	Tüten und Folienverpackungen		610		880		1180		970		1070		1010
	7	Tabakprodukte mit Filtern		301,78		370,38		715,1		541,14		751,52		271,18
	8	Feuchttücher		0	14	241,47	13	99,25	10	60,47	35	188,66	20	92,58
SUP-Teil ohne erweiterte Herstellerverantwortung aber verboten														
	1	Luftballonstäbe		0		0		0		0		0	1	0,55
	2	Rührstäbchen		0		0		0		0		0		0
	3	Wattestäbchen		0		0		0		0		0		0
	4	Besteck (Kunststoff)	6	11,77		0		0		0		0	4	7,09
	5	Teller		0		0		0		0		0		0

	6	Trinkhalm		0		0		0		0		0		0
SUP-Teil ohne erweiterte Herstellerverantwortung, nicht verboten				0		0		0		0		0		0
	1	Hygieneeinlagen (Binden), Tampons und Tamponappliationen	1	6,03		0		0		0		0		0
				0		0		0		0		0		0
Andere				0		0		0		0		0		0
	1	Metall-Getränkebehälter inkl. Verschlüsse/Deckel		0		0		0		0		0		0
	1a	Metall-Getränkebehälter		949,81		1200		2900		2410		3160		1520
	1b	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Kronenkorken	4	8,28	12	22,72		0	56	122,94	10	20,69	48	98,67
	1c	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Dosenlaschen		0	2	0,47		0		0		0		0
	1d	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Drehverschlüsse	2	3,12	11	22,2		0	14	40,56	3	3,92	2	3,48
	1e	Metall große Schraubverschlüsse		0		0		0	12	104,81	2	18,65	2	14,52
	2	Metall-Verpackungen Sonstige	2	15,28	9	259,65	36	535,34	51	1790	27	703,42	4	240,32
	3	Glas/-scherben (ohne Verschluss/Deckel)	33	2814,89	21	3170	53	3220	52	8860		9490		12510
	4	andere Kunststoffverpackung		0		0		0		0	83	1216,15	35	245,34
	5	Verbundverpackungen		0		0		0		0		589,71	52	496,81
Andere Litteringteile				0		0		0		0		0		0
	1	Kunststoff/-teile		424,91		699,5		1485,0		1341,49		1031,04		890
	2	Verbund/-teile (nicht zuordenbare Reste)		2746,58		1740		2262,1		3162,46		2569,14		1943,91
	3	Metall-Nicht-Verpackungen	10	29,65	26	82,99	39	261,96	38	394,8	34	183,81	24	95,04
	4	Papier/Pappe/-teile		8014,8		4320		5620		10060		8710		9250
	5	Papiertaschentücher / Papierservietten		1841,28		1650,35		2037,5		2031,02		2585,72		2812,65
	6	Holz-/Papier-/Pappe-Besteck	8	24,31		0	2	8,6		0		0		0
	7	Organik		4350		4840		10120		14100		13420		8610
	8	Hundekotsackerl	78	4455		9720		11280		10260		18680		6260
	9	Ausreißer		3470		19370		2080		17140		17540,9		3040
Summe				394		29455,3		251		32490,8		348		47151,
								432		61518,3		409		69861,9
												400		49888,4

Tabelle 31: Ergebnisse der Abfallanalyse des Erfassungssystems "Papierkorb des Stadtteiles Liebenau.

