

Universität für Bodenkultur
Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt
Institut für Abfallwirtschaft



Kommunaler Sperrmüll Status Quo und Potentialerhebung am Beispiel von drei Regionen in NÖ

Masterarbeit
Zur Erlangung des akademischen Grades
Diplomingenieur

Eingereicht von
Koppensteiner Florian, Bsc
427/ 1040937

Wien, 16. Februar 2021

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meines Studiums stets zur Seite gestanden sind.

Für die Betreuung von universitärer Seite bedanke ich mich recht herzlich bei Frau Univ.Prof. Dipl.-Ing.Dr.nat.tech Huber-Humer Marion und Frau Dipl.-Ing. Dr. Astrid Alesch.

Des Weiteren bedanke ich mich bei den Gemeindeverbänden Gmünd, Zwettl und Krems, dem Magistrat St. Pölten und den beiden Firmen Brantner-Dürr GesmbH und Brantner, sowie besonders bei dem Leiter der Umladestation Klein Schönau, Herrn Erwin Haas, die mir die erforderlichen Daten zur Verfügung stellten und an die ich mich bei allfälligen Fragen jederzeit wenden konnte.

Der größte Dank gebührt meinen Eltern, die mir mit Ihrer Unterstützung diese Ausbildung ermöglicht haben.

Florian Koppensteiner Wien, Februar 2021

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert, durch Fußnoten gekennzeichnet bzw. mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

Florian Koppensteiner, Wien am 16. Februar 2021



Kurzfassung

Sperrmüll ist laut dem NöAWG Abfall, der aufgrund seiner Größe und Form nicht in den Restabfallbehälter gehört bzw. passt, wie eben Sofas, Sessel, Öfen und Fahrräder. In Österreich werden diese Abfälle Großteils über das Bringsystem an das Altstoffsammelzentrum geliefert und vorab in Altstoffe und Sperrmüll gesplittet. Altstoffe werden rezykliert und somit einer stofflichen Verwertung zugeführt. Sperrmüll hingegen wird überwiegend in Müllverbrennungsanlagen verbrannt, wodurch recyclebare Stoffe mitverbrannt werden. Doch wie sieht die Zusammensetzung bzw. das Altstoffpotential in der Sperrmüllfraktion aus?

In der Literatur finden sich zum Thema Sperrmüll kaum aktuelle wissenschaftliche Abhandlungen, die die Zusammensetzung von Sperrmüll bestimmen und weitere Verwertungswege darlegen.

Ziel der Arbeit ist es, das Sperrmüllmanagement, mit Fokus auf Niederösterreich, darzustellen. Hierfür untergliedert sich die Arbeit in drei Themenbereiche:

Im ersten Teil wird auf Basis einer Literaturlauswertung das Sperrmüllmanagement in der Europäischen Union betrachtet. So nehmen die nord- und westlichen Mitgliedstaaten eine Vorreiterrolle in der Sammlung und Behandlung von Sperrmüll ein. Weiters wird näher auf das Sperrmüllmanagement in Österreich, insbesondere in Niederösterreich eingegangen.

Im zweiten Teil werden, ebenfalls auf Basis einschlägiger Literatur, die Analysemethoden der Sichtung und Sortierung zur Bestimmung der Zusammensetzung unterschiedlicher Abfallströme beschrieben und gegenübergestellt. Zur Durchführung von Sperrmüllsichtungen wurde ein Leitfaden, auf Grundlage der Altpapier- und Restmüllsortieranalyse sowie der Sperrmüllsichtung in Luxemburg und Deutschland, erstellt. Dieser Leitfaden setzt sich aus 15 Regeln zusammen und soll für die Planung, Durchführung und Auswertung von Sichtungen dienen. Zur Erstellung und Testung des Leitfadens diente eine Sperrmüllvoruntersuchung in Niederösterreich, in der festgestellt wurde, dass die Zusammensetzung von Sperrmüll zwischen städtischen und ländlichen Regionen stark variiert.

Im dritten Teil wird die Entwicklung der Sperrmüll-, Altholz- und Alteisenmengen in den Verbänden Gmünd und Krems und dem Magistrat St. Pölten im Zeitraum von 2009 bis 2018 dargestellt und verglichen. Es zeigt sich unter anderem, dass Gmünd als sehr ländliche Region das höchste Pro-Kopf-Aufkommen von Sperrmüll hat. Zur Reduzierung dieser Sperrmüllmengen werden weitere Maßnahmen zur Vermeidung, wie Flohmärkte und Onlinemarktplätze (z.B. Willhaben), beschrieben. Sperrmüll, Altholz und Alteisen, das nicht vermieden werden kann, bedarf es einer weiteren Aufbereitung mit anschließender Verwertung, dargestellt in einer Materialflussanalyse für Niederösterreich. Altholz und Alteisen werden bereits jetzt schon fast zur Gänze recycelt. Die Recyclingquote für Sperrmüll allerdings bei ca. 2 %, der Großteil wird in Müllverbrennungsanlagen behandelt.

Abstract

According to the Waste law of Lower Austria, bulky waste is waste that, due to its size and shape, does not belong or fit into the residual waste container, such as sofas, armchairs, stoves, and bicycles. In Austria most of this waste is delivered to the recycling yard via the delivery system and split up into recyclable materials, such as wood waste and scrap metal, and bulky waste. These recyclable materials are reclaimed. Bulky waste on the other hand is mostly incinerated in waste incineration plants, which means that recyclable materials are still thermally disposed of. But what about the composition and recovery potential of recyclable materials in the bulky waste stream?

In the literature, there are hardly any up to date scientific studies about bulky waste that determine the composition of this waste and explain furthermore the ways of recycling of these materials.

The aim of the work is to present bulky waste management with a focus on Lower Austria. For this purpose, the work is divided into three subject areas.

In the first part, bulky waste management in the European Union is considered based on a literature review. In this context, the north and west European Countries are playing a pioneer role in the collection and treatment of bulky waste. Furthermore, bulky waste management in Austria, especially in Lower Austria, is discussed in more detail.

In the second part, the analysis methods of sorting and sighting to determine the composition of diverse waste streams are described and compared, which also based on relevant literature. For the analysis method of sighting, a guideline was drawn up on the basis of the wastepaper and residual waste sorting analysis, as well as the bulky waste sighting in Luxembourg and Germany. This guideline is made up of 15 rules and is intended to help for planning, conduction, and evaluation. A bulky waste preinvestigation in Lower Austria was used to develop and test this guideline, which found out that bulky waste composition varies greatly between urban and rural regions.

In the third part, the development of bulky waste, wood waste and scrap metals are presented and compared in the waste associations of Gmünd and Krems and the magistrate of St. Pölten in the period from 2009 to 2018. It shows that Gmünd, as a very rural region, has the highest per capita volume of bulky waste. To reduce this amount of bulky waste, preventive measures such as flea markets and online marketplaces (e.g. willhaben) are also described. Bulky waste, wood waste and scrap metals that cannot be avoided require further processing with subsequent utilization, shown in a material flow analysis for Lower Austria. Already now, wood waste and scrap metals are almost entirely being recycled. The recycling rate for bulky waste, however, is around 2 %, the majority is incinerated in waste incineration plants.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1	Zielsetzung.....	2
1.2	Aufbau der Arbeit	3
2.	Methode	3
2.1	Erstellung des Sichtungs-Leitfadens	3
2.2	Datenerhebung zum internationalen und nationalen Sperrmüllaufkommen..	4
3.	Sperrmüllmanagement – Rahmenbedingungen und Status Quo	6
3.1	EU-Ebene	6
3.1.1	Management in den EU-Mitgliedsstaaten.....	6
3.1.2	Rechtsvorschriften	7
3.2	Österreich	9
3.2.1	Organisation der Abfallwirtschaft auf nationaler Ebene	10
3.2.2	Organisation der Abfallwirtschaft auf Landesebene (NÖ)	11
3.2.2.1	<i>Begrifflichkeiten</i>	11
3.2.2.2	<i>Sammelsysteme</i>	11
3.2.2.3	<i>Abdeckung der Kosten</i>	13
4.	Vorgehensweisen zur Untersuchung von Sperrmüll	15
4.1	Untersuchungsablauf und internationale Beispiele	15
4.1.1	Sortieranalysen.....	16
4.1.1.1	<i>Sperrmüllsortierung Wien – „Erhebung und Darstellung des Sperrmüllaufkommens in Wien – Sortier- und Inputanalyse 2001“</i>	16
4.1.1.2	<i>Sperrmüllsortierung St. Pölten – Projekt „ASUR 91401“</i>	17
4.1.2	Sichtungsanalysen.....	18
4.1.2.1	<i>Sperrmüllsichtung Luxemburg – „Sperrmüllanalyse 2015 im Großherzogtum Luxemburg“</i>	19
4.1.2.2	<i>Sperrmüllsichtung Deutschland – „Vergleichende Analyse von Siedlungsrestabfällen aus repräsentativen Regionen in Deutschland zur Bestimmung des Anteils an Problemstoffen und verwertbaren Materialien“</i>	21
4.1.3	Vergleichbarkeit von Analysen	22
5.	Konzeptionierung eines Leitfadens für die Durchführung von Sperrmüllsichtungen	22
5.1	Leitfadenstruktur und Inhalte.....	22
5.2	Pre-Test	28
5.2.1	Durchführung des Pre-Tests	28
5.3	Ergebnisse der Voruntersuchung.....	44
5.3.1	Umladestation.....	44
5.3.2	Ergebnisse auf Teilgesamtheiten der Verbände hochgerechnet:	46
5.3.3	Ergebnis auf Grundgesamtheit hochgerechnet:	50
5.3.4	Altstoffsammelzentrum	51
6.	Behandlung von Sperrmüll in Niederösterreich	54
6.1	Aufkommen und Entwicklung in ausgewählten niederösterreichischen Verbänden	54
6.1.1	Verband Gmünd	54
6.1.2	Verband Krems.....	55
6.1.3	Magistrat St. Pölten	56

6.1.4	Vergleich der Abfallmengen	57
6.2	Vermeidungsmaßnahmen von Sperrmüll.....	57
6.3	Behandlung von Sperrmüll, Altholz und Alteisen in Niederösterreich.....	59
6.3.1	Sperrmüll	60
6.3.1.1	<i>Verbrennung in Müllverbrennungsanlagen</i>	61
6.3.1.2	<i>Stoffliche Verwertungsmöglichkeiten</i>	62
6.3.2	Altholz	66
6.3.3	Alteisen	68
7.	Schlussfolgerung und Ausblick	70
	Literaturverzeichnis	72
	Anhang.....	77

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufkommen von gemischten und sperrigen Siedlungsabfall im Jahr 2018 (BMK, 2020)...	2
Abbildung 2: Entwicklung der Sperrmüllmengen in Österreich in Tonnen (BMK, 2020)	9
Abbildung 3: Pro-Kopf-Aufkommen (kg/EW) von Sperrmüll in Österreich – 2018 (BMK, 2020)	10
Abbildung 4: Umladestation Klein Schönau (Florian Koppensteiner)	32
Abbildung 5: Blick auf die Presse des Bedienerstands (Florian Koppensteiner)	32
Abbildung 6: Altstoffsammelzentrum mit überdachten Containern am Beispiel Krems Land - WSZ Mitte mit Blick von unten (Florian Koppensteiner)	33
Abbildung 7: Altstoffsammelzentrum mit überdachten Containern am Beispiel Krems Land - WSZ Mitte mit Blick auf die Abwurftrampe (Florian Koppensteiner)	33
Abbildung 8: Hohe Abwurftrampe mit gutem Blick auf Containerinhalt – ASZ Bad Großpertholz (Florian Koppensteiner)	36
Abbildung 9: Abwurftrampe in gleicher Ebene mit Containeroberkante – ASZ 1/St.Pölten (Florian Koppensteiner)	37
Abbildung 10: Bestimmung des Restmüllanteiles einer Probe der Umladestation (Florian Koppensteiner)	39
Abbildung 11: Visuell abgeschätzte probenbezogene Sperrmüllzusammensetzung der Umladestation in Masse-%	44
Abbildung 12: Schüttgewichte der Proben der Umladestation der intermediären und ländlichen Schicht in kg/m ³	45
Abbildung 13: Sperrmüllzusammensetzung der Umladestation nach sozioökonomischen Schichten, in Masse-%	48
Abbildung 14: Sperrmüllzusammensetzung der Umladestation nach sozioökonomischen Schichten, in kg/E.a	49
Abbildung 15: Sperrmüllzusammensetzung der Grundgesamtheit (Verbände Gmünd und Zwettl) in Masse-%, 2019	51
Abbildung 16: Zusammensetzung des Sperrmülls nach Altstoffsammelzentrum, Masse-%	52
Abbildung 17: Restmüllanteil der Proben nach Altstoffsammelzentrum, Masse-%	53
Abbildung 18: Entwicklung der Aufkommen von Sperrmüll, Alteisen und Altholz und der Bevölkerung des Verbandes Gmünd, 2009 – 2018	54
Abbildung 19: Pro-Kopf-Aufkommen (kg/EW.a) von Sperrmüll, Alteisen und Altholz des Verbandes Gmünd, 2009 – 2018	55
Abbildung 20: Entwicklung der Aufkommen von Sperrmüll, Alteisen und Altholz und der Bevölkerung des Verbandes Krems, 2009 – 2018	55
Abbildung 21: Pro-Kopf-Aufkommen (kg/EW.a) von Sperrmüll, Alteisen und Altholz des Verbandes Krems, 2009 – 2018	56
Abbildung 22: Entwicklung der Aufkommen (in Tonnen) von Sperrmüll, Alteisen und Altholz und der Bevölkerung des Magistrats St. Pölten, 2009 – 2018	56
Abbildung 23: Pro-Kopf-Aufkommen (kg/EW.a) von Sperrmüll, Alteisen und Altholz des Magistrats St. Pölten, 2009 – 2018	57
Abbildung 24: Entwicklung der Sperrmüll-, Altholz- und Alteisenmengen in Niederösterreich von 2006 – 2019 in Tonnen (Land Niederösterreich, 2020b)	59
Abbildung 25: Verwertungswege von Sperrmüll, Altholz und Eisenschrott (Angaben in Tonnen) in Niederösterreich im Jahr 2016	60
Abbildung 26: Beispiele diverser Kunststoffverbunde (links) und deren Zusammensetzung (rechts) (Quelle: MGG)	63
Abbildung 27: Rohstoffliches Recycling diverser Kunststoffe (Huckestein et al., 2003)	65

Abbildung 28: Shredderanlage am Beispiel einer Zerdiratorstechnologie (Reinhardt and Richers, 2004)	69
---	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Teil 1 - Sperrmüllkostenrechnung am Beispiel des Gemeindeumweltverbandes Gmünd im Jahr 2018	13
Tabelle 2: Teil 2 - Sperrmüllkostenrechnung am Beispiel des Gemeindeumweltverbandes Gmünd im Jahr 2018	14
Tabelle 3: Ergebnis der Wiener Sperrmüllsortierung des österreichischen Ökologie-Instituts 2001 (Pladerer et al., 2002)	17
Tabelle 4: Ergebnis der Sperrmüllanalyse (SMA) des Projektes „ASUR 91401“ (Bandion et al., 2009)	18
Tabelle 5: Sperrmüllzusammensetzung der Bereitstellungen in Luxemburg (Bayer and Krämer, 2016)	20
Tabelle 6: Hochgerechnete Sperrmüllzusammensetzung in Deutschland (Dornbusch et al., 2020)	21
Tabelle 7: Stadt-Land-Index der in den Gemeinden bzw. Städten befindlichen Umladestationen bzw. ASZs im Untersuchungsgebiet	29
Tabelle 8: Analysetage der Voruntersuchung auf der Umladestation und den Altstoffsammelzentren	30
Tabelle 9: Anzahl der Altstoffsammelzentren inklusive Schichtzuordnung der Bezirke Zwettl und Gmünd, sowie der Mengen im Jahr 2018, die an die Umladestation Klein Schönau liefern	31
Tabelle 10: Altstoffsammelzentren inklusive Schichtzuordnung und Sperrmüllmengen von 2018 der Stadt St. Pölten und Bezirke Krems Land und Gmünd	31
Tabelle 11: Anteil der analysierten Menge an der Sperrmülljahresmenge 2018 des Untersuchungsgebietes auf der Umladestation	34
Tabelle 12: Zur Analyse herangezogene Altstoffsammelzentren	35
Tabelle 13: Geschätzte probenbezogene Sperrmüllzusammensetzung der Umladestation	40
Tabelle 14: Standardisierte probenbezogene Zusammensetzung der Umladestation	41
Tabelle 15: Bevölkerungsbezogene Gewichtungsfaktoren der untersuchten einzelnen ASZ-Container (Statistik Austria, 2020)	42
Tabelle 16: Gewichtete standardisierte Sperrmüllzusammensetzung der Umladestation	43
Tabelle 17: Hochgerechnete Sperrmüllzusammensetzung der Verbände – intermediäre Schicht, 2019	46
Tabelle 18: Geschätzte Sperrmüllzusammensetzung der Verbände – ländliche Schicht, 2019	47
Tabelle 19: Sperrmüllzusammensetzung der Grundgesamtheit (Verbände Gmünd und Zwettl), 2019	50

Abkürzungsverzeichnis

ASI	Altstoffsammelinsel
ASZ	Altstoffsammelzentrum
AWG	Abfallwirtschaftsgesetz
BAWU	Beteiligungsgesellschaft für Abfallwirtschaft und Umweltschutz GmbH
BGP	Bad Großpertholz
bzgl.	bezüglich
EAG	Elektroaltgeräte
etc.	et cetera (und so weiter)
EU	Europäische Union
Eurostat	Statistische Amt der Europäischen Union
EW	Einwohner
Fe-Metall	Eisenmetall
Gew.-%	Gewichtsprozent
ggf.	gegebenfalls
HH	Haushalt
i.d.R	in der Regel
kg	Kilogramm
Kg/EW.a	Kilogramm pro Einwohner und Jahr
l	Liter
lt.	laut
mm	Millimeter
MVA	Müllverbrennungsanlage
NE-Metall	Nichteisenmetall
NÖ	Niederösterreich
NöAWG	niederösterreichisches Abfallwirtschaftsgesetz
ÖNORM	nationale österreichische Norm
PE	Polyethylen
PP	Polypropylen
PS	Polystyrol
PVC	Polyvinylchlorid
Re-Use	Wiederverwendung gebrauchter Gegenstände
RM	Restmüll
RÜST	Regionale Übernahmestelle
SPM	Sperrmüll

t	Tonne
undef.	undefinierbar
URBANREC	Projekt der Europäischen Union zur besseren stofflichen Verwertung von Sperrmüll
v.a.	vor Allem
Vol.-%	Volumenprozent
WSZ	Wertstoffsammelzentrum
z.B.	zum Beispiel

1. Einleitung

In der österreichischen Abfallwirtschaft wird dem Begriff „Kreislaufwirtschaft“ eine immer größere Bedeutung zugemessen. Nach dem Kreislaufwirtschaftspaket der EU, umgesetzt in der Abfallrahmenrichtlinie, soll die Behandlung von Abfall entsprechend der Abfallhierarchie erfolgen (EU Parlament, 2008):

1. Abfallvermeidung,
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung,
3. Recycling (stoffliche Verwertung),
4. Sonstige Verwertung, z.B. energetische Verwertung, und
5. Beseitigung.

Nicht jeder Abfall lässt sich vermeiden oder auch z.B. aus wirtschaftlichen Gründen reparieren, um eine Wiederverwendung zu finden. In diesem Fall wird der Abfall einer Verwertung zugeführt, wobei die stoffliche (Recycling und Rückgewinnung der Materialien als Sekundärrohstoffe) der thermischen (Verbrennung der Abfälle und Nutzung der enthaltenen Energie) laut Hierarchie vorzuziehen ist.

Um nun eine Verwertung im Sinne der Kreislaufwirtschaft bestmöglich zu gewährleisten, ist eine getrennte Erfassung der Abfälle Voraussetzung. Dies garantiert eine Bereitstellung qualitativ hochwertiger Sekundärressourcen, wodurch erhebliche Mengen an Rohstoffen und Energie eingespart werden können (Novak, 2001).

Wird der Abfallstrom Sperrmüll betrachtet, der laut dem NÖAWG (1992) als Überbegriff für sperrige Siedlungsabfälle definiert ist, weist dieser eine sehr heterogene Zusammensetzung auf. Sperrmüll beinhaltet Materialien bzw. Materialverbunde wie Möbel, Teppiche und Kästen bis hin zu Fahrrädern, Öfen aber auch Elektroaltgeräten Groß (EAG) wie Kühl-, Gefriergeräten und Waschmaschinen. Für weitere Verwertungswege wird Sperrmüll von den Bürgerinnen und Bürgern an das Altstoffsammelzentrum (ASZ) geliefert, dort von geschultem Personal übernommen und in die einzelnen Abfallgruppen Sperrmüll, Alteisen, Altholz, EAG groß und auch Hartkunststoffe aufgeteilt.

Durch die sehr unterschiedliche Zusammensetzung aus zum Teil großen und sperrigen Komponenten steckt gerade im Sperrmüll des kommunalen Sektors ein erhebliches Recyclingpotential, wie aus Abbildung 1 ersichtlich ist.

Um dieses Potential genauer feststellen zu können, werden Analysen, mit denen die Abfallzusammensetzung bestimmt wird, durchgeführt. Je nach erforderlicher Genauigkeit und Zielsetzung, können diese Analysen in Form von Sichtungen oder Sortierungen erfolgen. Auf Grundlage der daraus gewonnenen Ergebnisse können in weiterer Folge Vermeidungsmaßnahmen sowie Sammelsysteme und weitere Verwertungswege optimiert werden (LfULG, 2014).