Papierkorb		Liebenau		05.10.2022				12.10.2022				19.10.2022			
				SP1		SP2		SP1		SP2		SP1		SP2	
				AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse
				[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]
SUP-Teile mit erweiterter Herstellerverantwortung															
	1	Luftballon			0	11	25,7		0		0		0	1	1,78
	2	Getränkebehälter bis 3 l inkl. Verschlüsse/Deckel			0		0		0		0		0		0
	2a	Getränkebehälter aus expandiertem Polystyrol			0		0		0		0		0		0
	2b	Verschlüsse/Deckel von Getränkebehältern aus exp.			0		0		0		0		0		0
	2c	Getränkebehälter bis 3 l		42	1220	67	1720	41	1080	58	1630	36	925		1520
	2d	Verschlüsse/Deckel von Getränkebehältern bis 3 l		37	20,51	64	158,5	48	111,6	64	147,48	29	67,96		131,67
	2e	Verbundgetränkebehälter klein 0,33		7	127,9	11	129,22	3	40,8	4	130,64	3	37,86	11	151,87
	2f	Verbundgetränkebehälter größer 0,33		3	136,12	3	110,05	2	50,27	9	297,07	1	42,65	4	189,77
	3	Getränkebecher			0		0		0		0		0		0
	3a	Getränkebecher aus exp. Polystyrol			0		0		0		0		0		0
	3b	Verschlüsse/Deckel von Getränkebechern aus exp.			0		0		0		0		0		0
	3c	Getränkebecher aus beschichteten Papier		23	266,57	30	345,56	34	372,5	54	570	10	143,76	15	192,01
	3d	Getränkebecher aus Kunststoff		5	41,63	19	165,62	21	245,2	7	64,72	12	117,33	3	26,61
	3e	Verschlüsse/Deckel von Getränkebechern (Kunststoff)		5	16,94	15	56,38	24	88,5	15	53,78	19	59,41	6	18,08
	3f	Verschlüsse Papier			0		0		0		0		0		0
	4	Lebensmittelverpackungen			0		0		0		0		0		0
	4a	Lebensmittelverpackungen aus exp. Polystyrol			0	3	36,7		0		0		0		0
	4b	Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff (PE)		5	72,8		0		0		0	11	139,57	16	159,01
	4c	Lebensmittelverpackungen aus beschichteten Papier			0	9	202,22	27	459,53	18	169,49		0		0
	4d	Lebensmittelverpackungen aus Verbund			0		0		0		0		0	1	48,07
	5	Leichte Kunststofftragetaschen		4	41,37	17	98,85	16	200,29	16	128,11	16	55,75	6	24,95
		davon bioabbaubar			0	9	0	9	0	4	0	9	0	2	0
	6	Tüten und Folienverpackungen			360		720		540		470		365		390
	7	Tabakprodukte mit Filtern			129,24		164,2		282,23		124,57	52	22,61		80,32
	8	Feuchttücher		4	28,77	22	102,53	37	204,74	44	215,95	9	20,2	7	15,68
SUP-Teil ohne erweiterte Herstellerverantwortung aber verboten															
	1	Luftballonstäbe			0		0		0		0		0		0
	2	Rührstäbchen			0		0		0		0		0		0
	3	Wattestäbchen			0		0		0		0		0		0
	4	Besteck (Kunststoff)			0		0		0		5,36		0		0
	5	Teller			0		0		0		0		0		0
	6	Trinkhalm			0		0	2	0,7		0		0	1	1,65

SUP-Teil ohne erweiterte Herstellerverantwortung, nicht verboten				0		0		0		0		0		0	
	1	Hygieneeinlagen (Binden), Tampons und Tamponappliationen		1	26,18	2	55,95		0		0		0		
					0		0		0		0		0		
Andere					0		0		0		0		0		
	1	Metall-Getränkebehälter inkl. Verschlüsse/Deckel			0		0		0		0		0		
		1a	Metall-Getränkebehälter	73	1300	85	1330	55	858	74	1120	51	760	960	
		1b	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Kronenkorken	6	12,02	13	36,15	6	13,7	2	4,06		0	2	3,91
		1c	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Dosenlaschen	1	0,37		0		0		0		0	1	0,48
		1d	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Drehverschlüsse	3	3,44	13	28,68	3	4,99		0		0	3	3,02
		1e	Metall große Schraubverschlüsse		0	4	61,33	2	13,59		3,98		0		0
	2	Metall-Verpackungen Sonstige		8	75,51	21	115,69	31	163,42	13	116,39	5	143,81	4	104,32
	3	Glas/-scherben (ohne Verschluss/Deckel)		63	4045	68	9720	43	5070	20	5120	18	4000	31	5605
	4	andere Kunststoffverpackung			0		0		0		0	14	378,5	24	318,1
	5	Verbundverpackungen			0		0		0		0	26	228,01	17	147,03
Andere Litteringteile					0		0		0		0		0		0
	1	Kunststoff/-teile		43	138,2	117	1080		550,53		650,99		485,74		177,4
	2	Verbund/-teile (nicht zuordenbare Reste)		41	2520,06	105	3996,52		1570		4250,35		2145,02		188,09
	3	Metall-Nicht-Verpackungen		11	549,88	23	132,66	24	263,22	23	315,1	15	46,92	6	1,17
	4	Papier/Pappe/-teile			1530		2450,76		8440		4870		4870		1970
	5	Papiertaschentücher / Papierservietten			567,51		2080		2164,81		1258,48		848,96		840,22
	6	Holz-/Papier-/Pappe-Besteck		3	13,99	5	23,7		0		0		0		0
	7	Organik			2940		11900		6950		3560		2470		2540
	8	Hundekotsackerl			10060		10490		8210		3430		5430		4640
	9	Ausreißer			43820		9770		597,93		4690		13450		0
Summe				388	26244,0	736	47536,9	428	37948,6	425	28706,5	336	23804,0	161	20450,2

Tabelle 32: Ergebnisse der Abfallanalyse des Erfassungssystems "Papierkorb" des Stadtteiles St. Leonhard.

Papierkorb			St. Leonhard				13.10.2022		20.10.2022		21.10.2022			
			SP1		SP2		SP1		SP2		SP1		SP2	
			AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse
			[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]
SUP-Teile mit erweiterter Herstellerverantwortung														
	1	Luftballon	1	1,23		0		0		0	1	0,89		0
	2	Getränkebehälter bis 3 l inkl. Verschlüsse/Deckel		0		0		0		0		0		0
	2a	Getränkebehälter aus expandiertem Polystyrol		0		0		0		0		0		0
	2b	Verschlüsse/Deckel von Getränkebehältern aus exp.		0		0		0		0		0		0
	2c	Getränkebehälter bis 3 l	62	1460	44	1030		2280		1030	64	1640		990
	2d	Verschlüsse/Deckel von Getränkebehältern bis 3 l	59	143,58	48	105,2	70	172,12		78,79	53	124,22		60,48
	2e	Verbundgetränkebehälter klein 0,33	4	40,11	6	63,47	13	185,08	2	23,88	10	137,56	3	28,52
	2f	Verbundgetränkebehälter größer 0,33	1	31,87		0	1	30,44	3	116,32	10	453,4	4	178,59
	3	Getränkebecher		0		0		0		0		0		0
	3a	Getränkebecher aus exp. Polystyrol		0		0		0		0		0		0
	3b	Verschlüsse/Deckel von Getränkebechern aus exp.		0		0		0		0		0		0
	3c	Getränkebecher aus beschichteten Papier	44	440	28	250	41	331,1	28	262,89	67	798,91		384,47
	3d	Getränkebecher aus Kunststoff	24	270	29	350,82	34	512,79	27	228,3	38	449,9		204,14
	3e	Verschlüsse/Deckel von Getränkebechern (Kunststoff)	28	94,88	21	77,54	24	103,98	20	73,07	50	181,46		109,41
	3f	Verschlüsse Papier	4	19,39	5	26,65	7	40,23	8	41,12	14	83,43	9	50,5
	4	Lebensmittelverpackungen		0		0		0		0		0		0
	4a	Lebensmittelverpackungen aus exp. Polystyrol	1	5,08	1	18,67	4	34,89		0	5	54,87	1	15,62
	4b	Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff (PE)		0	25	460	26	290,7	26	343,65	19	216,52	19	322,46
	4c	Lebensmittelverpackungen aus beschichteten Papier	36	600	5	88,53	18	504,88	7	174,41	11	258,77	10	211,68
	4d	Lebensmittelverpackungen aus Verbund		0	10	229,17	15	250,95		48,44	6	82,77	6	74,62
	5	Leichte Kunststofftragetaschen	9	80,47	12	83,82	14	58,51	7	60,39	12	68,05	12	99,28
		davon bioabbaubar	7	0	9	0	9	0	7	0	5	0	6	0
	6	Tüten und Folienverpackungen		610		880		945		740		880		925
	7	Tabakprodukte mit Filtern		301,66		238,06		382,57		341,51		434,8		645,7
	8	Feuchttücher	4	22,97	8	41,76	9	49,77	2	13,9	9	33,31	8	26,15
SUP-Teil ohne erweiterte Herstellerverantwortung aber verboten														
	1	Luftballonstäbe		0		0		0		0		0		0
	2	Rührstäbchen		0		0		0		0		0		0
	3	Wattestäbchen		0		0		0		0		0		0
	4	Besteck (Kunststoff)		0	2	4,17	4	12,48	2	6,93	3	10,49	2	6,71
	5	Teller		0		0		0		0		0		0
	6	Trinkhalm	1	0,83	2	2,75	1	2,26	3	3,42	1	2,59	5	7,61