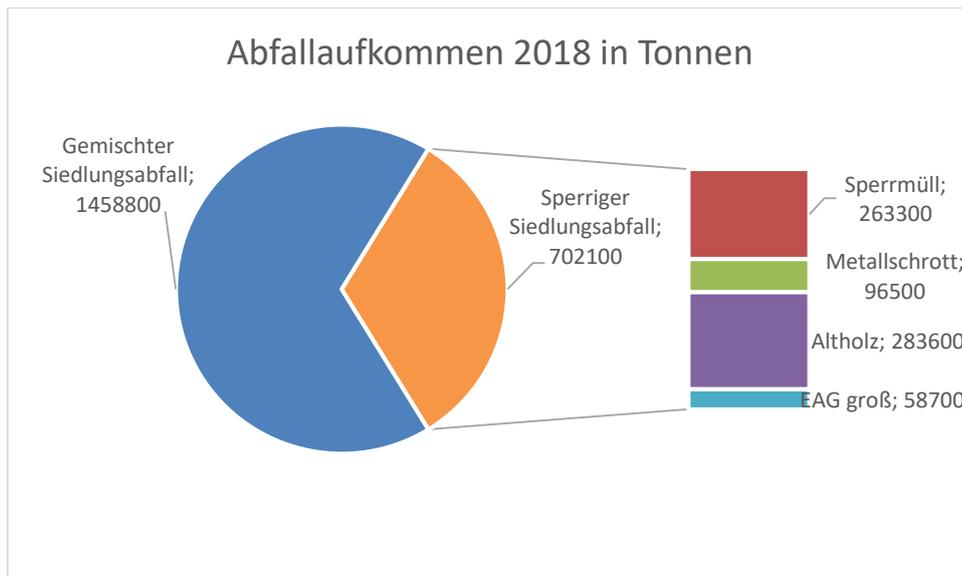


Abbildung 1: Aufkommen von gemischten und sperrigen Siedlungsabfall im Jahr 2018 (BMK, 2020)

1.1 Zielsetzung

Um die Vergleichbarkeit von Analysen gewährleisten zu können, bedarf es eines einheitlichen Ablaufs, wozu sich die Erstellung eines Leitfadens anbietet.

Da es für Sperrmüll und dessen Zusammensetzung kaum aktuelle Studien gibt, und in weiterer Folge auch noch keinen einheitlichen Leitfaden, hat sich der Autor zum Ziel gesetzt, einen Leitfaden für Sperrmüllsichtungen auszuarbeiten. Um den Leitfaden zu testen, wird mittels einer Voruntersuchung die Funktionalität geprüft. Als Untersuchungsgebiet dienen hierfür einige niederösterreichische Abfallverbände.

Weiters werden die Mengen von Sperrmüll, Altholz und Alteisen ausgewählter niederösterreichischer Abfallverbände der letzten Jahre verglichen, sowie die weiteren Verwertungswege von Sperrmüll, Altholz und Alteisen in Niederösterreich beschrieben.

Folgende Forschungsfragen wurden zur Zielerreichung erstellt.

- Wie kann ein Recycling- oder Verwertungspotential (Sperrmüllzusammensetzung) für Sperrmüll bestimmt werden?
 - Welche Analysemethoden eignen sich zur Beurteilung der Zusammensetzung von Sperrmüll?
 - Welche Rahmenbedingungen (Kriterien, Informationen) sind für die Entwicklung eines Leitfadens für die Sperrmüllsichtung essenziell?
- Wie hat sich das Sperrmüllmanagement entwickelt
 - Welche Vermeidungsmaßnahmen für Sperrmüll gibt es?
 - Wie hat sich das Sperrmüllaufkommen in Österreich, im speziellen in ausgewählten niederösterreichischen Abfallverbände in den letzten Jahren entwickelt?
 - Wie wird Sperrmüll und auch Altholz bzw. Alteisen in Niederösterreich behandelt (Verwertung und Beseitigung)?

1.2 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit besteht schwerpunktmäßig aus zwei Kapiteln:

- Untersuchung der Abfallzusammensetzung mit Fokus Sperrmüll
Dieses Kapitel behandelt den grundsätzlichen Zweck von Abfallanalysen, welche Unterschiede sich zwischen einer Sortierung und einer Sichtung ergeben und wann es sinnvoll ist, die jeweilige Analyse anzuwenden. Weiters wird ein Leitfaden für die Sperrmüllsichtung erstellt, sowie zur Testung des Leitfadens eine Voruntersuchung durchgeführt.
- Sperrmüllmanagement
Dieses Kapitel stellt einen allgemeinen Überblick (Sammelsysteme, Rechtliches, Mengen, etc.) über das Sperrmüllmanagement sowohl auf EU-Ebene als auch national, insbesondere bezugnehmend auf Niederösterreich dar.
Näher werden das Aufkommen und die Entwicklung von Sperrmüll, Altholz und Alteisen von ausgewählten niederösterreichischen Verbänden verglichen, sowie deren derzeitige Behandlung in Niederösterreich dargestellt.

2. Methode

Zur Erlangung notwendiger Informationen bzgl. Sperrmüllmanagement diente eine Literaturrecherche. Datenbanken wie „google scholar“ und „BOKU:LITsearch“, sowie die Hauptbibliothek der Universität für Bodenkultur Wien dienten zur Suche nach geeigneten Quellen.

2.1 Erstellung des Sichtungs-Leitfadens

Als wesentliche Grundlage zur Erstellung des Leitfadens diente sowohl der „Leitfaden für die Planung, Durchführung und Auswertung von Altpapiersortieranalysen“, der im Auftrag einer Arbeitsgemeinschaft unterschiedlicher Interessensgruppen vom Institut für Abfallwirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien erstellt wurde, als auch der „Leitfaden für die Durchführung für Restmüll-Sortieranalysen“ – erstellt von der technischen Arbeitsgruppe Sortieranalysen.

Weitere wichtige Quellen sind die „Sperrmüllanalyse 2015 im Großherzogtum Luxemburg“, die „Sächsische Sortierrichtlinie 2014“, die ÖNORM S 2097 1-4, sowie die im Auftrag des deutschen Umweltbundesamtes durchgeführte Studie „Vergleichende Analyse von Siedlungsabfällen aus repräsentativen Regionen in Deutschland zur Bestimmung des Anteils an Problemstoffen und verwertbaren Materialien“.

Um die Funktionalität des Leitfadens zu überprüfen, wurde anschließend eine Voruntersuchung zur Sperrmüllzusammensetzung niederösterreichischer Abfallwirtschaftsverbände durchgeführt.

2.2 Datenerhebung zum internationalen und nationalen Sperrmüllaufkommen

Um einen Überblick über die Entwicklung der Abfallmengen, insbesondere von Sperrmüll, zu schaffen, wurden Daten zum Sperrmüllaufkommen der EU und Österreich erhoben. Als Quellen dienten hierfür die Webseite der Europäischen Kommission und der im Auftrag vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie erstellte Statusbericht 2020 „Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich“.

Zusätzlich wurde anhand des Programmes „STAN 2.6“¹ eine Stoffflussanalyse der niederösterreichischen Sperrmüll-, Altholz- und Alteisenmengen erstellt, zur besseren Darstellung der Verwertungswege.

Zur Darstellung der Mengen von Sperrmüll, Altholz und Alteisen der niederösterreichischen Verbände St. Pölten Stadt, Gmünd und Krems Land, waren die Verbände dankenswerter Weise bereit, die erforderlichen Daten zur Verfügung zu stellen.

Verband Gmünd

Der Bezirk Gmünd liegt im Nordwesten von Niederösterreich und grenzt direkt an Tschechien. Er gliedert sich in 21 Gemeinden, darunter fünf Städte und elf Marktgemeinden (Wikipedia, 2018).

Die sehr ländlich geprägte Region weist einen Bevölkerungsstand von 37.024 Einwohner im Jahr 2018 auf, wovon 22.886 in der intermediären Schicht und 14.138 in der ländlichen Schicht lebten (Statistik Austria, 2020).

Das Abfallmanagement wird im Bezirk Gmünd durch den Gemeindeverband für Aufgaben des Umweltschutzes organisiert. Restmüll, Altpapier, Biomüll und Kunststoffleichtverpackungen (Gelber Sack/Tonne) werden durch das Holsystem gesammelt. Sämtliche Problem- und Altstoffe, Sperrmüll, Batterien und EAGs werden über das Bringsystem vom Grundstückseigentümer ans ASZ geliefert. Hierfür stehen insgesamt 21 ASZ (jeweils eines in jeder Gemeinde) zur Verfügung. Die Öffnungszeiten der ASZ sind so organisiert, dass mindestens 1-3 Mal im Monat eine Sammlung stattfindet, wobei immer ein Termin wochentags und ein Termin am Wochenende festgesetzt ist. Weiters besteht die Möglichkeit einer Sperrmüllabholung nach Vereinbarung direkt vom Grundstück.

Verband Krems

Der Bezirk Krems ist ein Verwaltungsbezirk des Landes Niederösterreich und umfasst Gebiete westlich und nördlich der Statutarstadt Krems an der Donau (gehört selbst nicht zum Bezirk). Der Großteil des Bezirkes liegt im Waldviertel, mit geringen Anteilen im Most- und Weinviertel (Wikipedia, 2020).

In der ländlich geprägten Region rund um die Stadt Krems an der Donau lebten im Jahr 2018 56.738 Einwohner, davon 24.913 in der intermediären und 31.825 in der ländlichen Schicht (Statistik Austria, 2020).

Der Gemeindeverband für Abgabeneinhebung und Umweltschutz regelt das Abfallmanagement im Bezirk Krems. Rest- und Biomüll, Altpapier und Gelber Sack

¹ STAN ist eine Software zur Erstellung von Stoffflussanalysen der technischen Universität Wien

werden über das Holsystem entsorgt. Einmal im Jahr gibt es die Möglichkeit, auch Sperrmüll und Alteisen in Haushaltsmengen direkt beim Haus abholen zu lassen. Die Ankündigung erfolgt über eine Anmeldekarte, die bis zu einem Stichtag eingereicht werden muss. Üblicherweise wird jedoch Sperrmüll mit weiteren Abfällen, wie EAGs, Problemstoffe, Altholz, Eisenschrott, etc. auf den Wertstoffzentren (WSZ) abgeliefert (Bringsystem). Insgesamt stehen 19 WSZ zur Verfügung, die an vorgegebenen Wochentagen geöffnet haben. Seit 2017/18 gibt es eine Berechtigungskarte, die eine gemeindeübergreifende Sammellogistik ermöglichen soll, sodass Bürger aus verschiedenen Verbandsgemeinden, unabhängig vom Wohnort bzw. Wochentag verschiedene Sammelzentren nutzen können (GV Krems, 2020).

Magistrat St. Pölten

St. Pölten ist die Landeshauptstadt und mit 54.649 Einwohner (Stand 2018) gleichzeitig größte Stadt von Niederösterreich und als Statutarstadt sowohl Gemeinde als auch Bezirk.

Für das Abfallmanagement ist das Magistrat der Stadt St. Pölten im Fachbereich Bau/ Ver- und Entsorgung/ Abfallwirtschaft zuständig. Im Holsystem werden Rest- und Biomüll, Altpapier und Gelber Sack entsorgt. Sperrmüll, Problemstoffe, EAGs, etc. werden über das Bringsystem vom Grundstückseigentümer an insgesamt vier ASZ, zwei im Zentrum und zwei am Rand der Stadt, geliefert. Die beiden zentral liegenden ASZ sind Montag bis Freitag ganztägig geöffnet, die beiden übrigen nur an zwei Tagen der Woche (davon ein Wochentag und ein Samstag). Angeliefert werden dürfen ausschließlich Haushaltsmengen von Personen, die ihren Wohnort in St. Pölten haben.

3. Sperrmüllmanagement – Rahmenbedingungen und Status Quo

Sperrmüllmanagement wird sowohl von den europäischen Ländern als auch in Österreich sehr unterschiedlich gehandhabt. Aufgrund einer nicht einheitlichen Definition dieses Abfalls, besitzen die Länder viel Handlungsfreiraum, wie sie ihre Sammelsysteme und die weitere Verwertung einrichten (Avfall Sverige, 2018).

3.1 EU-Ebene

Die europäische Union bezeichnet Sperrmüll als großvolumige Abfälle wie Matratzen, Holz, Hartkunststoffe, Möbel, etc., die mangels ökologisch innovativer und kostengünstiger Lösungen in der Regel nicht recycelt werden. Trotz der EU-Richtlinien mit verpflichtenden Sammel- und Verwertungsquoten, gibt es erhebliche Unterschiede zwischen den EU-Mitgliedsstaaten bezüglich des Sperrmüllmanagements. So landen in der gesamten EU nach wie vor mehr als 60 % von insgesamt 19 Millionen Tonnen anfallenden Sperrmülls auf Deponien (European Commission, 2019).

3.1.1 Management in den EU-Mitgliedsstaaten

Bei der Sammlung, Trennung und Verwertung nehmen Nord und West europäische Länder eine Vorreiterrolle ein, was auch die Recyclingmengen verdeutlichen. So besteht in Österreich und Deutschland die Möglichkeit, Sperrmüll, Altstoffe, EAGs und Problemstoffe auf Altstoffsammelzentren bzw. Wertstoffhöfen abzugeben. In beiden Ländern kann durch eine vorherige Anmeldung der Sperrmüll auch vor Ort abgeholt werden. Die zu entsorgenden Abfälle müssen nach Art und Menge bekannt gegeben werden, die Gebühren richten sich nach der Menge und benötigter Zeit zum Verladen. Die Gebietskörperschaften sind schon im Vorfeld angehalten, ihre Bürger davon in Kenntnis zu setzen, dass gut erhaltenes Mobiliar möglichst nicht dem Sperrmüll zugeführt werden. Die Erfassung von Sperrmüll hat nach dem Abfallwirtschaftsplan Bayern so zu erfolgen, dass noch intakte Gegenstände wieder- bzw. weiterverwendet werden können (Bayerisches Landesamt für Umwelt, s.a.)

Ein ähnliches System besitzen England und die Niederlande. In Amsterdam können, bis auf Restmüll und größere Mengen gefährlicher Abfälle, jegliche Art von Sperrmüll (Abfall, der zu schwer oder zu groß für das Sammelsystem des herkömmlichen Haushaltsabfalls ist), Altstoffen, EAGs, kleinere Mengen Bauschutt, etc. bei mehreren eingerichteten Abfallsammelpunkte für Anwohner frei abgegeben werden. Nach einer Voranmeldung wird Sperrmüll (außer EAGs) auch vor Ort abgeholt, die entsprechenden Vorschriften und Gebühren variieren in Abhängigkeit von der Wohnregion (City of Amsterdam, s.a.).

England definiert Sperrmüll als einen Gegenstand, der mindestens 25 kg wiegt und nicht in einen Behälter mit einem Durchmesser von 750 mm und einer Länge von einem Meter passt. Zur Entsorgung bietet sich neben Recyclingzentren und vor Ort Abholung noch die Möglichkeit, wiederverwendbare Möbel durch ein sogenanntes Furniture Reuse Network, einer Organisation, die sich auf Re-Use Aktivitäten spezialisiert hat, abholen zu lassen (Curran et al., 2007).

In Schweden gehören Gegenstände bzw. Abfälle zu Sperrmüll, die zu schwer, zu sperrig, oder in einer anderen Weise ungeeignet zur Sammlung in Abfallsäcken oder Behältern sind. Neben EAGs, Garten- und gefährlichen Abfällen, wird Sperrmüll üblicherweise auf kommunalen Recycling Zentren mit vorhandenem Personal

entsorgt. In manchen Regionen gibt es auch Recycling Zentren ohne Personal, BesucherInnen benötigen hierfür einen gültigen Führerschein, sowie einen absolvierten Kurs in Abfallsortierung. Neben diesen Möglichkeiten der Entsorgung, fahren mobile „Recycling Stationen“ zu einem gegebenen Zeitplan festgelegte Abfallsammelpunkte ab und akzeptieren neben sperrigem- und gefährlichem Abfall auch EAGs (Avfall Sverige, 2018).

Anders sieht die Situation in den süd- und osteuropäischen Ländern aus. Laut dem europäischen Parlament (2018) beseitigen zwölf Länder, darunter Malta, Griechenland, Rumänien, Ungarn, Spanien, etc., gut die Hälfte oder mehr ihrer anfallenden Siedlungsabfälle, wozu auch Sperrmüll zählt, auf Deponien. Diese Behandlung bzw. Beseitigung spiegelt sich dementsprechend niedrig in den Recyclingquoten. Gründe für dieses ineffiziente Abfallmanagement führt Schulze (2016) auf ein geringes Umweltbewusstsein, eine fehlende Aufklärung der Haushalte sowie eine schlecht aufgebaute bzw. kaum vorhandene Infrastruktur zur getrennten Erfassung von Haushaltsabfällen und Altstoffen an.

Um das Abfallmanagement von Sperrmüll und Altstoffen zu verbessern, und somit die Recyclingmengen zu erhöhen, wurde in der Europäischen Union, mit insgesamt sieben teilnehmenden Ländern aus nord-, ost- und süd-ost Europa sowie dem Mittelmeerraum, das Projekt URBANREC 2016 gestartet. Dieses sollte bis 2019 laufen, mit dem Ziel ein Managementsystem zu entwickeln, in dem Sperrmüll sowie Gegenstände dieses Abfallstroms getrennt, demontiert, wiederverwendet oder recycelt werden (European Commission, 2019).

3.1.2 Rechtsvorschriften

Zur Erreichung von Recyclingquoten, sowie weiterer abfallwirtschaftlicher Ziele, legt die EU entsprechende Richtlinien fest, die die Mitgliedstaaten verpflichten Recyclingziele einzuhalten, sowie Maßnahmen umzusetzen, wie der Einrichtung entsprechender Sammelsysteme (Grabowska, 2013).

Sowohl die Definition von Sperrmüll als auch der Umgang mit dem Abfall Sperrmüll sind nicht direkt über eine von der EU erlassene Richtlinie geregelt. Vielmehr werden die Sammlung und anschließende Verwertung bzw. Beseitigung sperriger Abfälle indirekt über mehrere Richtlinien bestimmt.

Die wichtigste Richtlinie bildet hierbei die Abfallrahmenrichtlinie (EU Parlament, 2008). Sie definiert Begriffe wie Abfall, gefährlicher Abfall und Bioabfall, verlangt von den Mitgliedsstaaten eine stufenweise Umsetzung von Recyclingquoten und verankert die fünfstufige Abfallhierarchie, nach der die Behandlung von Abfall in folgender Reihenfolge erfolgen soll:

- Vermeidung,
- Vorbereitung zur Wiederverwendung,
- Recycling (stofflich),
- Sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung,
- Beseitigung.

Zur Visualisierung dieser Hierarchie eignet sich Sperrmüll, der oft noch intakte oder reparierbare Gegenstände miteinschließt, besonders gut (Stadt Graz, s.a.):

- Vermeidung – durch den Kauf von langlebigen oder reparierbaren Produkten, sowie einem sorgfältigen und schonenden Umgang dieser, kann Abfall bzw. Sperrmüll vermieden werden.

- Vorbereitung zur Wiederverwendung – Nach einem Gebrauch können Gegenstände wie Möbel oder auch technische Haushaltsgeräte, welche zu Abfall geworden sind, durch Reinigung und/oder Reparatur weiterverkauft und somit wiederverwendet werden.
- Recycling – Sperrmüll enthält größere Mengen recycelbarer Materialien wie Altholz und Alteisen, die durch eine stoffliche Verwertung primär Rohstoffe einsparen können.
- Sonstige Verwertung/Verbrennung – ist eine stoffliche Verwertung aus wirtschaftlichen Gründen oder aufgrund eines zu hohen Schadstoffgehaltes im Abfall (z.B.: imprägniertes Holz) auszuschließen, so kann nach wie vor die darin enthaltene Energie durch eine Verbrennung genutzt werden.
- Beseitigung – eine Deponierung ist für Sperrmüll laut der Deponierichtlinie nur noch als mineralisierter Reststoff nach der Verbrennung zulässig.

Ein weiterer wichtiger Artikel in dieser Richtlinie ist die erweiterte Herstellerverantwortung. Sie besagt, dass Mitgliedstaaten Maßnahmen umsetzen können, die die Förderung der Gestaltung und Herstellung von Gütern berücksichtigen, um eine effiziente Ressourcennutzung über den gesamten Lebenszyklus (einschließlich Reparatur, Wiederverwendung und Demontage) zu gewährleisten. Dieser Artikel lässt sich ebenfalls gut am Beispiel Sperrmüll anwenden, da beispielsweise Möbel, Kästen, Fahrräder, etc. ressourceneffizient und reparabel gestaltet werden können, und nach deren Gebrauch auch oft eine Wiederverwendung finden.

Auf Basis der Abfallrahmenrichtlinie, können folgende weitere Rechtsvorgaben im Umgang mit Sperrmüll hilfreich sein:

Verpackungsrichtlinie (EU Parlament, 2018)

Diese Rechtsvorgabe bezieht sich auf jegliche Art von Verpackungen, bestehend aus Holz, Kunststoff, Glas, Metall oder Papier und Karton, die bei der Entsorgung aufgrund ihrer Beschaffenheit zum Teil auch unter die Definition (siehe Kapitel 5.2.2.1) Sperrmüll fallen (z.B. Paletten, Kisten oder große Schachteln). Um die von der EU festgelegten Recyclingquoten der einzelnen Materialien zu erfüllen, sind die Mitgliedstaaten durch diese Richtlinie verpflichtet, Rücknahme- und/oder Sammelsysteme einzurichten und eine Wiederverwendung oder ein Recycling im Sinne der stofflichen Verwertung zu gewährleisten.

EAG Richtlinie (EU Parlament, 2012)

Auch einige Elektronik-Altgeräte (z.B. Waschmaschinen und Kühlschränke) würden aufgrund ihrer Größe/Abmessungen in die Definition Sperrmüll fallen, wodurch früher eine Entsorgung über diesen Abfallstrom als üblich galt.

Um die Entsorgung dieses Abfalls über den unsortierten Siedlungsabfall zu vermeiden, untergliedert die EAG-Richtlinie Elektronik-Altgeräte in sechs Gerätekategorien, für die die Mitgliedstaaten verpflichtet sind, eigene Sammel- und Verwertungssysteme einzurichten (in Österreich ist zum Beispiel eine kostenlose Abgabe auf Altstoffsammelzentren möglich). Weiters muss eine ordnungsgemäße Behandlung der getrennt gesammelten Elektro- und Elektronik-Altgeräte gegeben sein, die gemäß Abfallhierarchie zu erfolgen hat. Für eine stufenweise Steigerung der Sammelmengen, wurden Quoten für jede Gerätekategorie festgelegt, die die Mitgliedstaaten erfüllen müssen.

Verbrennungsrichtlinie (EU Parlament, 2000)

Da aus wirtschaftlichen Gründen, aber auch aufgrund erhöhter Schadstoffkonzentrationen, Sperrmüll oft nicht recycelt werden kann, wird die vierte Stufe der Abfallhierarchie – sonstige Verwertung im Sinne der Verbrennung – bei einem Großteil der anfallenden Sperrmüllmengen (siehe Kapitel 5.5 Abbildung 16) angewendet.

Vorrangiges Ziel der Verbrennung ist die Zerstörung von im Abfall enthaltenen Schadstoffen, sowie der Verringerung der abzulagernden Reststoffe.

Die Verbrennungsrichtlinie definiert hierfür Verbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen und legt Vorgaben bzgl. Betriebsbedingungen, Emissionsgrenzwerte, Wasserableitung aus der Abgasreinigung, Rückstände, Kontrolle und Überwachung sowie Messanforderungen fest, die bei der Führung dieser Anlagen einzuhalten sind.

Deponierichtlinie (EU Parlament, 1999)

Mit der Verbrennungsrichtlinie einher geht die Deponierichtlinie, die besagt, dass nur behandelte Abfälle (davon ausgenommen sind Inertabfälle) deponiert werden dürfen. Sperrmüll, der keinem Recyclingverfahren zugeführt werden kann, bedarf somit einer Vorbehandlung, z.B. in Form einer Verbrennung.

Die bei der Verbrennung entstehenden Reststoffe (siehe Kapitel 5.5.1.1), werden je nach Schadstoffbelastung auf unterschiedlichen Deponien abgelagert, für die je nach Deponieklasse darauf abgestimmte Anforderungen bzgl. Deponieaufbau, -führung und der Nachsorgephase gelten.

3.2 Österreich

Das Sperrmüllaufkommen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen in Österreich betrug 2018 rund 263.260 Tonnen. Die Entwicklung der Mengen wird in Abbildung 2 dargestellt und zeigt seit 1991 tendenziell eine Zunahme. Dies ist laut BMK (2020) unter anderem auf die Bevölkerungszunahme, einen gestiegenen Lebensstandard und einer Verringerung der Nutzungsdauer der Konsumgüter zurück zu führen.

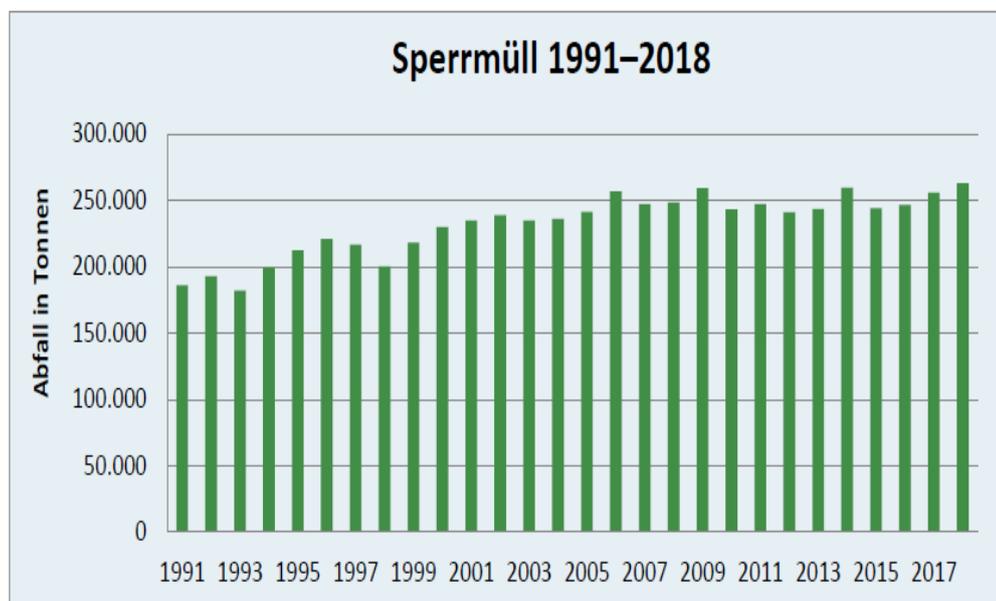


Abbildung 2: Entwicklung der Sperrmüllmengen in Österreich in Tonnen (BMK, 2020)

Wird das Pro-Kopf-Aufkommen der einzelnen Bundesländer verglichen, ersichtlich in Abbildung 3, ergibt sich eine breite Spannweite der Mengen, in der Burgenland mit 54 kg/EW das höchste und Wien mit 16 kg/EW das niedrigste Aufkommen besitzt.

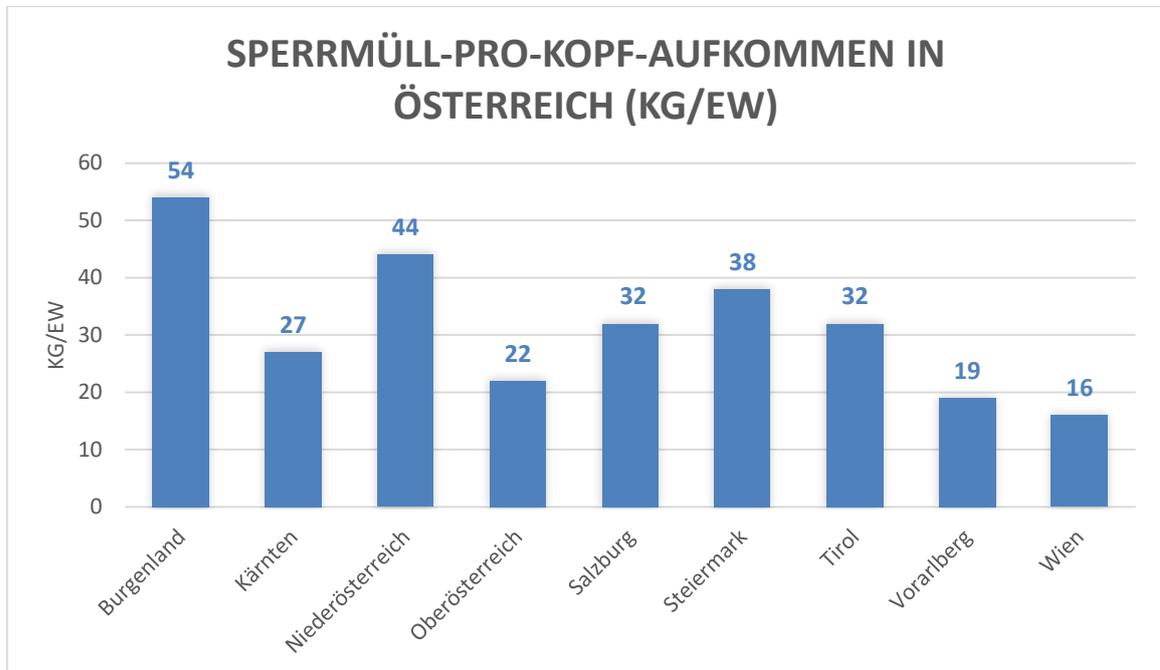


Abbildung 3: Pro-Kopf-Aufkommen (kg/EW) von Sperrmüll in Österreich – 2018 (BMK, 2020)

Das BMK (2020) begründet diese Spannweite unter anderem auf das unterschiedliche Sperrmüllmanagement der Bundesländer und Gemeinden, indem eine Vorabsammlung verwertbarer Fraktionen wie behandeltes Altholz oder Bestandteile aus Eisen in unterschiedlichem Ausmaß stattfindet.

3.2.1 Organisation der Abfallwirtschaft auf nationaler Ebene

Als Basis für die rechtliche Gesetzgebung auf nationaler Ebene dient das Abfallwirtschaftsgesetz (AWG 2002). Die wichtigsten Inhalte des AWG 2002 betreffen vorrangig die Abfallhierarchie (Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling, sonstige Verwertung und Beseitigung), Pflichten von Personen, die in der Abfallwirtschaft tätig sind und Vorgaben für Abfallbehandlungsanlagen. Weiters gibt es für jedes einzelne Bundesland ein eigenes Landesgesetz, in deren Kompetenzbereich die Organisation nicht gefährlicher Abfälle, darunter auch Sperrmüll, fallen (z.B. Festlegung der Müllgebühren und Organisation der Müllabfuhr) (BMK, 2020).

Der überwiegende Teil der anfallenden Sperrmüllmengen wird in Österreich über das Bringsystem zu den Altstoffsammelzentren gesammelt, daneben gibt es auch die Abholung auf Abruf des bereitgestellten Sperrmülls von der Liegenschaft. Sowohl im Bring- als auch im Holsystem erfolgt eine Vorsortierung, in der verwertbare Fraktionen wie Altholz und Alteisen abgetrennt werden. Ein Großteil des Sperrmülls wird in weiterer Folge in Aufbereitungsanlagen zerkleinert und in verwertbare und nichtverwertbare Fraktionen gesplittet. Die durch diesen Prozess zurückgewonnenen Materialien werden entweder rezykliert (Alteisen und unbehandeltes Altholz) oder in

Müllverbrennungsanlagen verbrannt (behandeltes Altholz und Kunststoffe) (BMK, 2020).

3.2.2 Organisation der Abfallwirtschaft auf Landesebene (NÖ)

Wie bereits erwähnt, gibt es in Österreich für jedes Bundesland ein eigenes Abfallwirtschaftsgesetz, mit jeweils unterschiedlichen Begriffsbestimmungen und Rechtsvorschriften. Da sich der empirische Teil dieser Arbeit auf niederösterreichische Verbände bezieht, wurden sämtliche angeführten Begriffe und Rechtstexte dem niederösterreichischen Abfallwirtschaftsgesetz 1992 (NÖ AWG 1992) entnommen.

3.2.2.1 Begrifflichkeiten

Die angeführten Begriffe sind nach dem NÖ AWG 1992 LGBl. Nr. 42 vom 27. Juni 2017 im § 3 wie folgt definiert:

Sperrmüll

Nicht gefährliche Siedlungsabfälle, die wegen ihrer äußeren Beschaffenheit (Größe oder Masse) nicht durch ein ortsübliches Müllfassungssystem erfasst werden können (z.B. Möbel, Öfen, Fahrräder, Reisekoffer, großes Kinderspielzeug).

Das soll bedeuten, dass jeglicher Abfall, der aufgrund seiner Größe und Form, nicht aber wegen anfallender Mehrmengen, nicht in einen vor Ort aufgestellten Restmüllbehälter (120 l, 240 l, oder 1100 l) passt und somit als Sperrmüll entsorgt wird.

Altstoffe

- *Abfälle, welche getrennt von anderen Abfällen gesammelt werden, oder*
- *Stoffe, die durch eine Behandlung aus Abfällen gewonnen werden,*

um diese Abfälle nachweislich einer zulässigen Verwertung zuzuführen.

Der Bundesabfallwirtschaftsplan 2017 zählt zu den Altstoffen auch Metallschrott und sperriges Altholz, sowie Altholz-Verpackungen, die in Altstoffsammelzentren gesondert gesammelt werden.

Restmüll

Jener Anteil des Mülls, der weder Altstoff noch kompostierbarer Abfall ist.

Genaugenommen müsste Restmüll also als Systemmüll bezeichnet werden. Also als Müll, der definitionsgemäß (NÖAWG) aufgrund seiner äußeren Beschaffenheit (Größe und Masse) über ein ortsübliches Müllfassungssystem (Holsystem vom Haus) entsorgt werden müsste.

3.2.2.2 Sammelsysteme

Generell wird bei der Erfassung von Abfällen zwischen einem Hol- und einem Bringsystem unterschieden.

Holsystem

Dieses System ist in erster Linie für mengenmäßig bedeutende, regelmäßig anfallende Abfallarten wie Restmüll, Altpapier und Biomüll geeignet. Behälter der jeweiligen Abfallfraktion werden am Entsorgungstag von den AbfallerzeugerInnen direkt auf der Liegenschaft zur Entleerung bereitgestellt.

Sperrmüll kann ebenfalls auf diese Art entsorgt werden, allerdings erfolgt dies nur durch vorherige Anmeldung des Grundstückseigentümers. Der Abfall wird lose am

Straßenrand platziert, sodass MitarbeiterInnen der Entsorgungsfirma ihn problemlos und ohne Behinderungen aufsammeln können.

Vor allem in Gebieten mit geringerer Bevölkerungsdichte lässt sich die Sperrmüllsammmlung im Holsystem noch effizient durchführen. Rechtlich relevant ist jedoch, dass die Sperrmüllfraktionen Eisenschrott, Alteisen, EAG und eigentlicher Sperrmüll getrennt erfasst werden (Niederösterreichischer Abfallwirtschaftsverein, 2002). Der Sperrmüll sollte also bereits am Abholort getrennt bereitgestellt werden.

Bringsystem

Laut dem niederösterreichischen Abfallwirtschaftsverein (2002) ist dieses System für unregelmäßig anfallende Abfallarten, wie Problemstoffe, Altglas, Sperrmüll, etc. geeignet. Die Entsorgung erfolgt je nach Abfallart über Altstoffsammelinseln oder Altstoffsammelzentren.

- Für Altstoffe wie Metalleichtverpackungen, Altglas, Kunststoffverpackungen und Alttextilien gibt es die sogenannten **Altstoffsammelinseln** (ASI). Diese sind jederzeit zugänglich, BürgerInnen müssen die Trennung jedoch selbst durchführen, da kein Personal dafür vorgesehen ist.
- Für Sperrmüll, Bauschutt, Problemstoffe, etc. stehen **Altstoffsammelzentren** (ASZ) zur Verfügung. AbfallerzeugerInnen sind jedoch dazu verpflichtet, ihren Abfall selbstständig zu den ASZ zu vorgegebenen Öffnungszeiten zu bringen. Dort übernimmt dann ein fachkundiges und geschultes Personal den angelieferten Abfall und trennt ihn in die einzelnen Stoffgruppen auf.

Die Erfassung von Sperrmüllfraktionen bei den ASZ hat laut dem Niederösterreichischen Abfallwirtschaftsverein (2002) folgende Vorteile gegenüber der Straßensammmlung im Holsystem:

- Ganzjährige Abgabemöglichkeit für BürgerInnen
- Wiederverwendbare und reparaturfähige Sperrmüllanteile können ohne Beschädigung ausgesondert und einer Vermarktung oder für soziale Zwecke und Flohmärkte bereitgestellt werden
- Verwertbare Sperrmüllanteile können getrennt erfasst oder manuell aussortiert werden
- Einteilung der Stoffgruppen flexibel und erweiterbar
- Berücksichtigung des Verursacherprinzips (Haushalte haben selbst für den Abtransport der Sperrmüllmengen zu sorgen), daher Entlastung der Abfallgebühren

Verpflichtungen der Gemeinden

Die Erfassung von Sperrmüll ist näher im NÖ AWG 1992 LGBl. Nr. 42 vom 27. Juni 2017 im § 14 gesetzlich geregelt.

- (1) *Demnach sind Gemeinden verpflichtet, neben dem Bringsystem auch zusätzlich einmal pro Jahr den Sperrmüll gegen vorherige Anmeldung durch den Grundstückseigentümer bzw. Nutzungsberechtigten abholen zu lassen. Die Gemeinde hat dafür Termine festzusetzen und diese bekanntzumachen.*
- (2) *Besteht keine Abgabemöglichkeit in einem öffentlich zugänglichen Altstoffsammelzentrum, so ist die Gemeinde verpflichtet, die Erfassung von*

Sperrmüll zweimal pro Jahr durch Abholung, ebenfalls durch vorherige Anmeldung, durchzuführen.

(3) Gleichwertig zu den beiden Absätzen kann die Gemeinde die Erfassung von Sperrmüll im Pflichtbereich auch ausschließlich im Holsystem durchführen. Folgende Voraussetzungen müssen allerdings erfüllt sein:

- Die Abholung sollte möglichst rasch und leicht durchgeführt werden können,
- Personen und Sachen dürfen im Zuge dessen nicht gefährdet werden und
- die Verkehrssicherheit muss weiterhin gegeben sein.

3.2.2.3 Abdeckung der Kosten

Die Kosten für die Sperrmüllentsorgung werden über die Abfallwirtschaftsgebühren gedeckt. Das NÖ AWG (1992) legt im §24 „Berechnung der Abfallwirtschaftsgebühren“ fest, dass für die Gebühr jedenfalls der Anteil für die Erfassung und Behandlung von Abfall (Behandlungsanteil), sowie der Anteil für die Bereitstellung von Einrichtungen für die Abfallwirtschaft (Bereitstellungsanteil) eingehoben wird.

Kostenrechnung von Sperrmüll

Um einen genaueren Einblick über die Kostenstruktur zu bekommen, wird im folgenden Kapitel, am Beispiel des Gmünder Abfallverbandes, die Kostenrechnung aus dem Jahr 2018 genauer dargelegt (GV Gmünd, 2019).

In folgender Tabelle werden die Kosten pro Tonne Sperrmüll dargestellt.

Tabelle 1: Teil 1 - Sperrmüllkostenrechnung am Beispiel des Gemeindeumweltverbandes Gmünd im Jahr 2018

SPERRMÜLLJAHRESMENGE	1727 T/A
CONTAINER GESAMT	688
DURCHSCHNITTL. GEWICHT PRO CONTAINER	2,51 t
TRANSPORT ASZ NACH RÜST	51,7 €/t
UMLADETARIF	10 €/t
BAHN UND VERWERTUNG	157 €/t
CONTAINERABSCHREIBUNG	7 €/t
SUMME KOSTEN	225 €/t
+ 10 % ASZ-PERSONALKOSTEN	247 €/t

Das Gesamtsperrmüllaufkommen im Jahr 2018 betrug 1727 Tonnen, das entspricht ca. 688 Container, wobei ein Container 33 m³ Fassungsvermögen hat. Das durchschnittliche Gewicht pro Container ergibt 2,51 Tonnen.

Der Transport vom ASZ zu der Rüst kostet pro Container 129,72 €. Aus diesen Transportkosten und dem Gewicht von 2,51 t pro Container ergeben sich die Frachtkosten von 51,7 € pro Tonne.

Der Umladetarif beinhaltet die Kosten für das Verwiegen, Verpressen und Verladen der Fracht vom LKW-Container auf den Presscontainer der Bahn.

Diese Bahncontainer sind Eigentum der Beteiligungsgesellschaft für Abfallwirtschaft und Umweltschutz Ges.m.b.H. (BAWU), wofür die Abfallverbände für die Containerbereitstellung Miete zahlen. Diese Miete, sowie die Kosten für den Transport per Bahn, Verwertung in Dünnrohr und der Nachsorge (bei der Verbrennung fallen Filterstäube und Schlacke an), sind in den 157 €/t für Bahn und Verwertung enthalten.

In Summe ergeben sich dadurch 225 €/t, zuzüglich von ca. 10% ASZ-Personalkosten wird ein Betrag von **247 €/t** errechnet.

Tabelle 2: Teil 2 - Sperrmüllkostenrechnung am Beispiel des Gemeindeumweltverbandes Gmünd im Jahr 2018

GESAMTKOSTEN	426.569 €
HAUSHALTE (HH)	19.500
KOSTEN PRO HH	22 €/a
+ ASZ ABSCHREIBUNG	3 €
GESAMTKOSTEN PRO HH	25 €/a

In Tabelle 2 werden nun die Kosten auf die Haushalte (HH) umgelegt. Bei einem Sperrmüllaufkommen von 1727 Tonnen und Kosten von 247 €/t ergeben sich Gesamtkosten von 426.569 € im Jahr 2018. Wird dieser Betrag auf die Haushalte aufgeteilt, sowie anschließend die ASZ-Abschreibung miteinkalkuliert, so werden Gesamtkosten von **25 € pro HH** und Jahr errechnet.

Bei einer durchschnittlichen Abfallwirtschaftsgebühr von 160 €, machen somit die Sperrmüllkosten ca. 16 % der Gesamtgebühren aus.

4. Vorgehensweisen zur Untersuchung von Sperrmüll

Abfallanalysen geben Aufschluss über die Zusammensetzung des Abfalls und daraus folgend auch über das Trennverhalten der Bevölkerung. Die Durchführung kann je nach Aufgabenstellung als Sortierung oder Sichtung erfolgen. Eine Sichtung liefert aufgrund der visuellen Einschätzung der Oberfläche bzw. der volumenspezifischen Zusammensetzung einer Probe ein schnelles Ergebnis mit geringerem Aufwand. Eine Sortierung wird hingegen, aufgrund der händischen Abtrennung von Stoffgruppen und deren Verwiegung, über die Zusammensetzung einer Probe einen präziseren Aufschluss geben (LfULG, 2014).

Unabhängig von der Analyseart, werden die zu untersuchenden Proben nach Fraktion und Menge beurteilt. Die daraus resultierenden Ergebnisse sind Daten, die zur Entwicklung effizienter Verwertungs- und Sammelsysteme herangezogen werden. Zudem liefern sie wichtige Erkenntnisse bezüglich weiterer Vermeidungspotentiale (Forum Umweltbildung, 2015).

4.1 Untersuchungsablauf und internationale Beispiele

Zu einer besseren Vergleichbarkeit bereits durchgeführter und noch durchzuführender Analysen, sollten diese nach einem einheitlichen Schema ablaufen. So gibt es in Österreich derzeit einen bundesweit geltenden Leitfaden für Restabfall und Altpapier.

Solch ein Leitfaden gliedert laut dem SWA-Tool der Europäischen Kommission (2004) unabhängig von der zu untersuchenden Abfallfraktion in folgende wesentliche Punkte:

1. Zieldefinition

Konkret ausformulierte Untersuchungsfragen bilden den Grundstein von Abfallanalysen und sind maßgeblich für die Bestimmung des Stichprobenumfangs.

Ebenfalls wird ein Sortier-/Sichtungskatalog mit den erwarteten Abfallfraktionen erstellt.

2. Voruntersuchung

In der Voruntersuchung werden regionale, statistische und abfallwirtschaftliche Daten, wie Struktur des Gebietes, Bevölkerungsanzahl, Abfallaufkommen, etc., des Untersuchungsgebietes erhoben und dienen als Grundlage zur weiteren Planung.