SUP-Teil ohne erweiterte Herstellerverantwortung, nicht verboten				0		0		0		0		0		0	
	1	Hygieneeinlagen (Binden), Tampons und Tamponappliationen		0	1	146,37		0		0		0		0	
				0		0		0		0		0		0	
Andere				0		0		0		0		0		0	
	1	Metall-Getränkebehälter inkl. Verschlüsse/Deckel		0		0		0		0		0		0	
		1a	Metall-Getränkebehälter	83	1490	82	1430		2490		1500		2420	1550	
		1b	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Kronenkorken	5	10,15	14	27,74	2	5,36	1	1,03	3	6,43	1	2,28
		1c	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Dosenlaschen	1	0,24		0		0		0		0	0	
		1d	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Drehverschlüsse	1	13,21	10	14,72	3	9,14	3	3,64		0	0	
		1e	Metall große Schraubverschlüsse		0		0	6	58,64	1	8,39		0	0	
	2	Metall-Verpackungen Sonstige		1	97,36	5	102,58	6	238,2	3	99,17	9	81,13	4	343,56
	3	Glas/-scherben (ohne Verschluss/Deckel)		31	6760	35	6660		36410		28540	43	5340		5210
	4	andere Kunststoffverpackung			0		0	29	259,4		383,84	29	203,83		486,12
	5	Verbundverpackungen			0		0	52	724,83		456,74	72	470,23		312,32
Andere Litteringteile					0		0		0		0		0		0
	1	Kunststoff/-teile			370,76		720,4		573,81		627,97		636,09		398,49
	2	Verbund/-teile (nicht zuordenbare Reste)			730,05		3266,92		3448,3		2316,73		4830		4370
	3	Metall-Nicht-Verpackungen		26	171,03	31	260,74	47	349,87	21	124,94	41	286,01	24	133,4
	4	Papier/Pappe/-teile			3030		2390		5250		4700		5510		7710
	5	Papiertaschentücher / Papierservietten			1501,02		2341,76		1770,83		1772,47		1912,72		1218,84
	6	Holz-/Papier-/Pappe-Besteck			0		0		0		0		0		0
	7	Organik			6790		8250		6150		5760		4230		3820
	8	Hundekotsackerl			8700		5160		4320		8450		13650		9990
	9	Ausreißer			0		1940		0		15150		0		7780
Summe				433	33785,8	433	34721,8	435	68246,1	171	58331,9	575	45488,3	114	39885,9

Tabelle 33: Ergebnisse der Abfallanalyse des Erfassungssystems "Kehrmachine".

Kehrmachine			24.10.2022				31.10.2022				07.11.2022			
			SP1		SP2		SP1		SP2		SP1		SP2	
			AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse
			[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]
SUP-Teile mit erweiterter Herstellerverantwortung														
1	Luftballon		1	0,47	0	0		0	0	0	1	1,58	1	0,47
2	Getränkebehälter bis 3 l inkl. Verschlüsse/Deckel		0	0	0	0		0		0		0		0
	2a	Getränkebehälter aus expandiertem Polystyrol	0	0	0	0		0		0		0		0
	2b	Verschlüsse/Deckel von Getränkebehältern aus exp.	0	0	0	0		0		0		0		0
	2c	Getränkebehälter bis 3 l	3	151,33	2	209,2		0	3	97,92	2	7,73	1	4,51
	2d	Verschlüsse/Deckel von Getränkebehältern bis 3 l	1	1,82	1	1,94	0	0	1	13,41		0	1	26,24
	2e	Verbundgetränkebehälter klein 0,33	2	39,59	0	0	0	0	1	22,77	0	0	0	0
	2f	Verbundgetränkebehälter größer 0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	2	82,59	0	0
3	Getränkebecher		0	0	0	0		0		0		0		0
	3a	Getränkebecher aus exp. Polystyrol	0	0	0	0		0		0		0		0
	3b	Verschlüsse/Deckel von Getränkebechern aus exp.	0	0	0	0		0		0		0		0
	3c	Getränkebecher aus beschichteten Papier	1	20,73	0	0	2	44,75	3	64,13	1	32,75	0	0
	3d	Getränkebecher aus Kunststoff	3	34,36	3	41,38	2	21,25	4	24,94	1	18,95	2	16,75
	3e	Verschlüsse/Deckel von Getränkebechern (Kunststoff)	1	9,86	0	0	3	44,64	0	0	0	0	0	0
	3f	Verschlüsse Papier	0	0	0	0		0		0		0		0
4	Lebensmittelverpackungen		0	0	0	0		0		0		0		0
	4a	Lebensmittelverpackungen aus exp. Polystyrol	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0
	4b	Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff (PE)	1	14,94	0	0		0		0	0	0	0	0
	4c	Lebensmittelverpackungen aus beschichteten Papier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4d	Lebensmittelverpackungen aus Verbund	0	0	0	0		0		0		0		0
5	Leichte Kunststofftragetaschen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	davon bioabbaubar		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Tüten und Folienverpackungen		30	55,84	23	84,95	20	66,83	32	106,54	24	129,62	14	46,77
7	Tabakprodukte mit Filtern			232,55	89	128,29		375,69		499,46		148,89		105,05
8	Feuchttücher		2	42,82	2	42,25	0	0	0	0	0	0	2	36,98
SUP-Teil ohne erweiterte Herstellerverantwortung aber verboten			0	0	0	0		0		0		0		0
1	Luftballonstäbe		0	0	0	0		0		0		0	0	0
2	Rührstäbchen		0	0	0	0		0		0		0		0
3	Wattestäbchen		0	0	0	0		0		0		0		0
4	Besteck (Kunststoff)		0	0	0	0		0		0		0	0	0
5	Teller		0	0	0	0		0		0		0		0
6	Trinkhalm		0	0	0	0		0		0		0		0