3. Probenahmeplanung

Mit den gewonnenen Informationen, wird ein Plan zur Durchführung der Analyse erstellt. Vorangegangene und vergleichbare Untersuchungen können zur Erstellung hilfreich sein.

Kriterien, wie die Durchführung mindestens zweier Analysekampagnen (mind. eine in der Vegetationsperiode und eine außerhalb) müssen ebenso in der Planung berücksichtigt werden, wie die Festlegung der Zugriffsebene der Proben, deren Anzahl, Menge und Größe, sowie der Zeiten, an denen diese genommen werden.

4. Durchführung der Probenahme und Sortierung bzw. Sichtung

Für die spätere Auswertung werden die aufgenommen und gewonnenen Daten in einem Probenahme- sowie einem Sortier-/Sichtungsprotokoll dokumentiert.

5. Ergebnisauswertung

Mit den erlangten Analyseergebnissen erfolgt die Hochrechnung anhand adäquater Auswertungsmethoden.

4.1.1 Sortieranalysen

Laut LfULG (2014) kann diese Methode zur Bestimmung der Zusammensetzung grundsätzlich auf alle festen Abfallarten angewandt werden. Die Sortierung erfolgt auf Stichprobenbasis, indem zuvor festgelegte Stichprobeneinheiten am Abfallbereitstellungstag im Analysegebiet genommen werden. Die überwiegend händische Zerlegung der Proben, in die gemäß Sortierkatalog definierten Stoffgruppen, findet in der Regel an einem zentralen Ort statt, mit Überdachung und genügend Platz. Ebenfalls erforderlich ist eine Wiegemöglichkeit, mit der die Gewichtsanteile der Stoffgruppen bestimmt werden (LfU, 1998).

Sortieranalysen ermöglichen somit eine genaue Untersuchung (genauere Zerlegung in einzelne Stoffgruppen) der Zusammensetzung.

Allerdings sind Sortier- und Wiegevorgänge mit einem erhöhten Zeitaufwand verbunden. Aufgrund einer benötigten Zusatzausstattung (Waage; Behälter/Container zum Sortieren; ggf. Maschinen) muss ein erhöhter Personalaufwand, was in weiterer Folge zu einem Mehrkostenaufwand führt, berücksichtigt werden.

4.1.1.1 Sperrmüllsortierung Wien – „Erhebung und Darstellung des Sperrmüllaufkommens in Wien – Sortier- und Inputanalyse 2001“

2001 wurde im Auftrag der MA 48 eine Sperrmüll- Sortier- und Inputanalyse vom österreichischen Ökologie-Institut durchgeführt (Pladerer et al., 2002).

Zur Analyse wurden drei Mistplätze in Wien mit dem stärksten Jahresaufkommen ausgewählt. Um einen jahreszeitlichen Einfluss auf das Aufkommen und Zusammensetzung zu minimieren, fanden die Analysen jeweils in den vier Jahreszeiten statt. Die Sortierungen wurden auf einer befestigten und überdachten Fläche der MA 48 durchgeführt. Der Sperrmüll wurde aus dem Container entleert und gemäß festgelegten Sortierkatalog händisch in die einzelnen Fraktionen zerlegt. Fraktionen mit kleinerer Stückigkeit (Textilien, Glas, Papier, etc.) wurden in 240-l-Behälter aufgeteilt und auf einer Plattformwaage gewogen. Fraktionen mit größerer Stückigkeit (Polstermöbel) wurden in Container aufgeteilt und über eine Brückenwaage verwogen. Die aufgenommenen Daten wurden in einem Protokoll aufgezeichnet und über ein Computerprogramm in Masse und Prozent gegenübergestellt, sowie auf die Summen hochgerechnet, die in nachfolgender Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 3: Ergebnis der Wiener Sperrmüllsortierung des österreichischen Ökologie-Instituts 2001 (Pladerer et al., 2002)

Fraktion	Zwischenbrücken		Favoriten		Baumgarten	
	Kg	M-%	Kg	M-%	Kg	M-%
Problemstoffe	0,00	0,00	5,5,0	0,05	0,01	0,00
Verpackungen	59,50	0,58	732,93	7,22	1028,23	2,65
Holz- und Holzwerkstoffe	6896,00	67,62	1308,60	12,88	1365,45	15,36
Altmetalle	13,50	0,13	124,10	1,22	40,00	0,45
Altkunststoffe	44,95	0,44	920,19	9,06	483,98	5,45
Elektroaltgeräte und E-schrott	1,00	0,01	64,50	0,64	22,50	0,25
Verbundstoffe, Einrichtung	1873,50	18,37	4522,75	44,53	4966,60	55,88
Baustellenabfälle	88,00	0,86	532,99	5,25	646,15	7,27
Sport,- Freizeitartikel, Spielz.	33,00	0,32	54,90	0,54	13,00	0,15
Mineralische Abfälle, Bauschutt	217,50	2,13	713,65	7,03	61,66	0,69
Restmüll	118,10	1,16	142,00	1,40	82,25	0,93
Fenster mit Glas	40,95	0,40	1021,20	10,05	858,50	9,66
Sonstiges	811,50	7,96	14,00	0,14	111,62	1,26
Summe	10.197,50	100	10.157,30	100	8.887,50	100

4.1.1.2 Sperrmüllsortierung St. Pölten – Projekt „ASUR 91401“

Im Jahr 2008 wurde in der Landeshauptstadt St. Pölten eine Sperrmüllsortierung des Sperrmülls aus dem Holsystem durchgeführt. Für ein repräsentatives Ergebnis erfolgte die Probennahme aus verschiedenen Teilen der Stadt St. Pölten (innerstädtisch, Randbezirke, etc.) (Bandion et al., 2009).

Zur Bestimmung der Zusammensetzung wurden insgesamt vier Analysen im Herbst durchgeführt. Mittels Bagger mit Greifer und händischer Kraft, wurde das Material an einem zuvor festgelegten Ort sortiert und über eine Brückenwaage verwogen. Die zu sortierenden Fraktionen ergaben sich während des Analysevorgangs. Die Zusammensetzung des Sperrmülls kann aus Tabelle zwei entnommen werden.

Tabelle 4: Ergebnis der Sperrmüllanalyse (SMA) des Projektes „ASUR 91401“ (Bandion et al., 2009)

Fraktionen	SMA 1		SMA 2		SMA 3		SMA 4	
	Kg	M-%	Kg	M-%	Kg	M-%	Kg	M-%
Altholz	3540	57,5	1180	27,8	2740	65,9	1320	48,8
Teppiche/Polstermöbel/Textil	860	13,9	680	16,0	580	13,9	500	18,4
Altmetalle	760	12,3	500	11,8	220	5,3	380	14,0
Feinfraktion (Restmüll)	220	3,6	680	16,0	340	8,2	80	2,9
Kunststoffe hart	200	3,2	700	16,5	120	2,9	60	2,2
Kunststoffe weich	60	1,0	80	1,9	40	0,9	60	2,2
Fehlwürfe (EAG)	160	2,6	130	3,0	20	0,5	40	1,5
Karton/Altpapier	140	2,3	180	4,2	80	1,9	240	8,8
Sonstiger Sperrmüll (Koffer)	220	3,6	120	2,8	20	0,5	40	1,5
Summe	6.160	100	4.250	100	4.160	100	2.720	100

Dieses Ergebnis wurde weiters einem t-Test unterzogen, wodurch mit 95%iger Wahrscheinlichkeit sieben Ausreißer (SMA 2: Altholz, Feinfraktion, Kunststoffe hart; SMA 3: Altmetalle, Fehlwürfe; SMA 4: Teppiche/Polstermöbel/Textil, Karton/Altpapier) identifiziert werden konnten. Diese Ausreißer wurden zur abschließenden Mittelwertbildung für die durchschnittliche Sperrmüllzusammensetzung nicht mehr miteinbezogen.

4.1.2 Sichtungsanalysen

Einen geringeren Aufwand bei der Untersuchung von Abfällen ermöglicht die Methode der Sichtung, das bedeutet, dass die Zusammensetzung des Abfalls rein visuell abgeschätzt wird. Folgende Bedingungen sollten laut LfULG (2014) jedoch erfüllt sein:

- Die Untersuchungseinheiten der Grundgesamtheit sind sehr homogen, sodass eine visuelle Klassifizierung möglich ist. Der Abfall sollte hierfür gering durchmischt sein und sich aus wenigen Stoffgruppen zusammensetzen.
- Die Beschaffenheit der Grundgesamtheit ist heterogen, eine Sortierung aus wirtschaftlichen bzw. zeitlichen Gründen jedoch nicht denkbar.

Weiters empfiehlt LfULG (2014) insbesondere für sperrige Abfälle eine Sichtung dann durchzuführen, wenn

- eine überschlägige Abschätzung der Zusammensetzung zur Prüfung geeigneter Behandlungsverfahren bzw. -schritten, oder
- eine Bestimmung der Funktionalität von einzelnen Teilen sperriger Abfälle (im Sinne der Möglichkeit der Wiederverwendung)

geprüft werden soll.

Die Sichtung erfolgt, gleich wie die Sortierung, auf Stichprobenbasis. Durch optische Klassifizierung werden die Volumenanteile der Stoffgruppen bestimmt und

anschließend in die Gewichtsteile umgerechnet (LfU, 1998). Dieser Vorgang kann auf zwei Arten erfolgen:

- Die visuelle Abschätzung aus dem Container bzw. vom Haufen (Bestimmung der Zusammensetzung der Oberfläche, wie es in dieser Arbeit angewandt wurde), oder
- durch eine volumenmäßige Schätzung der Stoffgruppen durch Zerlegung von Haufen bzw. bei der Bereitstellung einer Sperrmüllsammlung.

Sichtungen eignen sich daher gut, mit geringem Zeit-, Personal- und Kostenaufwand eine überblicksmäßige Zusammensetzung bestimmter Abfälle zu erheben.

Es sollte jedoch berücksichtigt werden, dass die Ergebnisse auf Schätzungen beruhen und somit Einschränkungen in der Qualität mit sich bringen. LfULG (2014) begründet dies einerseits mit dem subjektiven Einfluss, der bei der Bestimmung des Volumens einzelner Abfallbestandteile entsteht und andererseits mit der Umrechnung der volumenbezogenen Sichtungsergebnisse in massebezogene Ergebnisse mithilfe geeigneter Dichten. Um zumindest den subjektiven Fehler zu minimieren, sollte eine Sichtung von mindestens zwei Personen durchgeführt werden.

4.1.2.1 Sperrmüllsichtung Luxemburg – „Sperrmüllanalyse 2015 im Großherzogtum Luxemburg“

Im Jahr 2015 wurde eine Sperrmüllsichtung von der Firma ECO-Conseil S.à.r.l. im Großherzogtum Luxemburg durchgeführt (Bayer and Krämer, 2016).

Die zu beprobenden Gemeinden wurden per Zufallsauswahl aus insgesamt 25 Raumcluster bestimmt, die sich aus folgenden Raumcluster-Abscheidekriterien herauskristallisierten:

- Siedlungscharakteristik/Bevölkerungsdichte (E/km²)
- Verfügbares spezifisches Restabfallbehältervolumen (ltr./E.w.)
- Abfuhrorganisation auf Abruf
- Abfuhrfrequenz <12/a
- Gesonderte Sperrmülltaxe vorhanden.

Durchgeführt wurden Sichtungen der Sperrmüllbereitstellungen auf Liegenschaften, sowie sperrmüllorientierte Sichtungen in ausgewählten Recyclingparks.

Die Sperrmüllbereitstellungen wurden hinsichtlich ihrer Materialzusammensetzung gesichtet und gleichzeitig die laufende Nummer der Sichtung, den Straßennamen, die Hausnummer und die Gebäudephysiognomie² im Sichtungsprotokoll aufgezeichnet. Anschließend wurde das Gesamtvolumen (in verdichteter räumlicher Vorstellung) der Sperrmüllbereitstellung in Litern abgeschätzt und ebenfalls vermerkt. Anhand des Sichtungskataloges wurden die einzelnen Bereitstellungen (=100 Vol. %) in die vorgegebenen Fraktionen nach einer absoluten (Liter) und einer relativen Bemessung (Vol.-%) abgeschätzt und dokumentiert.

² Ein-, Zwei- oder Mehrfamilienhaus; jeweils mit oder ohne Gewerbebetrieb

Tabelle 5: Sperrmüllzusammensetzung der Bereitstellungen in Luxemburg (Bayer and Krämer, 2016)

Fraktion	Gewicht		Volumen		Schüttgew. kg/m ³
	Kg	M-%	Ltr.	M-%	
Papier/Karton	850,4	1,27	14.173	2,43	60
Glas	61,2	0,09	204	0,03	300
Bioabfall	204,5	0,30	1.573	0,27	130
Holz	28.769,0	42,82	191.794	32,84	150
Polstermöbel	18.812,4	28,00	156.770	26,84	120
Federbetten	246,9	0,37	9.875	1,69	25
Matratzen	3.783,2	5,63	47.290	8,10	80
EPS (Styropor)	45,5	0,07	5.056	0,87	9
Weitere Kunstst.	2.868,1	4,27	63.736	10,91	45
Teppiche	1.473,6	2,19	11.335	1,94	130
Metalle	324,1	0,48	2.946	0,50	110
EAG	228,5	0,34	816	0,14	280
Bauschutt	797,5	1,19	1.595	0,27	500
Textil	514,5	0,77	4.474	0,77	115
Restmüll	388,5	0,58	2.775	0,48	140
Problemstoffe	240,7	0,36	1.459	0,25	165
Undef. Abfälle	4.926,0	7,33	49.260	8,43	100
Rest (Tapeten)	2.649,2	3,94	18.923	3,24	140
Summe	67.183,7	100,00	584.053	100,00	115

Zur weiteren Auswertung wurden die Daten in einem ersten Schritt unter Konstanthaltung der mengenbezogenen Relativwerte (Gew.-% und Vol.-%) und der Schüttgewichte (kg/m³) standardisiert. Anschließend erfolgte eine Gewichtung der standardisierten Daten mit Bezug auf die einzelnen Sichtungsfractionen und Testgemeinden. Im letzten Schritt wurden die Mengen und die Zusammensetzung des bereitgestellten Sperrmülls auf das Jahr hochgerechnet.

4.1.2.2 Sperrmüllsichtung Deutschland – „Vergleichende Analyse von Siedlungsrestabfällen aus repräsentativen Regionen in Deutschland zur Bestimmung des Anteils an Problemstoffen und verwertbaren Materialien“

Zur Bestimmung der deutschlandweiten Sperrmüllzusammensetzung fanden im Jahr 2019/20 Sperrmüllsichtungen sowohl im Hol.-, als auch im Bringsystem statt (Dornbusch et al., 2020).

Im Holsystem wurden die Sichtungen unmittelbar vor der Abholung des bereitgestellten Sperrmülls durchgeführt. Hierfür wurde die gesamte bereitgestellte Menge (inkl. Altholz), die bei einer Sperrmüllsammlung mitgenommen wird, analysiert. Die Bestandteile wurden anhand eines zuvor festgelegten Sichtungskatalogs auf ihre Volumenanteile (Vol.-%) am Gesamtbereitstellungsvolumen abgeschätzt. Die Datenaufzeichnung erfolgte in einem standardisierten Aufnahmeprotokoll, in das auch die Wiederverwendbarkeit ausgewählter Bestandteile eingetragen wurde. Um neben bereits bestehenden Erfahrungswerten auch auf die Analyse bezogene Schüttgewichte zu erhalten, wurden zusätzlich einzelne Bestandteile des Sperrmülls verwogen.

Die Sperrmüllsichtung im Bringsystem fand an drei Untersuchungstagen auf ausgewählten Wertstoff- und Recyclinghöfe statt. Um das tatsächliche Wertstoffpotential bestimmen zu können, wurden ausschließlich für den Sperrmüllcontainer, ohne den bereits aussortierten Altstoffen Altholz, Alteisen und Kunststoffe, bestimmte Materialien zur Analyse herangezogen.

Die Ergebnisse beider Analysen wurden schließlich auf Bundesgebiet hochgerechnet und können aus Tabelle 6 entnommen werden.

Tabelle 6: Hochgerechnete Sperrmüllzusammensetzung in Deutschland (Dornbusch et al., 2020)

Fraktion	Gew.-%	Kg/(E*a)
Polster- und Verbundmöbel	22,2	7,5
Holzmöbel	38,5	13,1
Teppiche und andere Bodenbeläge	8,0	2,7
Kunststoffe	4,7	1,6
Metalle- und Metallverbunde	6,9	2,4
Matratzen	8,1	2,7
Sonstiges Holz	6,8	2,3
Sonstiger Sperrmüll	2,1	0,7
Sonstige Abfälle	2,6	0,9
Summe	100,0	33,9

4.1.3 Vergleichbarkeit von Analysen

Wie in den zuvor beschriebenen Beispielen hervorgeht, ist aufgrund einer differenzierten Vorgehensweise in der Planung, Durchführung und Auswertung eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Sortier- und Sichtungsanalysen oft nur begrenzt möglich. Ersichtlich wird diese Gegebenheit vor allem bei der Betrachtung der Zusammensetzungen (Tabellen 3 bis 6), wobei in jeder Analyse eine unterschiedliche Einteilung der Fraktionen (Anzahl der einzelnen Fraktionen, sowie weitere Unterteilung einzelner Fraktionen) erfolgte. So gliedert sich z.B. die Zusammensetzung der Sperrmüllsichtung in Deutschland (Tabelle 6) in 9 Fraktionen auf, wohingegen im Zuge der Sperrmüllsichtung in Luxemburg eine Gliederung in insgesamt 18 Fraktionen vorgenommen wurde. Ebenfalls erfolgte eine unterschiedliche Untergliederung einzelner Fraktionen, wie beispielsweise in Deutschland nur die Fraktion „Kunststoff“ festgelegt wurde, in Luxemburg jedoch weiter in „EPS“ (Expandiertes Polystyrol) und „weitere Kunststoffe“ unterteilt wurde. Die sächsische Sortierrichtlinie (2014) empfiehlt jedoch Sichtungsanalysen nur an Abfällen mit geringer Durchmischung und geringer Anzahl an Stoffgruppen anzuwenden, um zu tiefgreifende Untergliederungen zu vermeiden, die die Qualität der Ergebnisse weiters beeinflussen würde.

5. Konzeptionierung eines Leitfadens für die Durchführung von Sperrmüllsichtungen

Um eine Vergleichbarkeit durchzuführender Sichtungsanalysen zu gewährleisten, wurde ein Leitfaden auf Grundlage der Leitfäden für Restmüll- und Altpapiersortieranaylsen erstellt (Beigl et al., 2019; Technische Arbeitsgruppe Sortieranaylsen, 2017). Er fasst in 13 Regeln die wesentlichsten, anzuwendenden Vorgaben zusammen, die bei der Planung, Durchführung und Auswertung von Sperrmüllsichtungen zu beachten sind.

5.1 Leitfadenstruktur und Inhalte

1. Zieldefinition

1.1. Untersuchungsziel

Die Untersuchungsziele der Sperrmüll-Sichtungsanalysen sind so konkret wie möglich an den jeweiligen Informationsbedarf (z.B. Monitoring, Altstoffpotential) anzupassen.

Dazu sind Untersuchungsfragen unter Angabe

- der zu untersuchenden Leitfraktion (ggf. Nebenfraktionen),
- der Grundgesamtheit des Untersuchungsgebietes (Art und Menge an Abfällen in definierten räumlichen und zeitlichen Systemgrenzen, z.B. jährliche Sperrmüll-Sammelmenge in einem Bundesland ab Haushalt, Altstoffsammelzentrum und Privatanlieferung an Umladestation),
- der (ggf.) zu vergleichenden Teilgesamtheiten (z.B. nach siedlungsstrukturellen Schichten oder Sammelsystemen)

festzulegen.

Die Untersuchungsfragen bilden den Rahmen für die weitere Planung und Durchführung der Sichtung.

Mögliche Untersuchungsfragen können lauten:

- Wie setzt sich das verbleibende Altstoffpotential von Sperrmüll nach der Vorabtrennung der Fraktionen Altholz, Eisenschrott, EAGs, Kartonagen etc. in einem niederösterreichischen Abfallverband zusammen?
- Wie hoch ist der Fehlwurfanteil (Problemstoffe, EAGs) im Sperrmüll auf den Altstoffsammelzentren, nach Abtrennung verwertbarer Fraktionen in einem niederösterreichischen Abfallverband?

2. Voruntersuchung

2.1. Sozioökonomische Faktoren

Bestehen innerhalb des Untersuchungsgebiets deutliche Unterschiede bezüglich Siedlungs- und Bebauungsdichte, Anzahl der Zweitwohnungsbesitzer und Haushaltsgrößen z.B. im Sinne unterschiedlicher Stadt-Land-Strukturen, ist eine sozioökonomische Unterteilung auf Gemeindeebene (Stadtbezirke) in mindestens drei Klassen durchzuführen.

Die regionale Unterteilung im Sinne eines Stadt-Land-Index bringt Vorteile hinsichtlich der Genauigkeit und Übertragbarkeit der Ergebnisse bzw. Zusatzinformation bezüglich der abfallwirtschaftlichen Infrastruktur. Zur sozio-ökonomischen Schichtung auf Gemeindeebene soll ein bundeseinheitlicher Zuordnungsschlüssel³ unter Verwendung der von Statistik Austria bereitgestellten Indikatoren angewendet werden⁴:

- Siedlungsdichte (Siedlungsraum in Einwohner pro Hektar),
- Anteil der Mehrfamilienhäuser mit mehr als drei Wohnungen an allen Wohngebäuden
- Anzahl der Zweitwohnungsbesitzer
- durchschnittliche Haushaltsgröße lt. Erwerbsstatistik.

Die Vorteile des einheitlichen Zuordnungsschlüssels umfassen:

- starke Korrelation mit abfallwirtschaftlich relevanten Einflussfaktoren (z.B. relative Anzahl an Arbeitsstätten (indirekt relevant für den Anteil des gewerblichen Sperrmülls)
- gute Datenverfügbarkeit über gemeindebezogene Erhebungen der Statistik Austria
- regionale Trennschärfe auf Gemeindeebene (v.a. gegenüber der Aggregation auf Bezirksebene, die in den meisten Fällen mit der Vermischung von unterschiedlichen Strukturen, z.B. der Bezirkshauptstadt und ländlich geprägten Gemeinden, einhergeht),
- regionale Vergleichbarkeit zwischen Bundesländern
- Möglichkeit einer nachvollziehbaren Einteilung in drei, fünf oder eine andere Anzahl an Klassen und hohe Aussagekraft bezüglich spezifischer Sammelmenge.

³ Quelle: Leitfaden für die Planung, Durchführung und Auswertung von Altpapiersortieranaysen

⁴ Wird keine räumliche Schichtung durchgeführt, besteht das Risiko, dass Gemeinden mit ländlicher Struktur überrepräsentiert werden. Auch die Verwendung von unterschiedlichen und nicht nachvollziehbaren Schichtungssätzen erschwert die Aktualisierbarkeit und Vergleichbarkeit, v.a. wenn die Schichtungsansätze auf unterschiedlichen Ebenen (z.B. Gemeinden, Bezirke) aufbauen.

2.2 Abfallwirtschaftliche Faktoren

Wenn der Einfluss von abfallwirtschaftlichen Faktoren, wie z.B. das dominierende Sammelsystem (Hol- oder Bringsystem von Sperrmüll), Öffnungszeiten des Altstoffsammelzentrums, sowie strikte Vorabtrennung stofflich verwertbarer Fraktionen (Kartonagen, Altholz, Alteisen, etc.) auf die Zusammensetzung als signifikant eingeschätzt wird, können die jeweiligen Faktoren zur aufkommensaliquoten Aufteilung der Grundgesamtheit herangezogen werden. Der Nachweis der statistischen Signifikanz ist nicht notwendig.

Es besteht ein Bündel von potenziellen, abfallwirtschaftlichen Faktoren, die Einfluss sowohl auf die Zusammensetzung als auch auf die Menge von Sperrmüll haben. So können Gegenstände/Abfall, die/der nicht der Definition Sperrmüll laut NöAWG entsprechen bei einer Sperrmüll-Hausabholung vom Entsorgungsbetrieb nicht mitgenommen werden, selbiger Abfall über die Entsorgung auf dem ASZ jedoch sehr wohl im Sperrmüll landen. Weiteren Einfluss können Öffnungszeiten der ASZ sowie eine gewissenhafte Vorabtrennung der einzelnen Fraktionen durch das ASZ-Personal haben. ReUse-Aktivitäten und das Weiter- bzw. Wiederverwenden noch intakter Gegenstände können ebenfalls die Zusammensetzung und Menge von Sperrmüll beeinflussen. Schließlich muss auch indirekt die Wirkung der Restabfallbehältergröße sowohl auf die Sperrmüllzusammensetzung als auch auf die Menge berücksichtigt werden.

2.3. Saisonale Einflüsse

Von einem saisonalen Einfluss auf das Abfallaufkommen sollte grundsätzlich auszugehen sein. Somit sollten jahreszeitlich bedingte Abweichungen der Sperrmüllsammelmengen oder -zusammensetzung bei der Untersuchungsplanung berücksichtigt und die Probenahme zu diesen Zeitpunkten vermieden werden. Um auf mögliche Abweichungen bzw. Schwankungen des Sperrmüllaufkommens im Jahresverlauf schließen zu können, würde sich die Betrachtung der monatlichen Mengen einiger ausgewählter Verbände des Untersuchungsgebietes anbieten.

Sperrmüllanalysen sollten jedenfalls in einem Zeitraum mit mittlerem Sperrmüllaufkommen ohne zu erwartender, starker Abweichung der Zusammensetzung (z.B. nach längerer Schließung der ASZs) geplant werden. So sind zumindest zwei Saisonen zu berücksichtigen (idealerweise Sommer und Winter), wobei bei der terminlichen Planung der Sichtungen Zeitfenster mit bekannten für den Jahresverlauf atypischen Schwankungen sowie unvorhersehbaren Ereignissen (z.B. Hochwasser) zu vermeiden sind.

2.4. Schichtung

Eine Schichtung ist eine Unterteilung der heterogenen Grundgesamtheit in homogene Teilgesamtheiten (z.B. Unterteilung des Untersuchungsgebietes in Regionen mit ländlichen und städtischen Strukturen). Dies kann vor allem Vorteile bei der Genauigkeit der Ergebnisse mit sich bringen.

Wenn signifikante Unterschiede nach Faktoren vermutet werden und dies im Rahmen eines Vergleichs überprüft werden soll, kann die erforderliche Probenmasse der zugrundeliegenden Teilgesamtheit abweichend von der aufkommensaliquoten Verteilung erhöht werden.

Es sollten jedoch max. fünf Schichten (je Schichtungskriterium) verwendet werden. Bei der Verwendung von mehr als fünf Schichten, deren Einfluss bezüglich Signifikanz geprüft werden soll, würde sich ein hoher Sichtungsprobenumfang für jede einzelne

Schicht ergeben. Mögliche Schichtungskriterien können Sammelsystemtypen (z.B. Hausabholung, Recyclinghof/Altstoffsammelzentrum, Privatanlieferung Umladestation) sowie sozio-demografische oder ökonomische Aspekte darstellen. Es ist nicht empfehlenswert, mehr als drei Schichtungskriterien zu verwenden, da

- Einflussfaktoren untereinander oft sehr stark korrelieren, was dazu führt, dass der Informationsgewinn im Falle der zusätzlichen Verwendung eines (korrelierten) Einflussfaktors oft gering ist.
- Die Verwendung von mehreren Schichtungskriterien mit jeweils mehreren Schichten eine hohe Anzahl an Untersuchungseinheiten ergibt.

2.5. Unterteilung der Grundgesamtheit

Die räumliche Verteilung der Sammelmenge im Untersuchungsgebiet ist nach Maßgabe der Datengrundlagen so detailliert wie notwendig⁵ darzustellen. Die jährliche Sperrmüllsammelmenge ist je Gemeinden zu erheben und darzustellen.

Die detaillierte Unterteilung der Grundgesamtheit bietet die Grundlage für einen ausgewogenen Probenplan sowie für eine adäquate Hochrechnung der Sperrmüllzusammensetzung. Als Minimalanforderung ist die Schichtung nach Siedlungsstruktur (3 Schichten) durchzuführen. Eine zusätzliche Unterteilung nach Sammelsystem (ASZ-Sammlung, Direktanlieferung Umladestation und Hausabholung) wird empfohlen, um die räumliche Verteilung der Proben zu begünstigen.

Wird die Grundgesamtheit nicht unterteilt, besteht im Rahmen der nachfolgenden Zufallsauswahl von Gemeinden das Problem, dass Proben nicht aufkommensaliquot gezogen werden können. Bestimmte Gemeinden oder Bezirke können dann über oder unterrepräsentiert sein. Ein ausgewogener Probenplan mit Unterteilung nach Schichten, Bezirken und z.B. zwei Saisonen erhöht die Wahrscheinlichkeit für belastbare, hochgerechnete Ergebnisse.

3. Probenahmeplanung

3.1. Zugriffsebene der Probe und Ort der Sichtung

Sowohl bei der Probenahme als auch später bei der Sichtung, ist sicherzustellen, dass die Herkunft des zu analysierenden Sperrmülls nach Gemeinde und Sammelschiene bekannt ist. Im Fall von Städten muss die Herkunft nach dominierender Siedlungsstruktur des Sammelbezirks bekannt sein.

Mögliche Proben zur Analyse sind Container auf den ASZs, Haufen (entleerte Container) auf der Umladestation oder für die Sperrmüll-Hausabholung loser bereitgestellter Sperrmüll. Werden Haufen als Proben herangezogen (z.B. auf der Umladestation), ist die Herkunft zweifelsfrei zu ermitteln. Hierbei gilt es zu beachten, dass keine Vermischung der Probe mit Sammelware anderer Herkunft, bzw. anderen Abfalls (z.B. Restmüll) stattfindet.

⁵ Die Verteilung der Sperrmüll-Sammelmenge ist so detailliert wie notwendig, aber explizit **nicht** wie möglich darzustellen. Es ist nicht ratsam, die Unterteilung der Grundgesamtheit nach einer großen Anzahl an Schichtungskriterien vorzunehmen, da der Mehraufwand für eine allfällige Datenerhebung nicht in Relation zum zusätzlichen Informationsgewinn für die Erstellung eines ausgewogenen Probenplans steht.

Eine Sichtung kann sowohl am Altstoffsammelzentrum als auch an einem externen Ort (z.B. Umladestation) vorgenommen werden. Wird die Sichtung nicht am Altstoffsammelzentrum durchgeführt, so ist darauf zu achten, dass die Proben nicht miteinander vermischt werden.

3.2. Größe der Probe

Die Größe der Probe richtet sich nach der Größe des bereitgestellten Containers, der auf den ASZs üblicherweise ein Volumen von 33 m³ umfasst. Da der Füllstand von Container zu Container variiert, gilt es diesen zu notieren. Container, deren Füllstände weniger als die Hälfte betragen, sollten nicht zur Analyse herangezogen werden.

Wird eine Analyse von Sperrmüllbereitstellungen für die Hausabholung durchgeführt, wird die gesamte bereitgestellte Menge als Probe herangezogen. In diesem Fall ist davon auszugehen, dass die Mengen je Bereitstellung variieren. Es sollte daher das Volumen der gesamten Bereitstellung geschätzt und dokumentiert werden.

3.3. Erforderlicher Probenumfang und Auswahl der Proben

Aufgrund der Tatsache, dass Sperrmüll, anders als Restmüll, in unregelmäßigen Mengen und Zeiten anfällt bzw. von den Bürgern entsorgt wird, kann ein genauer Probenumfang nur schwer bestimmt werden.

Zeitmanagement, Personalaufwand und wirtschaftliche Möglichkeiten spielen eine entscheidende Rolle zur Bestimmung des Probenumfangs für Sichtungen. Somit würde sich eine orientierende Untersuchung anbieten, in der sich der Probenumfang aus diesen Rahmenbedingungen ergibt.

Wird eine Analyse von ASZ-Containern durchgeführt, hat die Zuteilung der Proben nach Gemeinden nach geschichteter Zufallsauswahl zu erfolgen, wobei für jede Gruppe an Gemeinden (entsprechend der Unterteilung gemäß Punkt 2.5.) der Probenanteil dem Anteil an der Grundgesamtheit (i.d.R. jährliche Sperrmüllmenge) entspricht. Die Zufallsauswahl der Gemeinden erfolgt separat für jede saisonale Schicht bzw. Analysedurchgang.

Die Auswahl sowohl der Gemeinden als auch der Sammelrouten hat nach dem Zufallsprinzip zu erfolgen. Die Probenahmeplanung ist vorausschauend auf die Containerentleerung (diese erfolgt i.d.R. auf Abruf) bzw. dem Termin zur Sperrmüllabholung⁶ auszurichten. Informationen diesbezüglich können von den jeweiligen Gemeinden bzw. Verbänden erhoben werden.

⁶ Sperrmüllentsorgung im Holsystem (Hausabholung) wird von Verbänden unterschiedlich gehandhabt. Manche Verbände geben fixe Termine z.B. einmal monatlich bekannt, die meisten Verbände jedoch fordern eine Voranmeldung.

4. Durchführung der Sichtung

4.1. Dokumentation

Dokumentation der Probenahmen anhand von Probenahme- und Sichtungsprotokollen

Im Falle einer ASZ-Sperrmüllanalyse ist zu notieren, ob und inwieweit eine Abtrennung stofflich verwertbarer Altstoffe (Altholz, Kartonagen, Alteisen, etc.) aus dem angelieferten Sperrmüll durch das ASZ-Personal stattfindet und welche Abfälle/Gegenstände in den tatsächlichen Sperrmüllcontainer gelangen.

Im Zweifelsfall gilt bei der Probenahme sowie bei der Sichtung: Proben, die aus Gründen der Arbeitssicherheit oder sonstigen Gegebenheiten nicht gezogen werden können, sind zu verwerfen. Die Probe ist in diesem Fall zu ersetzen. Das Umfeld des Probenahmeortes und die Probenahme sind zu dokumentieren. Der Sichtungskatalog darf um Kategorien unterhalb der Untergruppe 1 erweitert werden.

Die Dokumentation hat folgende Informationen zu enthalten:

- Probennummer
- Gemeinde inkl. Schichtzuordnung
- Datum der Containerabholung (Abfuhrtermin)
- Datum der Sichtung/Fotodokumentation
- Sammelsystem (Holsystem, Bringsystem – Altstoffsammelzentrum)
- Wurde die Untersuchung anhand gemachter Fotos durchgeführt, oder wurde die Zusammensetzung vor Ort bestimmt?
- Im Falle einer Analyse des Containerinhaltes
 - Volumen des Containers
 - Füllgrad (lt. Schätzung)
- Im Falle einer Analyse einer Sperrmüllbereitstellung ab Haus
 - Adresse (Straße/Gasse inkl. Hausnummern)
 - Gesamtvolumen der Bereitstellung (lt. Schätzung)
 - Größe des aufgestellten Restabfallbehälters

Auffällige Abfallarten

Im Zuge der Untersuchung (hauptsächlich auf den ASZs) treten immer wieder auffällige Abfälle auf, die über den Sperrmüll mitentsorgt werden. In diesem Fall gilt es, diese zu notieren, sowie deren Umgang bei der Analyse zu vermerken. Beispiele hierfür sind befüllte Säcke und Big Bags:

- **Befüllte Säcke:** Hier gilt es zunächst die Größe der Säcke zu bestimmen. Würde der Sack in einen ortsüblichen Restabfallbehälter (i.d.R. 240 Liter) passen, so wäre dieser laut Definition Sperrmüll ein Fehlwurf und gehört somit nicht in den Sperrmüll. Um auch den Inhalt zu prüfen, müsste der Sack, sofern möglich, geöffnet werden.
- **Befüllte Big Bags:** Laut Definition des NöAWG können Big Bags korrekterweise über den Sperrmüll entsorgt werden. Allerdings wäre es auch hier von Vorteil, einige Big Bags als Proben zu öffnen und den Inhalt bestimmen zu können, damit eine Zuordnung laut Sichtungskatalog erfolgen kann.

4.2. Fotodokumentation

Werden die Analysen nicht gleich vor Ort durchgeführt (z.B. aus organisatorischen, zeitlichen Gründen), sind für die spätere Auswertung Fotos von den Proben zu

machen. Diese sind, sofern es vor Ort die Gegebenheiten zulassen, in gleichem Winkel und Abstand abzubilden.

Dies kann sich auf den ASZs schwierig gestalten, da unterschiedliche Bauweisen der ASZs unterschiedlich hohe Abwurframpen bedingen. So kann es vorkommen, dass es nicht möglich ist, den gesamten Containerinhalt einer Probe auf ein Foto abzubilden. In diesem Fall könnte eine Leiter Abhilfe schaffen.

Unabhängig davon, ob nun der Containerinhalt am ASZ oder Bereitstellungen analysiert werden, es sollte immer die gesamte Probe bzw. Oberfläche (gesamter Containerinhalt, gesamter Haufen oder gesamte Bereitstellung) auf dem Foto erfasst werden.

5. Ergebnisauswertung

5.1. Bestimmung der Zusammensetzung

Die Bestimmung der Zusammensetzung beruht auf einer visuellen Abschätzung der Oberfläche der Probe.

Die Sichtung erfolgt gemäß dem Sichtungskatalog inkl. Zuordnungsliste:

- Abschätzung der prozentuellen Flächenverteilung je Abfallart (anhand der Fotos)
- Berechnung der spezifischen Massen anhand der dokumentierten Masse (ermittelt über die Brückenwaage) je Container

5.2. Ergebnisauswertung

Die Ergebnisse umfassen die Hochrechnung der Fraktionsteile (Abfallfraktionen) der Grundgesamtheit, die Konfidenzintervalle der geschätzten, mittleren Fraktionsanteile, sowie die Ergebnisse nach Faktoren und ggf. Schichten.

Die Darstellung der Ergebnisse hat wesentlichen Einfluss auf die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Analyseberichte. Ziel ist es, die Vergleichbarkeit durch die Anwendung einheitlicher Berechnungs- und Darstellungsmethoden zu erhöhen und möglichst keinen Platz für Interpretationsspielräume offen zu lassen. Der Berechnungsablauf zur Ergebnisermittlung erfolgt in folgenden Teilschritten:

1. Schritt:
 - Standardisierung der Sichtungsdaten
 - Gewichtung der standardisierten Sichtungsdaten
2. Schritt:
 - Hochrechnung der Fraktionsteile auf die Grundgesamtheit
 - Ermittlung von Fraktionsteilen von Teilgesamtheiten

5.2 Pre-Test

5.2.1 Durchführung des Pre-Tests

Die Voruntersuchung durchläuft für eine bessere Nachvollziehbarkeit folgende Schritte und kann als Erfahrung für weitere Sperrmüllsichtungen angesehen werden:

Untersuchungsziel

Bei der Anlieferung von Sperrmüll an ein Altstoffsammelzentrum in Niederösterreich, wird vom Personal die noch darin enthaltenen Altstoffe wie Eisenschrott, Altholz und Kartonagen abgetrennt. Der restliche Abfall – der eigentliche Sperrmüll – kommt in

einen dafür vorgesehenen Container. Auf Abruf wird der volle Container zu einer zentralen Umladestation gebracht, der Sperrmüll in die Bahn verladen und anschließend in die Müllverbrennungsanlage transportiert.

Daraus ergibt sich das Untersuchungsziel:

- Wie hoch ist das Altstoffpotential von Sperrmüll auch noch nach Vorabtrennung der Altstoffe Metallschrott, Altholz und Kartonagen?

Zur Untersuchung herangezogen wird angelieferter Sperrmüll der Umladestation Klein Schönau aus den Verbänden Gmünd und Zwettl, sowie ergänzend dazu Sperrmüll von je einem Altstoffsammelzentrum des Magistrats St. Pölten Stadt und den Verbänden Krems Land und Gmünd. Aus dem Verband Gmünd wurden die Container zweier Altstoffsammelzentren (Gmünd-Hoheneich und Bad Großpertholz) untersucht.

Sozioökonomische Faktoren

Das Untersuchungsgebiet wurde mithilfe der von Statistik Austria bereitgestellten Indikatoren nach dem Stadt-Land-Index in die Klassen Städtisch – Intermediär – Ländlich eingeteilt.

Tabelle 7: Stadt-Land-Index der in den Gemeinden bzw. Städten befindlichen Umladestationen bzw. ASZs im Untersuchungsgebiet

Schicht	Umladestation (zuliefernde ASZ)	ASZ
Städtisch (1)	-	4
Intermediär (2)	9	20
Ländlich (3)	33	55

Die Bezirke Zwettl und Gmünd besitzen eine überwiegend ländliche Struktur, weshalb laut Stadt-Land-Index auch keine Klasse im städtischen Bereich vorkommt.

Zu beachten ist, dass manche Gemeinden ein gemeinsames Altstoffsammelzentrum führen, wie zum Beispiel der Zusammenschluss der Gemeinden Gmünd und Hoheneich im Verband Gmünd. Aus diesem Grund wird, bezugnehmend auf die Bevölkerungsstruktur, das Augenmerk nicht auf Gemeinden, sondern auf Altstoffsammelzentren gerichtet.

Am Beispiel der Tabelle 7 soll das bedeuten, dass bei den Analysen der Umladestation neun ASZs in einer intermediären und 33 ASZs in einer ländlichen Region liegen und keines in einem städtischen Bereich.

Abfallwirtschaftliche Faktoren

Es besteht ein Bündel abfallwirtschaftlicher Faktoren, die vor allem für die Organisation und Planung für eine Sichtung zu berücksichtigen sind.

So sind Öffnungszeiten der Altstoffsammelzentren ein wesentlicher Punkt für die Besucherfrequenz und somit auch für die Durchführung der Sichtung. Zu beachten sei jedoch, dass gleich zu Beginn der Öffnung die Container in der Regel noch leer sind. Um einen vollen Container analysieren zu können wäre ein späterer Besuch im Öffnungszeitenraum sinnvoll, oder es wird ein nachträglicher Termin, allerdings vor der

Containerabholung mit dem ASZ-Leiter bzw. dem jeweiligen Verband organisiert. Weiters können Informationen bzgl. Vorabtrennung von Altstoffen durch das Personal (Altholz, Hartkunststoffe, Kartonagen, etc.), sowie Re-Use Aktivitäten für eine erste Einschätzung der Zusammensetzung hilfreich sein.

Im Zuge der Voruntersuchung wurde ersichtlich, dass vor allem die Hartkunststoffsammlung⁷ für die Zusammensetzung von Sperrmüll einen nicht unwesentlichen Faktor spielt.

Da die Umladestation werktags üblicherweise geöffnet ist, spielen Öffnungszeiten eine untergeordnete Rolle. Es sei jedoch angemerkt, dass neben Sperrmüll von den Altstoffsammelzentren auch Sperrmüll aus dem privaten und gewerblichen Bereich angeliefert wird.

Saisonale Einflüsse

Die Voruntersuchung wurde aus zeitlichen Gründen, wie aus Tabelle 8 ersichtlich, nur im Herbst/Winter 2019 durchgeführt.

Tabelle 8: Analysetage der Voruntersuchung auf der Umladestation und den Altstoffsammelzentren.

	Umladest.	Altstoffsammelzentrum			
		St. Pölten	G-H	WSZ Mitte	BGP
Analysetag	2.10.2019- 7.1.2019	17.10.2019	8.12.2019	27.11.2019	3.11.2019

Schichtung

Das Untersuchungsgebiet wurde laut Stadt-Land-Index in drei sozioökonomische Klassen unterteilt (siehe Tabelle 7).

⁷ Die Hartkunststoffsammlung wird hauptsächlich in Städten (St. Pölten Stadt) und in deren Umfeld praktiziert. In ländlichen Gebieten (z.B. Bezirk Zwettl und Gmünd) ist aus wirtschaftlichen Gründen keine derartige Vorabtrennung vorhanden.

Unterteilung der Grundgesamtheit

Auf Basis der Unterteilung nach Faktoren verteilt sich die Untersuchung der Umladestation auf zwei Untersuchungseinheiten und die Untersuchung der Altstoffsammelzentren auf 3 Untersuchungseinheiten.