SUP-Teil ohne erweiterte Herstellerverantwortung, nicht verboten			0	0	0	0		0		0		0		0
	1	Hygieneeinlagen (Binden), Tampons und Tamponappliationen	0	0	0	0		0		0		0		0
			0	0	0	0		0		0		0		0
Andere			0	0	0	0		0		0		0		0
	1	Metall-Getränkebehälter inkl. Verschlüsse/Deckel	0	0	0	0		0		0		0		0
	1a	Metall-Getränkebehälter	7	109,75	5	85,26	2	31,43	15	179,73	4	71,9	3	52,67
	1b	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Kronenkorken	1	4,78	0	0	2	8,17	2	4,7	0	0	0	0
	1c	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Dosenlaschen	1	0,3	1	0,28	3	0,31	1	0,39		0		0
	1d	Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse Drehverschlüsse	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	1e	Metall große Schraubverschlüsse	0	0	0	0	2	42,98	0	0	0	0	0	0
	2	Metall-Verpackungen Sonstige	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	Glas/-scherben (ohne Verschluss/Deckel)	10	24,09	0	0	50	148,71	5	20,6		0	1	94,07
	4	andere Kunststoffverpackung	0	0	0	0		0		0	15	60,98	7	28,19
	5	Verbundverpackungen	4	34,45	8	115,14	8	79,29	6	62,9	2	79,93	6	96,67
Andere				0		0		0		0		0		0
	1	Kunststoff/-teile	55	150,41	60	548,61	67	348,31	36	235,33	12	141,36	23	91,52
	2	Verbund/-teile (nicht zuordenbare Reste)	3	89,4	3	62,46	14	722,43	11	616,21	4	132,25	6	215,81
	3	Metall-Nicht-Verpackungen	16	39,28	17	40,39	14	43,59	12	30,34	12	36,32	7	34,79
	4	Papier/Pappe/-teile	49	633,1	24	970,53	47	497,91	30	793,28	23	287,7	14	218,36
	5	Papiertaschentücher / Papierservietten	1	104,86	3	90,63	15	429,36	1	19,56		0		0
	6	Holz-/Papier-/Pappe-Besteck	0	0	0	0	0	0		0		0		0
	7	Organik+Nicht Organik	0	160000	0	220000		121800		87040		86610		98660
	8	Hundekotsackerl	3	67,55	2	79,3		0		0		0		0
	9	Ausreißer	0	0	0	0		0		0		0		0
Summe			195	161862,2	243	222500,6	251	124705,6	163	89832,2	103	87842,5	88	99728,8

Tabelle 34: Ergebnisse der Abfallanalyse des Erfassungssystems "Streumüll Straßenraum".