Tabelle 9: Anzahl der Altstoffsammelzentren inklusive Schichtzuordnung der Bezirke Zwettl und Gmünd, sowie der Mengen im Jahr 2018, die an die Umladestation Klein Schönau liefern.

Schicht	Umladestation	
	zuliefernde ASZ	Menge in Tonnen
Städtisch	-	-
Intermediär	9	1496,8
Ländlich	33	2009,6

In Tabelle 9 ist ersichtlich, dass Sperrmüll aus insgesamt neun intermediären und 33 ländlichen Gemeinden der Verbände Gmünd und Zwettl an die Umladestation Klein Schönau im Jahr 2018 gelangt sind. Eine städtische Gemeinde ist in dieser Region nicht vorhanden.

Tabelle 10: Altstoffsammelzentren inklusive Schichtzuordnung und Sperrmüllmengen von 2018 der Stadt St. Pölten und Bezirke Krems Land und Gmünd

Schicht	Altstoffsammelzentrum					
	Magistrat St. Pölten		Verband Krems		Verband Gmünd	
	Anzahl ASZ	Menge in Tonnen	Anzahl ASZ	Menge in Tonnen	Anzahl ASZ	Menge in Tonnen
Städtisch	4	2326	-	-	-	-
Intermediär	-	-	8	869	6	1011
Ländlich	-	-	12	1087	10	618

Aus Tabelle 10 geht hervor, dass St. Pölten Stadt ausschließlich einer städtischen Schicht zugeordnet wird, hingegen die Verbände Krems und Gmünd aus intermediären und ländlichen Regionen bestehen.

Zugriffsebene der Proben

- Umladestation

Auf der Umladestation erfolgt die Anlieferung der Sperrmüllcontainer, wie Abbildung 4 zeigt, von den Altstoffsammelzentren über eine Brückenwaage, wo die Daten der

Herkunft und das Gewicht der Ladung aufgenommen werden. Anschließend wird der Containerinhalt in eine Presse entleert, über die der Sperrmüll (zusammen mit Restmüll) in Waggonen verpresst wird.



Abbildung 4: Umladestation Klein Schönau (Florian Koppensteiner)

Vor der Entleerung wurde vom erhöhten Bedienerstand der Presse, der Füllstand im Container bestimmt und dokumentiert. Als Zugriffsebene für die Probe diente somit der Input in die Presse, wie in Abbildung 5 ersichtlich, vor der Waggonverladung.

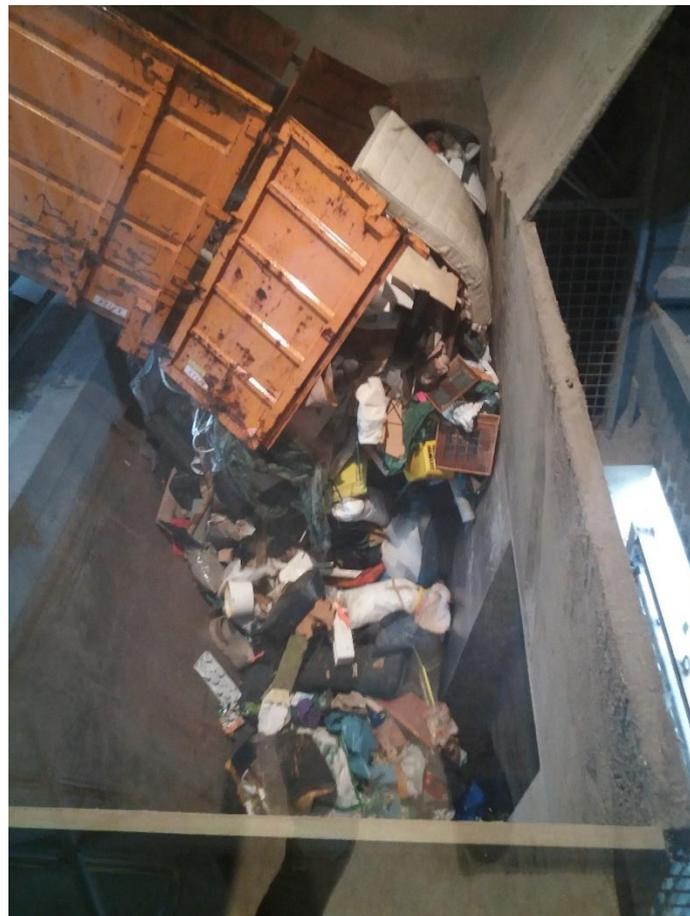


Abbildung 5: Blick auf die Presse des Bedienerstands (Florian Koppensteiner)

- Altstoffsammelzentrum

Die Anlieferung des Abfalls der Bürger erfolgt in den ASZ in einem Einbahnsystem, wo nacheinander die unterschiedlichen Abfälle (Problemstoffe, Bauschutt, EAG, Sperrmüll, Altholz, etc.) vom Personal übernommen und in die Großteils überdachten Container gesplittet werden.



Abbildung 6: Altstoffsammelzentrum mit überdachten Containern am Beispiel Krems Land - WSZ Mitte mit Blick von unten (Florian Koppensteiner)



Abbildung 7: Altstoffsammelzentrum mit überdachten Containern am Beispiel Krems Land - WSZ Mitte mit Blick auf die Abwurframpe (Florian Koppensteiner)

Abbildungen 6 und 7 zeigen ein Altstoffsammelzentrum in Krems Land und WSZ Mitte. Da die Container auf den Altstoffsammelzentren gut zugänglich waren, wurde als Zugriffsebene der aufgestellte Sperrmüllcontainer gewählt, mit Blick von oben auf den

Containerinhalt. Wie bereits zuvor erwähnt wurde die Sichtung nicht vor Ort, sondern anhand der aufgenommenen Fotos in einem Büro durchgeführt.

Größe der Probe

Die Größe der Probe hat sich nach der Größe der aufgestellten Container gerichtet. Diese hatten sowohl auf der Umladestation als auch auf den ASZs ein Fassungsvermögen von ca. 33 m³. Da das Gewicht der Container auf den Altstoffsammelzentren nicht bekannt ist, war nicht die Masse maßgebend, sondern das Volumen. Hatte ein Container nicht den Mindestfüllstand von 50 %, wurde dieser nicht für die Sichtung verwendet.

Erforderlicher Probenumfang sowie Auswahl der Proben

- Umladestation

Der Probenumfang wurde für den Pre-Test aufgrund personeller und auch zeitlicher Einschränkungen festgelegt. Es wurde somit nur eine orientierte Untersuchung durchgeführt, um die Anwendbarkeit des Leitfadens zu testen. Somit wurden ca. 2,5% der intermediären und ca. 4,1% der ländlichen Schicht der Sperrmülljahresmengen von 2018 im Einzugsgebiet der Umladestation (Untersuchungsgebiet) untersucht (siehe Tabelle 11).

Tabelle 11: Anteil der analysierten Menge an der Sperrmülljahresmenge 2018 des Untersuchungsgebietes auf der Umladestation.

Schicht	Analysierte Menge in Tonnen	Sperrmüllmenge 2018 in Tonnen	Anteil in %
Intermediär	37,7	1496,8	2,5
Ländlich	82,9	2009,6	4,1
Summe	120,6	3506,4	3,4

Als Proben herangezogen wurden diejenigen Container, die im Untersuchungszeitraum an die Umladestation geliefert wurden. Insgesamt machte der Probenumfang für die intermediäre Schicht 16 und für die ländliche Schicht 34 Container aus.

- Altstoffsammelzentrum

Ergänzend zur Analyse auf der Umladestation wurden noch der Inhalt von Sperrmüllcontainern von Altstoffsammelzentren vom Magistrat St.Pölten und den Verbänden Krems Land und Gmünd untersucht, wobei jeweils ein ASZ pro Schicht vertreten ist, wie in Tabelle 10 aufgelistet.

Tabelle 12: Zur Analyse herangezogene Altstoffsammelzentren.

	Magistrat St.Pölten	Verband Krems	Verband Gmünd	
	ASZ 1	WSZ Mitte	ASZ Gmünd- Hoheneich	ASZ Bad Großpertholz
Schicht	1	3	2	3
Besuchstag	17.10.2019	27.11.2019	08.12.2019	3.11.2019
Anzahl Container	2	1	1	1

Das ASZ Gmünd-Hoheneich und Bad Großpertholz gehören zum selben Verband.

Sowohl auf dem ASZ in St.Pölten als auch Gmünd-Hoheneich und WSZ Krems Mitte standen jeweils zwei Sperrmüllcontainer bereit, zum Analysezeitpunkt waren jedoch nur in St.Pölten die beiden Container voll. Zur Analyse herangezogen wurden nur die vollen Container.

Dokumentation

Für eine geordnete und strukturierte Organisation der Analyse (Auswertung der Fotos) sollten einige zusätzliche Informationen erhoben und dokumentiert werden:

Die Analysen wurden nicht vor Ort, sondern anhand der gemachten Fotos in einem Büro durchgeführt.

- Umladestation

Auf jeglichen Altstoffsammelzentren, deren Sperrmüllcontainer auf die Umladestation gebracht werden, stehen zur Sortierung der angelieferten sperrigen Abfälle Altholz-, Alteisen- und Sperrmüllcontainer bereit. Eine zusätzliche Hartkunststoffabtrennung ist im Verband Zwettl und Gmünd nicht vorgesehen.

Für die Auswertung und der späteren Nachvollziehbarkeit wurden noch die Daten (Herkunft, Datum, Größe, Masse des Inhaltes und Füllstand) der angelieferten Container aufgezeichnet.

- Altstoffsammelzentrum

Wichtig zu notierende Informationen, sind wie auch bei der Umladestation, Daten bzgl. Standort der ASZs, Besuchsdatum, Größe der Container und Füllstand. Die Masse des Inhaltes kann auf den Altstoffsammelzentren nicht bestimmt werden, da keine Brückenwaagen und auch keine Hakenlift-LKW (zur Manipulation der Container) vorhanden waren.

Zusätzlich notierte Informationen:

Auf allen zur Untersuchung herangezogenen Altstoffsammelzentren standen Altholz-, Alteisen- und Sperrmüllcontainer zur Trennung der angelieferten sperrigen Abfälle bereit. Auf dem ASZ 1 (St. Pölten Stadt) sowie WSZ Mitte (Krems Land) erfolgte noch zusätzlich eine Abtrennung von Hartkunststoffen wie Kübel, Fässer, Spielzeug, etc..

Weiters besteht bei allen ASZs noch eine Abgabemöglichkeit für Kartonagen, Elektroaltgeräte, Altreifen, Verpackungsstyropor, Problemstoffe, Speisefett und Strauchschnitt.

Fotodokumentation

Auf der Umladestation dienten, wie bereits erwähnt, die entleerten Container, sprich die Chargen als Input in der Presse als Probe. Die Fotos konnten stets in ähnlichem Winkel und Abstand gemacht werden, da die Positionierung jedes Mal von oben auf das Sammelgut eingehalten werden konnte.

Auf den Altstoffsammelzentren wurde der Containerinhalt für weitere Untersuchungen fotografiert, wie auf Abbildung 8 zu sehen. Allerdings gestaltete sich diese Vorgehensweise auf einigen Altstoffsammelzentren schwierig. Unterschiedliche Bauweisen der ASZs, wie es Abbildung 9 zeigt, hatten oft einen zu geringen Abstand von Abwurframpe und Container zur Folge.



Abbildung 8: Hohe Abwurframpe mit gutem Blick auf Containerinhalt – ASZ Bad Großpertholz (Florian Koppensteiner)



Abbildung 9: Abwurframpe in gleicher Ebene mit Containeroberkante – ASZ 1/St.Pölten (Florian Koppensteiner)

Bedingt durch diese Gegebenheit war eine Fotodokumentation des Containerinhaltes oft nur mit Panoramafunktion der Kamera möglich, wodurch ein ähnlicher Winkel, so wie im Leitfaden vorgesehen, bisweilen nicht eingehalten werden konnte.

In den meisten Fällen könnte hier eine Leiter das Problem erleichtern.

Auffällige Abfallarten

Im Zuge der Sichtung waren sehr viele befüllte Säcke und Big Bags auffällig, mit denen folgendermaßen vorgegangen wurde:

Befüllte Säcke: Zur Bestimmung des Inhaltes, wurden probeweiser einige dieser Säcke geöffnet, wobei festgestellt wurde, dass der Inhalt aus vielen Kleinteilen, Kunststoffen und Textilien bestand. Aufgrund der Größe dieser Säcke (jedoch ungeachtet des Inhalts), die sowohl in 240 l als auch in 120 l Restabfallbehälter passen, wurden diese in Absprache mit den Verbänden und dem Leiter der Umladestation als Restabfall eingestuft.

Befüllte Big Bags: Laut dem NöAWG können definitionsgemäß zwar leere und kaputte Big Bags über den Sperrmüll entsorgt werden, allerdings waren einige dieser Bags befüllt. Um auch hier den Inhalt bestimmen zu können, wurde einer geöffnet, wobei der Inhalt ähnlich wie bei den Säcken größtenteils aus Kleinteilen bestand, die ebenfalls dem Restabfall zugeordnet werden können. Auch von Seiten der Umladestation wurde bestätigt, dass erfahrungsgemäß die Big Bags überwiegend mit Restabfall befüllt sind. Da jedoch nicht jeder Big Bag geöffnet wurde, wurde ein befüllter Big Bag als undefinierbarer Rest gemäß Sichtungskatalog eingestuft.

Bestimmung der Zusammensetzung

Die Bestimmung der Zusammensetzung erfolgte anhand der persönlichen visuellen Einschätzung der Oberfläche der Probe.

Hierfür wurde die Probe zuerst im Überblick betrachtet und eine grobe Einteilung gemacht:

- Welche Fraktion/Abfallart kommt häufig vor?

- Wie setzt sich die Probe in deren Struktur zusammen? (Grob- und Kleinteil-Anteil)
- Sind auffällige Abfallarten vorhanden, die womöglich schwer zu klassifizieren sind?

Grundsätzlich wurde eine materielle Zusammensetzung der Sperrmüllcontainer-Inhalte gemäß der Fraktioneneinteilung des Sichtungskataloges (siehe Anhang 2) nach Kunststoff-, Holz-, Metallanteil, etc. in Prozent geschätzt. Ausgehend von einer ersten groben Einteilung, wurde die mengenmäßig größte vorkommende Fraktion bestimmt und in Oberflächen-Prozent geschätzt. Dies war bei den meisten Proben die Fraktion Kunststoff. Anschließend wurden schrittweise die weiteren Fraktionen abgeschätzt. Zu beachten sei, dass die Schätzungen der Fraktionen pro Probe in Summe immer 100% ergeben sollen.

Gleich zu Beginn der Analysen war ein zum Teil starker Restmüllanteil (RM-Anteil) in den Containern aufgefallen, wodurch auch dieser mitbestimmt wurde. Er wurde jedoch zusätzlich zu der materiellen Zusammensetzung bestimmt. Das heißt, dass zunächst die materielle Zusammensetzung des Container-Inhaltes bestimmt wurde und in einem nächsten Schritt der RM-Anteil des gesamten Container-Inhaltes abgeschätzt wurde. In diesen RM-Anteil wurden alle Materialien/Fraktionen einbezogen, die nicht der Definition „Sperrmüll“ gemäß NÖAWG entsprechen, und sonst keine Altstoffe sind. In Absprache mit den Verbänden ist hierfür jeglicher Abfall zu werten, der augenscheinlich weder Altstoff ist, noch in den vor Ort aufgestellten Restabfallbehälter (120 Liter oder 240 Liter) passt.

Abbildung 10 zeigt ein Beispiel zur Restmüllbestimmung, wobei auf diesem Bild nicht der gesamte Restmüllanteil gekennzeichnet wurde, sondern nur zur Visualisierung einige Abfälle markiert wurden, die in die Restmüllfraktion (alle umrahmten Abfälle) fallen.



Abbildung 10: Bestimmung des Restmüllanteiles einer Probe der Umladestation (Florian Koppensteiner)

Die blaue Markierung hebt den Inhalt eines geöffneten Big Bags hervor, der aus vielen Kleinteilen, überwiegend aus Kunststoff, besteht. Weiters sind in dieser Probe viele Müllsäcke auffällig, deren Inhalt (rote Markierung) ausschließlich aus Kleinteilen besteht. Die grüne Markierung deutet auf lose, im Sperrmüll befindliche Kleinteile hin, die ebenfalls eindeutig dem Restmüll zuzuordnen sind.

Ergebnisauswertung

Insgesamt wurden sowohl bei den Proben der Umladestation als auch der Altstoffsammelzentren zwei Sichtungsdurchgänge durchgeführt, aus denen für weitere Berechnungen der Mittelwert gezogen wurde.

- Umladestation

Anhand der prozentuellen Zusammensetzung und der gewogenen Containerinhalte wurden die Massenanteile in kg berechnet, wie in Tabelle 13 ersichtlich.

Tabelle 13: Geschätzte probenbezogene Sperrmüllzusammensetzung der Umladestation

Fraktion Schicht	Masse-kg		Masse-%	
	2	3	2	3
Kunststoff	15.974	40.096	42	48
Metalle	2.482	4.249	7	5
Textil	3.236	5.934	9	7
Verbund	6.891	9.707	18	12
Papier/Karton	4.299	9.168	11	11
Holz	2.888	10.707	8	13
Problemstoff	382	0	1	0
Undef. Rest	1.529	3.040	4	4
Summe	37.680	82.900	100	100
Restmüllanteil	14.082	36.175	37	44

Aufgrund unterschiedlicher gesichteter Sperrmüllmengen ist es in einem ersten Berechnungsschritt erforderlich, die unterschiedlichen Mengen zu standardisieren. Dieser Schritt erfolgt unter Konstanthaltung der mengenbezogenen Relativwerte (Masse-% und Vol-%) auf einem einheitlichen, standardisierten Gewichtsniveau von 1000 kg. Als Datenbasis dienen die probenbezogenen Sichtungsdaten aus Tabelle 13.

Tabelle 14: Standardisierte probenbezogene Zusammensetzung der Umladestation

Fraktion Schicht	Masse-kg		Masse-%	
	2	3	2	3
Kunststoff	423,9	483,7	42,4	48,8
Metalle	65,9	51,2	6,6	5,1
Textil	85,9	71,6	8,6	7,2
Verbund	182,9	117,1	18,3	11,7
Papier/Karton	114,1	110,6	11,4	11,1
Holz	76,6	129,2	7,7	12,9
Problemstoff	10,1	0,0	1,0	0,0
Undef. Rest	40,6	36,7	4,1	3,7
Summe	1000,0	1000,0	100,0	100,0
Restmüllanteil	373,7	436,4	37,4	43,6

Als nächstes erfolgt die Gewichtung der standardisierten probenbezogenen Sichtungsdaten, mit Bezug auf die einzelnen Sichtungsfraktionen und angelieferten ASZ-Container. Die erforderlichen Gewichtungsfaktoren (Gew.-Faktor), ersichtlich in der Tabelle 14, ergeben sich aus den Bevölkerungsanzahl (Bevölkerunganteile) der einzelnen Gemeinden an der Gesamtbevölkerung der Untersuchungsregion.

Tabelle 15: Bevölkerungsbezogene Gewichtungsfaktoren der untersuchten einzelnen ASZ-Container
(Statistik Austria, 2020)

Verband	ASZ	Schicht	Bevölkerungsanteil zum 01.01.2019		
			Bevölkerung	%	Gew.-Faktor
Gmünd	Gmünd-Hoheneich	2	6.785	8,59	0,0859
Gmünd	Heidenreichstein	2	3.942	4,99	0,0499
Gmünd	Litschau	2	2.252	2,85	0,0285
Gmünd	Schrems	2	5.398	6,83	0,0683
Gmünd	Weitra-U-A	2	3.657	4,63	0,0463
Zwettl	Allentsteig	2	1.808	2,29	0,0229
Zwettl	Ottenschlag	2	992	1,26	0,0126
Zwettl	Zwettl Stadt	2	10.885	13,78	0,1378
Gmünd	Amaliendorf	3	1.102	1,40	0,0140
Gmünd	Brand-Nagelberg	3	1.526	1,93	0,0193
Gmünd	Großdietmanns	3	2.193	2,78	0,0278
Gmünd	Bad Großpertholz	3	1.318	1,67	0,0167
Gmünd	Großschönau	3	1.212	1,53	0,0153
Gmünd	Hirschbach	3	576	0,73	0,0073
Gmünd	Reingers	3	623	0,79	0,0079
Gmünd	St. Martin	3	1.111	1,41	0,0141
Zwettl	Groß Gerungs	3	4.475	5,66	0,0566
Zwettl	Großgöttfritz	3	1.378	1,74	0,0174
Zwettl	Kirchschlag	3	618	0,78	0,0078
Zwettl	Martinsberg	3	1.094	1,38	0,0138
Zwettl	Altmelon	3	849	1,07	0,0107
Zwettl	Rappottenstein	3	1.718	2,17	0,0217
Zwettl	Schönbach	3	783	0,99	0,0099
Zwettl	Schwarzenau	3	1.505	1,91	0,0191
Zwettl	Schweiggers	3	2.000	2,53	0,0253
Zwettl	Waldhausen	3	1.209	1,53	0,0153
Summe			78.995	100,00	1,0000

Das Gesamtbevölkerungsaufkommen des Untersuchungsgebietes beträgt 78.995, in Tabelle 15 sind jedoch nur die ASZs angeführt, die als Proben zur Untersuchung dienten (vollständige Tabelle siehe Anhang 4).

Unter Anwendung der nachfolgenden Formel ergibt sich die gewichtete, standardisierte Sperrmüllzusammensetzung, ersichtlich in Tabelle 16.

$$Fraktion\ i = \sum_{i=1}^{26} stand\ Xi * Gew.\ Faktor\ i$$

Legende:

Fraktion i Sperrmüllfraktion i

Σ stand Xi Summe der standardisierten Sperrmüllfraktion i aller Sichtungen

Gew.Faktor i Gewichtungsfaktor des ASZ-Einzugsgebietes i

Tabelle 16: Gewichtete standardisierte Sperrmüllzusammensetzung der Umladestation

Fraktion Schicht	Masse-kg		Masse-%	
	2	3	2	3
Kunststoff	401,1	489,5	40,1	49,0
Metall	54,1	58,9	5,4	5,9
Textil	88,1	69,3	8,8	6,9
Verbund	210,2	106,4	21,0	10,6
Papier/Karton	86,2	105,0	8,6	10,5
Holz	110,9	136,2	11,1	13,6
Problemstoff	14,5	0,0	1,5	0,0
Undef. Rest	35,0	34,8	3,5	3,5
Summe	1000,0	1000,0	100,0	100,0
RM-Anteil	331,5	425,3	33,2	42,5

- Altstoffsammelzentrum

Aufgrund zu wenig durchgeführter Untersuchungen für aussagekräftige Ergebnisse, sowie der fehlenden Masseangaben der Containerinhalte⁸, wurde hier aus den beiden

⁸ Im Gegensatz zur Umladestation, wo die angelieferten Container über eine Brückenwaage verwogen werden, ist es auf den Altstoffsammelzentren aufgrund fehlender Brückenwaage nicht möglich, das Gewicht des Containerinhaltes zu bestimmen.

Schätzdurchgängen nur die mittlere Zusammensetzung in Masse-% bestimmt und auf tiefere Berechnungen verzichtet.

5.3 Ergebnisse der Voruntersuchung

Die nachfolgenden Kapitel stellen die Ergebnisse der Voruntersuchung nach Umladestation und Altstoffsammelzentrum getrennt dar. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass diese Ergebnisse einfache Hochrechnungen sind und es sich um keine gemessenen Werte handelt.

5.3.1 Umladestation

Im Jahr 2019 wurden 3821,8 Tonnen Sperrmüll von den Verbänden Gmünd und Zwettl an die Umladestation Klein Schönau geliefert. Dies entspricht ca. 48 kg pro Einwohner und Jahr.

Im Analysezeitraum wurden 120,6 Tonnen untersucht, das entspricht 3,16 % des Sperrmülljahresaufkommens (3821,6 Tonnen) des Untersuchungsgebietes. In folgender Abbildung ist dargestellt, wie sich die insgesamt 50 Proben visuell zusammengesetzt haben, und zwar nach Fraktionen und sozioökonomischer Schicht.

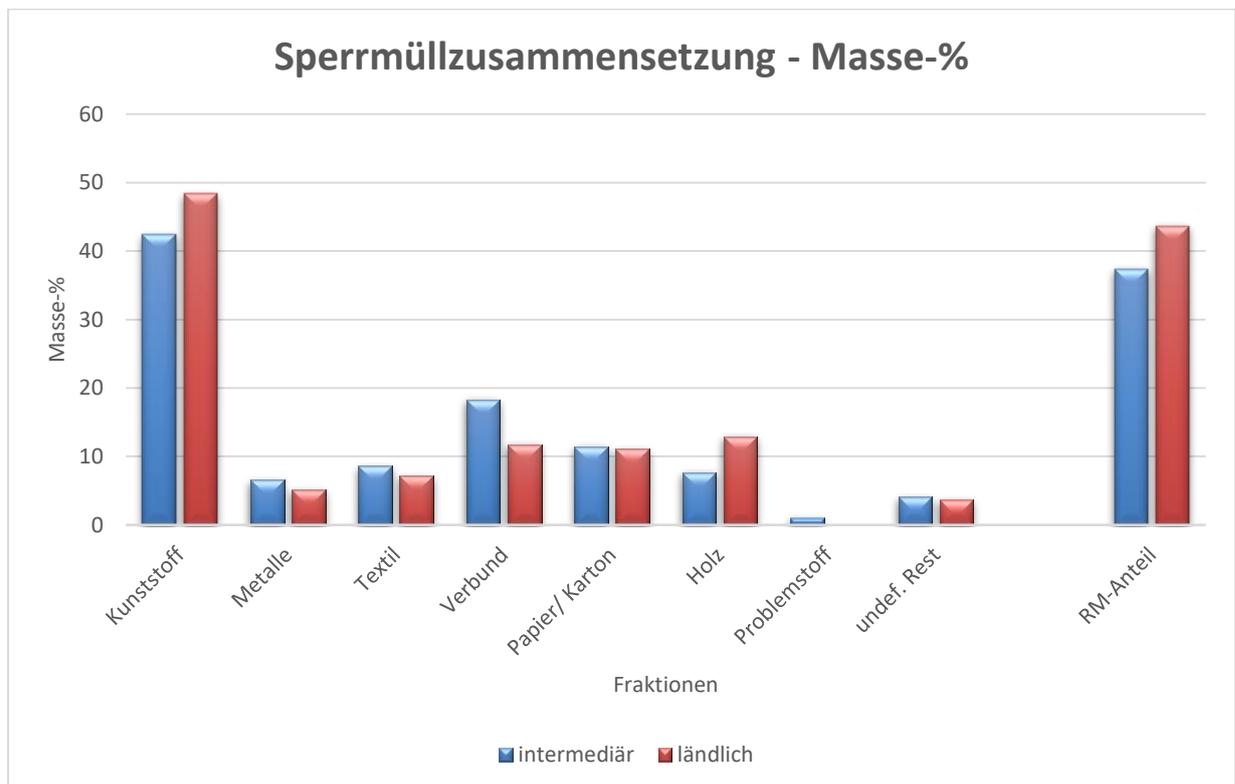


Abbildung 11: Visuell abgeschätzte probenbezogene Sperrmüllzusammensetzung der Umladestation in Masse-%

Diese Abbildung verdeutlicht, dass Kunststoff sowohl in Schicht 2 als auch in Schicht 3 den Hauptanteil ausmacht. Ebenfalls fällt der erhebliche Restmüllanteil (RM-Anteil) auf, der in beiden Schichten ca. 40% des Sperrmülls, der in der Abbildung auf 100% normiert wurde, ausmacht.

In nachfolgender Abbildung 12 sind die Schüttgewichte der Proben der Umladestation, unterteilt in die intermediäre und ländliche Schicht, dargestellt. Die intermediäre Schicht hatte mit einer geringeren Probenanzahl neben einer größeren Streuung,

welche von 85 bis 131,5 kg/m³ reicht, auch die niedrigste und höchste Schüttdichte aufzuweisen. Die Schüttdichten der ländlichen Schicht reichen von 96 bis 120 kg/m³.

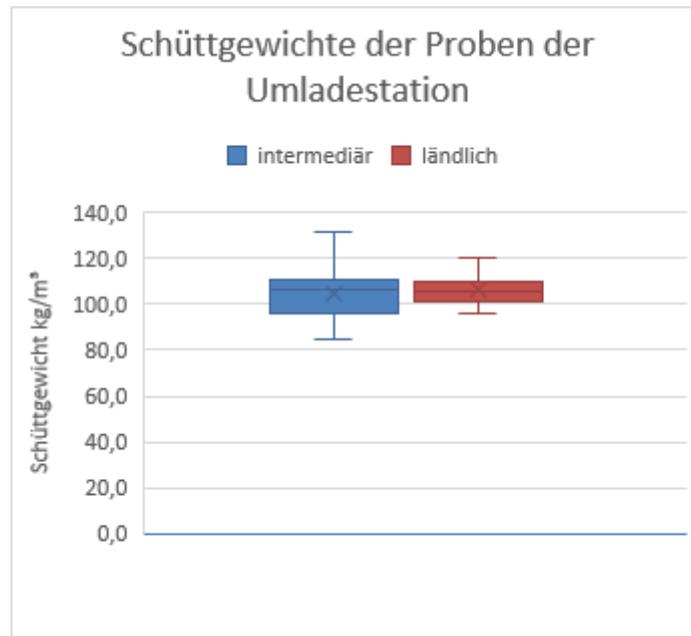


Abbildung 12: Schüttgewichte der Proben der Umladestation der intermediären und ländlichen Schicht in kg/m³

5.3.2 Ergebnisse auf Teilgesamtheiten der Verbände hochgerechnet:

Die folgenden Tabellen zeigen die Zusammensetzung des Sperrmülls, hochgerechnet auf die intermediäre (Tabelle 17) und ländliche (Tabelle 18) Schicht der hier zusammengefassten Verbände Gmünd und Zwettl.

Tabelle 17: Hochgerechnete Sperrmüllzusammensetzung der Verbände – intermediäre Schicht, 2019

Fraktion	Masse		
	kg/a	kg/E.a	Masse-%
Kunststoff	549.304,4	15,1	40,1
Metall	74.132,1	2,0	5,4
Textil	120.652,8	3,3	8,8
Verbund	287.895,0	8,0	21,0
Papier/Karton	117.988,8	3,2	8,6
Holz	151.852,4	4,2	11,1
Problemstoff	19.891,1	0,6	1,5
Undef. Rest	47.889,4	1,3	3,5
Summe	1.369.606,0	37,6	100,0
RM-Anteil	454.002,7	12,5	33,2

Bei einem Jahressperrmüllaufkommen von 1.369,6 Tonnen im Jahr 2019 entfällt auf „Kunststoff“, mit dem größten Anteil, 40,1 Masse-% bzw. 549,3 Tonnen pro Jahr gefolgt von „Verbundstoffen“ (Matratzen, Sofas) mit 21 Masse-% bzw. 287,9 Tonnen pro Jahr. Altstoffe (Metall, Papier/Karton, Holz) machen mit insgesamt 27,1 Masse-% des Aufkommens einen nicht unwesentlichen Anteil aus. Den geringsten Anteil weist die Fraktion „Problemstoff“ mit 1,5 Masse-% bzw. 47,9 Tonnen pro Jahr auf.

Tabelle 18: Geschätzte Sperrmüllzusammensetzung der Verbände – ländliche Schicht, 2019

Fraktion	Masse		
	kg/a	kg/E.a	Masse-%
Kunststoff	1.200.349,0	28,2	49,0
Metall	144.394,0	3,4	5,9
Textil	169.800,6	4,0	6,9
Verbund	260.924,9	6,1	10,6
Papier/Karton	257.462,1	6,0	10,5
Holz	333.974,4	7,8	13,6
Problemstoff	0,0	0,0	0,0
Undef. Rest	85.244,9	2,0	3,5
Summe	2.452.150,0	57,6	100,0
RM-Anteil	1.042.843,6	24,5	42,5

Die ländliche Schicht hatte im Jahr 2019 ein Gesamtaufkommen von 2.452,2 Tonnen, wovon ca. die Hälfte mit 1.200,3 Tonnen auf „Kunststoff“ entfällt, gefolgt von Holz mit 334 Tonnen (13,6 Masse-%) und „Verbundstoffe“ mit 261 Tonnen (10,6 Masse-%) pro Jahr. Die Altstoffe „Metall“, „Papier/Karton“ und „Holz“ machen mit einer Gesamtmasse von 735,9 Tonnen ca. 1/3 des Jahresaufkommens aus.

In Abbildung 13 wird die Zusammensetzung in Masse-% der beiden Schichten gegenübergestellt.

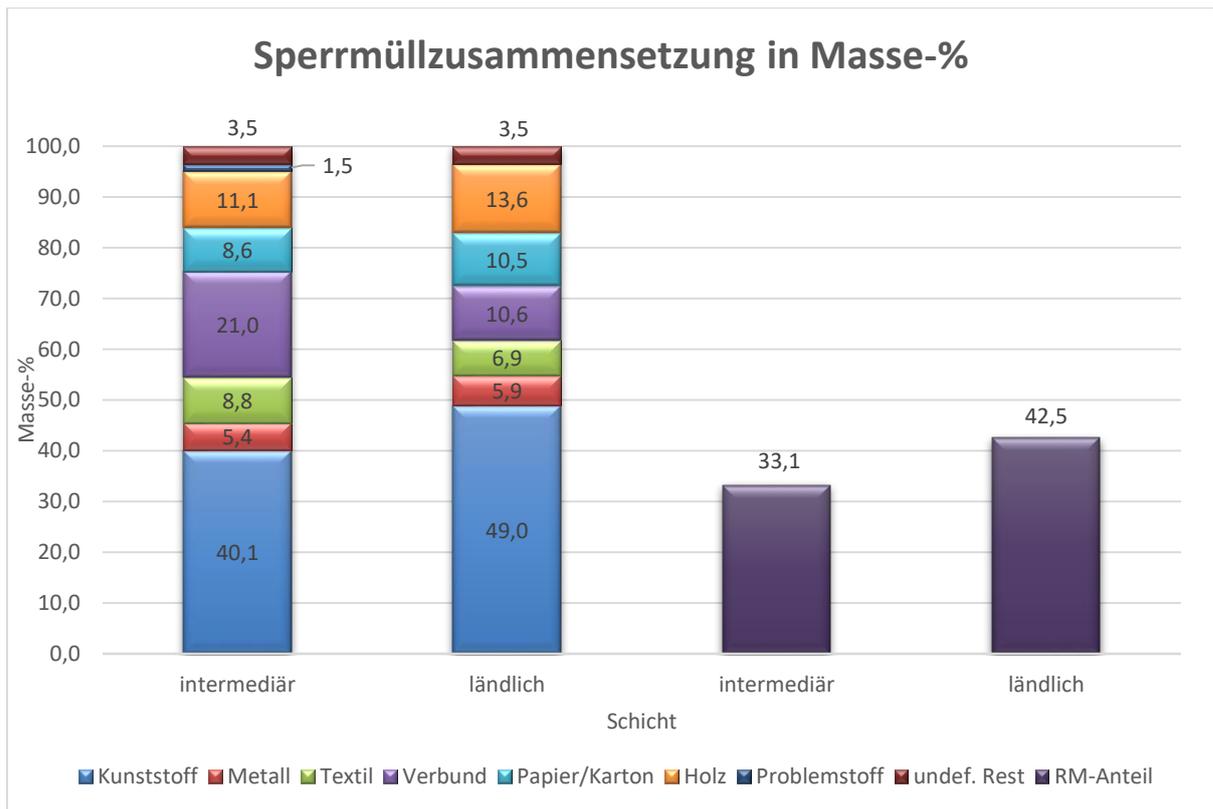


Abbildung 13: Sperrmüllzusammensetzung der Umladestation nach sozioökonomischen Schichten, in Masse-%

Zwischen den Schichten sind vor allem bei den Fraktionen „Kunststoff“ und „Verbund“ die stärksten Unterschiede in der Zusammensetzung erkennbar. Auch der Anteil an Restmüll⁹ ist in der intermediären Schicht geringer als in der ländlichen Schicht.

Abbildung 14 stellt die Zusammensetzung von Sperrmüll nach Kilogramm pro Einwohner und Jahr, aufgeteilt nach Schichten dar.

⁹ Der Restmüllanteil ist so zu verstehen, dass neben der materiellen Bestimmung der Zusammensetzung des Sperrmüllcontainer-Inhaltes noch zusätzlich der RM-Anteil des Container-Inhaltes bestimmt wurde.

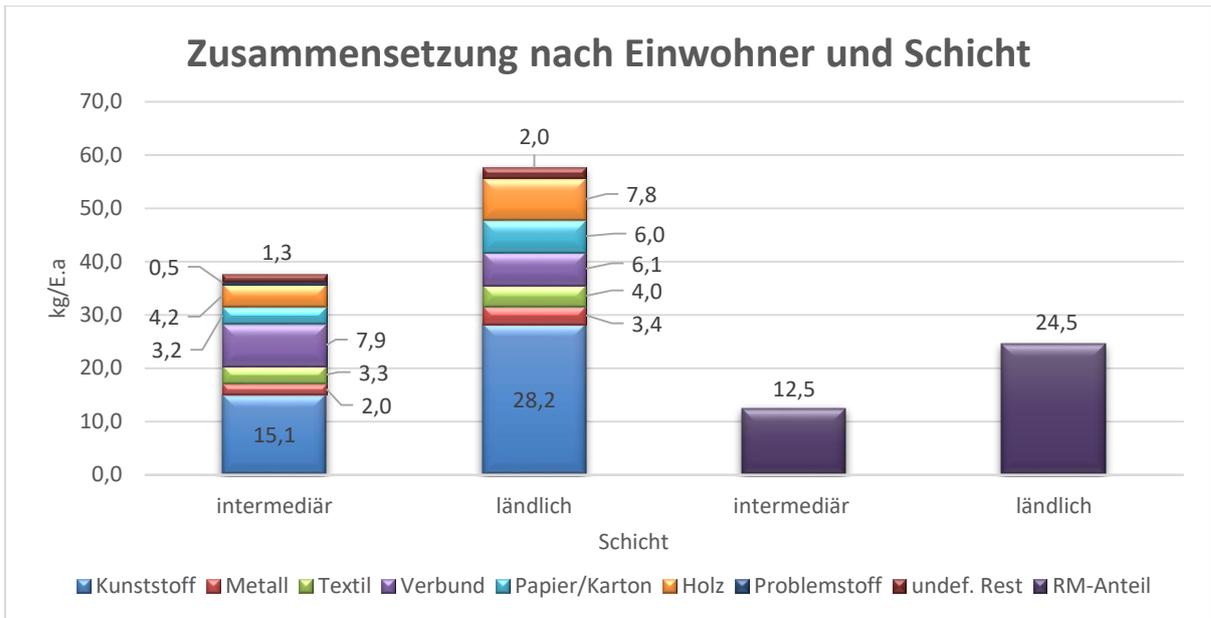


Abbildung 14: Sperrmüllzusammensetzung der Umladestation nach sozioökonomischen Schichten, in kg/E.a

Abb. 14 zeigt einen deutlichen Unterschied im pro Kopfaufkommen zwischen den beiden Schichten. Dies beträgt in der intermediären Schicht mit 37,6 Kilogramm deutlich weniger als in der Ländlichen mit 57,6 Kilogramm. Einzig die Fraktion „Verbund“ weist in der intermediären Schicht ein höheres pro Kopfaufkommen auf als in der ländlichen Schicht. Alle weiteren Fraktionen nehmen von der intermediären zur ländlichen Schicht zu, am deutlichsten die Fraktion „Kunststoff“. Auffallend ist auch, dass das Restmüllaufkommen pro Einwohner In Schicht 3 (ländlich) doppelt so hoch ist als in Schicht 2 (intermediär).

5.3.3 Ergebnis auf Grundgesamtheit hochgerechnet:

Das Ergebnis der Hochrechnung der Zusammensetzung auf die Grundgesamtheit des Einzugsgebietes der Umladestation (Verbände Gmünd und Zwettl) ist in Tabelle 19 dargestellt.

Tabelle 19: Sperrmüllzusammensetzung der Grundgesamtheit (Verbände Gmünd und Zwettl), 2019

Fraktion	Masse		
	kg	kg/E.a	Masse-%
Kunststoff	1.664.505,8	21,1	43,6
Metall	213.945,2	2,7	5,6
Textil	308.599,0	3,9	8,1
Verbund	648.750,7	8,2	17,0
Papier/Karton	357.306,3	4,5	9,3
Holz	461.446,4	5,8	12,1
Problemstoff	33.873,5	0,4	0,9
Undef. Rest	133.329,3	1,7	3,5
Summe	3.821.756,0	48,4	100,0
RM-Anteil	1.406.546,1	17,8	36,8

„Kunststoff“ hat einen Anteil von 43,6 Masse-% bzw. 1.664,5 Tonnen, gefolgt von „Verbund“ mit einem Anteil von 17 Masse-% und 648,8 Tonnen pro Jahr. Mit ca. einem Prozent bzw. 33,9 Tonnen hat „Problemstoff“ den geringsten Anteil.

Abbildung 15 visualisiert die Zusammensetzung der Grundgesamtheit in Masse-%.

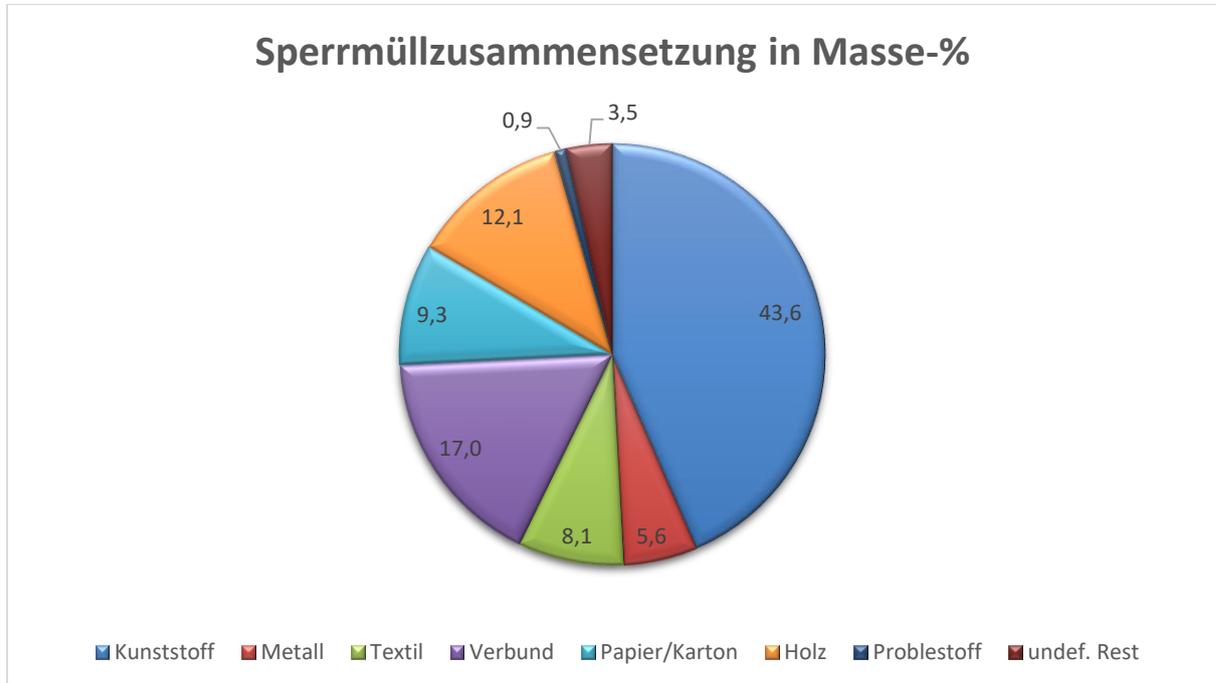


Abbildung 15: Sperrmüllzusammensetzung der Grundgesamtheit (Verbände Gmünd und Zwettl) in Masse-%, 2019

5.3.4 Altstoffsammelzentrum

Die Pre-Tests in den Altstoffsammelzentren wurde in je einer städtischen Schicht (Magistrat St. Pölten/ ASZ1), einer intermediären Schicht (Verband Gmünd/ ASZ Gmünd-Hoheneich) und einer ländlichen Schicht (Verband Krems Land/ WSZ Mitte; Verband Gmünd/ ASZ Bad Großpertholz) durchgeführt. Die Zusammensetzung ist in der Abbildung 15 dargestellt.