Streumüll Straßenraum			27.10.2022				03.11.2022				10.11.2022			
			SP1		SP2		SP1		SP2		SP1		SP2	
			AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse	AZ	Masse
			[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]	[Stk.]	[g]
SUP-Teile mit erweiterter Herstellerverantwortung														
1	Luftballons		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Getränkebehälter bis 3 l inkl. Verschlüsse/Deckel		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2a	Getränkebehälter aus expandiertem Polystyrol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2b	Verschlüsse/Deckel von Getränkebehältern aus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2c	Getränkebehälter bis 3 l	3	67,89	1	20,75	2	113,94	3	65,19	2	38,92	2	48,29
	2d	Verschlüsse/Deckel von Getränkebehältern bis 3 l	2	19,57	0	0	4	5,98	2	4,19	3	6,4	3	6,54
	2e	Verbundgetränkebehälter klein 0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2f	Verbundgetränkebehälter größer 0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Getränkebecher		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3a	Getränkebecher aus exp. Polystyrol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3b	Verschlüsse/Deckel von Getränkebechern aus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3c	Getränkebecher aus beschichteten Papier	8	60,16	3	33,27	12	48,94	2	44	0	0	0	0
	3d	Getränkebecher aus Kunststoff	2	19,57	6	27,38	2	75,04	0	0	1	20,23	1	9,01
	3e	Verschlüsse/Deckel von Getränkebechern	1	2,86	1	2,73	1	40,22	1	3,31	0	0	0	0
	3f	Verschlüsse Papier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Lebensmittelverpackungen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4a	Lebensmittelverpackungen aus exp. Polystyrol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4b	Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff (PE)	0	0	0	0	2	62,99	0	0	0	0	1	12,13
	4c	Lebensmittelverpackungen aus beschichteten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4d	Lebensmittelverpackungen aus Verbund	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Leichte Kunststofftragetaschen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	davon bioabbaubar		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Tüten und Folienverpackungen		33	29,29	13	18,85	25	27,84	20	19,59	26	12,48	19	21,96
7	Tabakprodukte mit Filtern			57,28		61,27		119,5		34,9		141,52		55,24
8	Feuchttücher		9	33,58	2	3,43	4	8,09	1	2,95	1	6,27	0	0
SUP-Teil ohne erweiterte Herstellerverantwortung aber verboten			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Luftballonstäbe		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Rührstäbchen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Wattestäbchen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Besteck (Kunststoff)		0	0	0	0	1	1,53	0	0	0	0	0	0
5	Teller		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Trinkhalme		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SUP-Teil ohne erweiterte Herstellerverantwortung, nicht verboten		0	0	0	0		0		0		0		0
1	Hygieneeinlagen (Binden), Tampons und Tamponappliationen	0	0	0	0		0		0		0		0
		0	0	0	0		0		0		0		0
Andere		0	0	0	0		0		0		0		0
1	Metall-Getränkebehälter inkl. Verschlüsse/Deckel	0	0	0	0		0		0		0		0
	1a Metall-Getränkebehälter	6	99,68	4	68,28	6	92,36	4	68,74	1	12,84	3	39,31
	1b Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse	1	2,04	0	0	4	5,06	0	0	0	0	0	0
	1c Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse	1	0,2	2	0,78	4	3,66	0	0		0		0
	1d Metall-Getränkebehälter-Verschlüsse	1	3,54	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	1e Metall große Schraubverschlüsse	0	0	1	8,76	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Metall-Verpackungen Sonstige	0	0	15	10,94	0	0	0	0	3	1,28	0	0
3	Glas/-scherben (ohne Verschluss/Deckel)	4	355,61	6	7,17	0	0	3	37,79	7	197,03		0
4	andere Kunststoffverpackung	28	9,96	43	12,54	10	2,68	9	1,09	13	2,81	5	1,47
5	Verbundverpackungen	4	44,87	5	46,57	8	94,09	2	15,75	4	31,52	2	22,75
Andere			0		0		0		0		0		0
1	Kunststoff/-teile	43	59,92	12	100,83	64	132,76	25	87,8	24	37,56	21	25,47
2	Verbund/-teile (nicht zuordenbare Reste)	0	0	29	71,35	17	341,08	3	27,03	8	41,55	7	18,32
3	Metall-Nicht-Verpackungen	23	9,72	12	4,2	12	41,33	14	19,4	0	0	3	10,07
4	Papier/Pappe/-teile		132,38	50	135,41		424,15	44	91,86	60	202,85	38	232,96
5	Papiertaschentücher / Papierservietten	28	101,23	13	60,73	20	170,09	10	33,64	20	163,35	17	89,64
6	Holz-/Papier-/Pappe-Besteck	1	3,12	0	0	0	0		0		0		0
7	Organik+Nicht Organik	0	19120	0	23300		85030		40810		44500		25760
8	Hundekotsackerl	3	53,62	1	65,61		0		0		0		0
9	Ausreißer	0	0	0	0		0		0		0		0
Summe		201	20286,09	219	24060,85	198	86841,33	143	41367,23	173	45416,61	122	26353,16