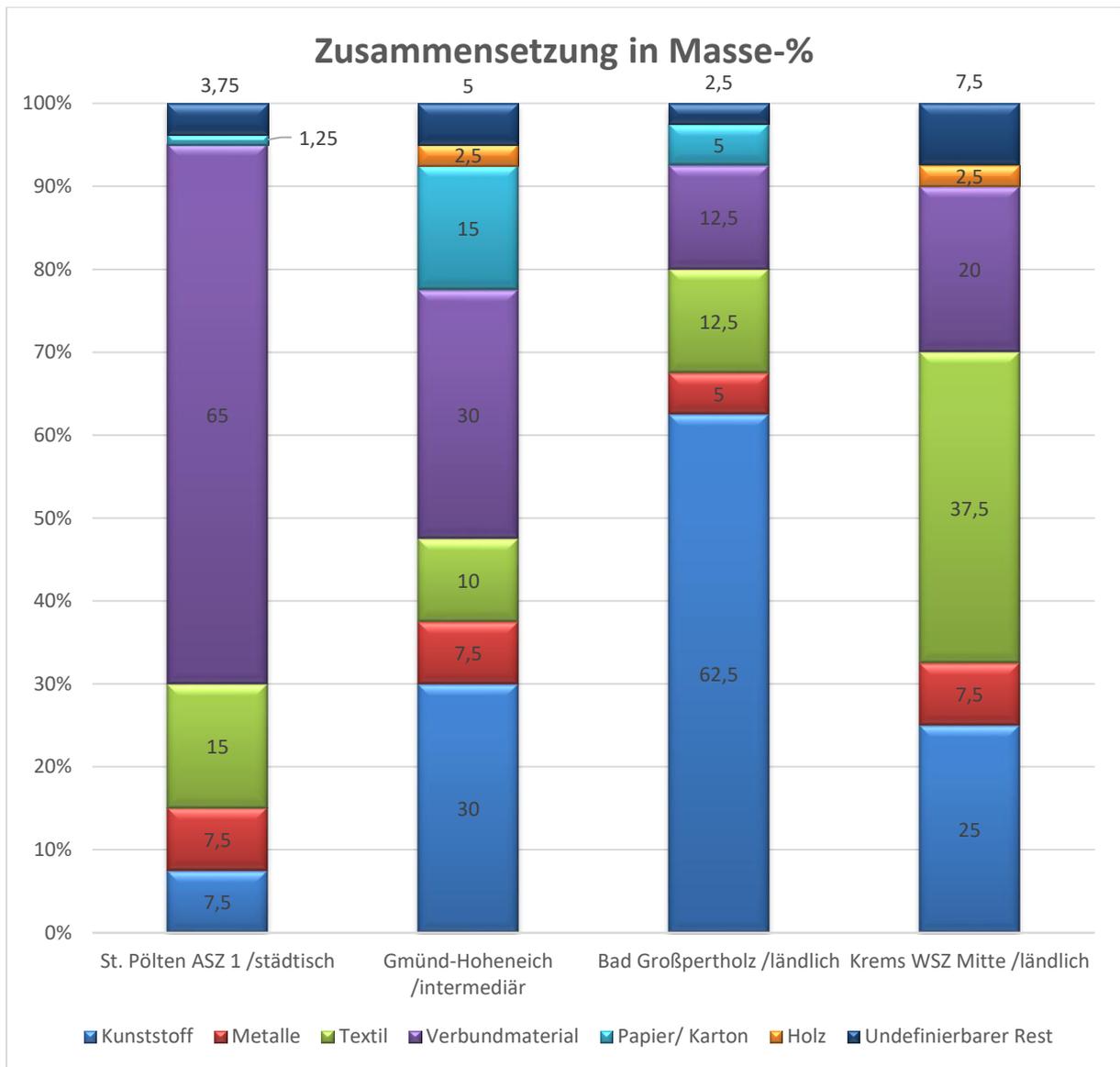


Abbildung 16: Zusammensetzung des Sperrmülls nach Altstoffsemmelzentrum, Masse-%

Zwischen den Gemeinden gibt es deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung, was in Abbildung 16 verdeutlicht wird.

So ist mit 65 % das „Verbundmaterial“ in der Stadt St. Pölten die Hauptfraktion, die bis zur ländlichen Gemeinde (Bad Großpertholz) stetig abnimmt. „Kunststoff“ und „Metall“ sind in der Probe St. Pölten nur in geringen Mengen, sowie „Papier/Karton“ und „undefinierbarer Rest“ kaum vorhanden gewesen.

Im Gegensatz zu „Verbundmaterial“ nimmt die Fraktion „Kunststoff“ von der städtischen zur ländlichen Gemeinde kontinuierlich zu und in Bad Großpertholz schließlich den Hauptanteil von 62,5 % ausmacht. Eine Ausnahme in dieser Fraktion stellt das WSZ Mitte in Krems (ländliche Region) dar, da hier, neben St. Pölten, auch Hartkunststoff aus dem Sperrmüll abtrennt wird, wodurch ein geringerer Kunststoffanteil erreicht wird.

Auf dem WSZ Mitte waren zur Zeit der Untersuchung erhebliche Mehrmengen an Teppichen in der Probe, weshalb dieser Anteil an „Textil“ erreicht wird.

Der Anteil an Holz war in allen Proben nur gering bzw. gar nicht vorhanden. Auch „Papier/Karton“ war bis auf Gmünd-Hoheneich, diese Probe enthielt Kartongen, fast bzw. zur Gänze aus dem Sperrmüll abgetrennt.

Der Restmüllanteil in den Proben veränderte sich stark mit der sozioökonomischen Schichtung, wie es Abbildung 17 zeigt.

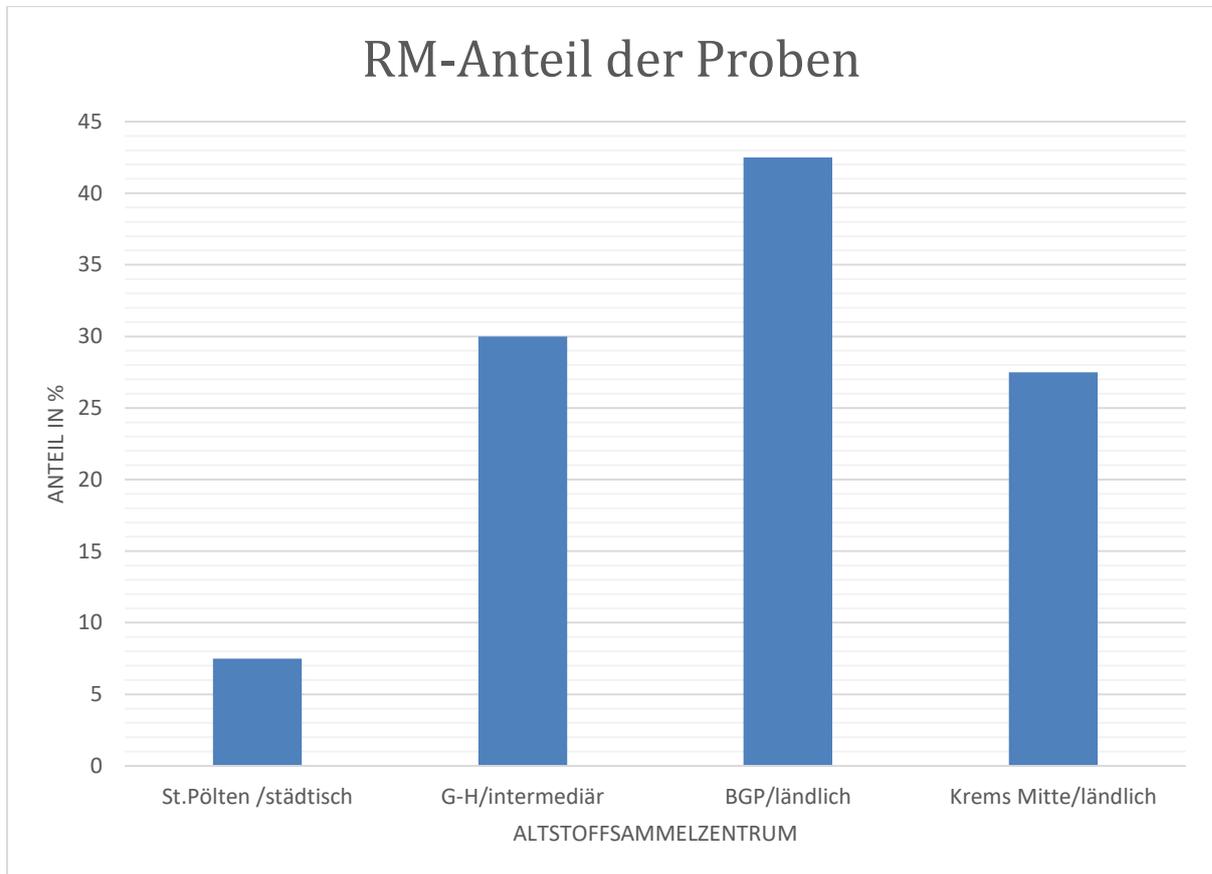


Abbildung 17: Restmüllanteil der Proben nach Altstoffsammelzentrum, Masse-%

So waren in St. Pölten (städtische Schicht) nur sehr geringe Mengen vorhanden, die jedoch bis zur ländlichen Schicht stark zunahmen. Den größten Anteil mit 42,5 Masse-% hatte Bad Großpertholz. Den Großteil des Restmülls machten Kleinteile bestehend aus Kunststoff und Textil aus. Weitere Bestandteile waren unter anderem auch Folien und Säcke (viele waren befüllt).

6. Behandlung von Sperrmüll in Niederösterreich

6.1 Aufkommen und Entwicklung in ausgewählten niederösterreichischen Verbänden

Zur Beurteilung des Sperrmüllaufkommens wurden Daten von den Umweltverbänden Gmünd und Krems Land sowie dem Magistrat St. Pölten erhoben.

6.1.1 Verband Gmünd

Das Gesamtabfallaufkommen, ohne Bauschutt, betrug im Jahr 2018 17.690 Tonnen, davon waren 1727 t Sperrmüll (46,6 kg/EW), 760 t Eisenschrott (20,5 kg/EW) und 1460 t Altholz (39,4 kg/EW).

Abbildung 18 zeigt die Entwicklung der Fraktionen Sperrmüll, Eisenschrott und Altholz sowie der Bevölkerung seit 2009. Klar zu erkennen ist der stetige Bevölkerungsrückgang mit gleichzeitiger Abnahme der Sperrmüllmengen.

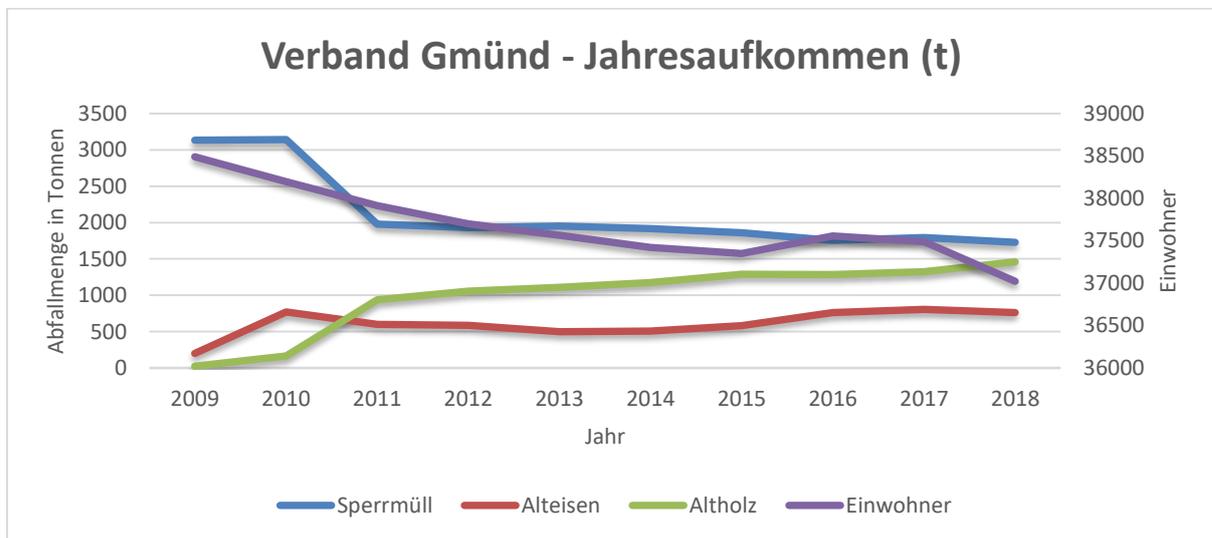


Abbildung 18: Entwicklung der Aufkommen von Sperrmüll, Alteisen und Altholz und der Bevölkerung des Verbandes Gmünd, 2009 – 2018

Ebenfalls auffällig ist der starke Sperrmüllrückgang mit einem gleichzeitigen Anstieg der Altholzmengen von 2010 auf 2011. Grund hierfür war die Einführung eines Altholzcontainers und somit Abtrennung aus dem Sperrmüll in diesem Zeitraum.

Für einen besseren Vergleich ist in Abbildung 19 die Entwicklung des Pro-Kopf-Aufkommens (kg/EW.a) der Fraktionen Sperrmüll, Alteisen und Altholz im Zeitraum von 2009 bis 2018 dargestellt. Auch in dieser Abbildung ist gut zu erkennen, zu welchem Zeitpunkt (2010 – 2011) eine separate Altholzsortierung eingeführt wurde. In diesem Zeitraum sank das Pro-Kopf-Aufkommen von Sperrmüll um ca. einem Drittel von 82 kg auf 52 kg und gleichzeitig stieg die Sammelmenge von Altholz von 4 kg/EW (2010) auf 25 kg/EW (2011).

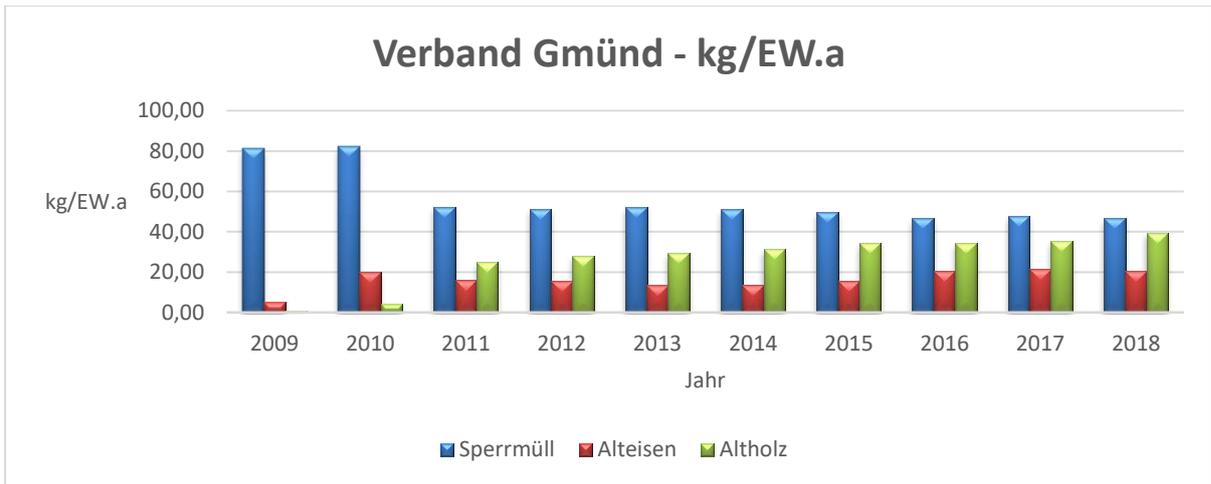


Abbildung 19: Pro-Kopf-Aufkommen (kg/EW.a) von Sperrmüll, Alteisen und Altholz des Verbandes Gmünd, 2009 – 2018

6.1.2 Verband Krems

Das Gesamtabfallaufkommen betrug im Jahr 2018 35.404 t. Der Anteil des Sperrmülls betrug 1956 t (34,5 kg/EW), des Eisenschrotts 1364 t (24 kg/EW) und des Altholzes 2523 t (44,5 kg/EW).

Abbildung 20 zeigt die Entwicklung der Fraktionen Sperrmüll, Eisenschrott und Altholz im Vergleich zur Bevölkerung seit 2009. Interessant zu beobachten ist, dass die Altholzmengen stetig mit der Bevölkerung zunehmen, die Mengen von Sperrmüll und Eisenschrott allerdings annähernd gleichblieben.

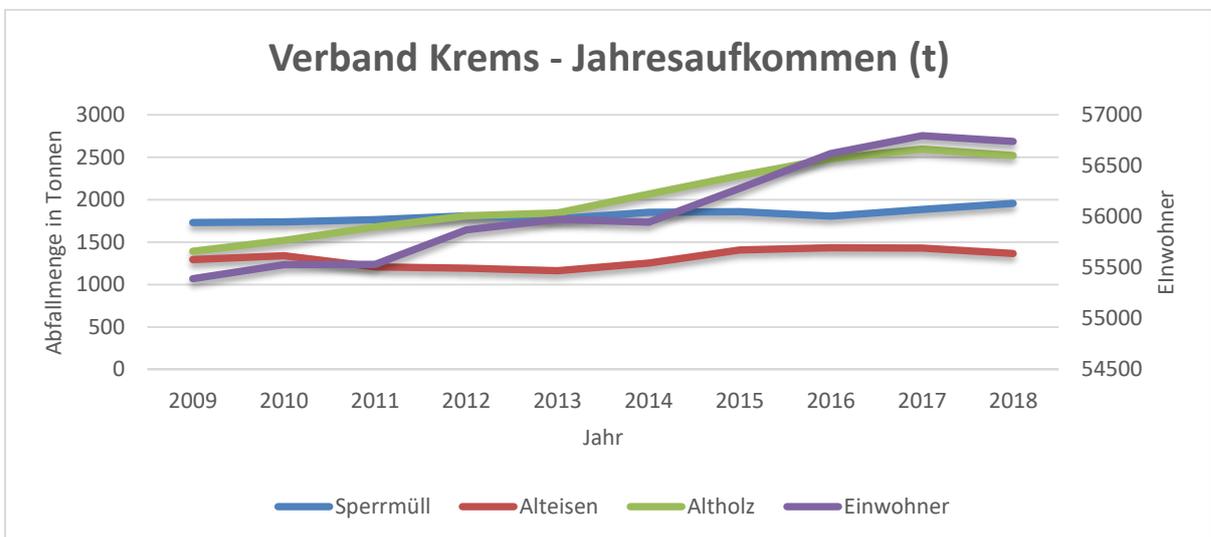


Abbildung 20: Entwicklung der Aufkommen von Sperrmüll, Alteisen und Altholz und der Bevölkerung des Verbandes Krems, 2009 – 2018

Eine ähnliche Entwicklung der Fraktionen zeigt das Pro-Kopf-Aufkommen, ersichtlich in Abbildung 21. Das Aufkommen von Sperrmüll und Alteisen je Einwohner blieb im Betrachtungszeitraum annähernd konstant mit 34,5 kg (SPM) bzw. 24 kg (Alteisen). Altholz hingegen verzeichnete eine kontinuierliche Zunahme von 25 kg/EW im Jahr 2009, auf 44,5 kg/EW im Jahr 2018, wo der Wert schließlich deutlich über dem von Sperrmüll (34,5 kg) lag.

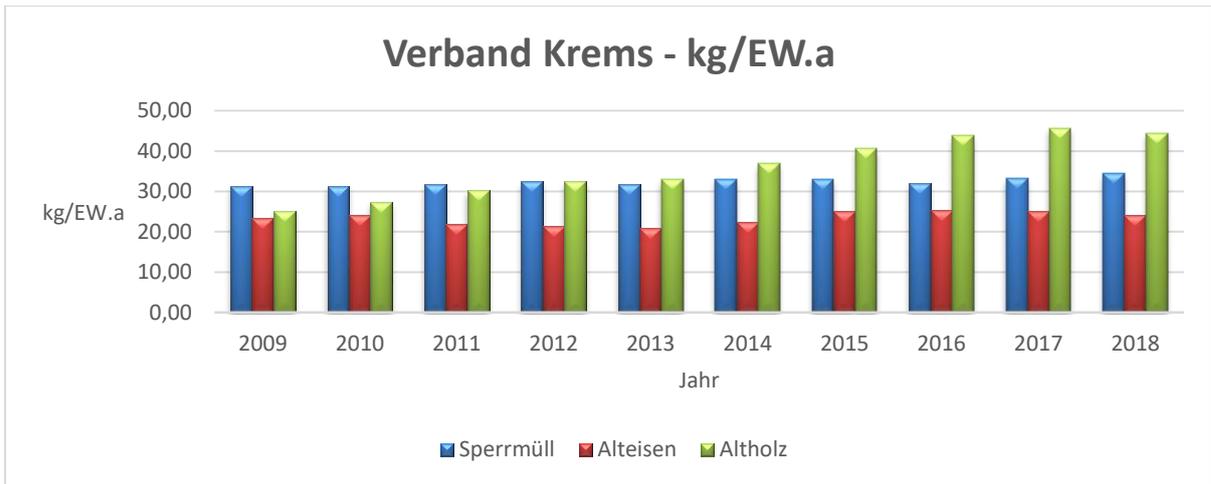


Abbildung 21: Pro-Kopf-Aufkommen (kg/EW.a) von Sperrmüll, Alteisen und Altholz des Verbandes Krems, 2009 – 2018

6.1.3 Magistrat St. Pölten

Das Gesamtabfallaufkommen betrug im Jahr 2018 31.670 Tonnen ohne Bauschutt. 2326 t (42,6 kg/EW) entfielen auf Sperrmüll, 1145 t (21 kg/EW) auf Altholz und 244,3 t (4,5 kg/EW) auf Eisenschrott.

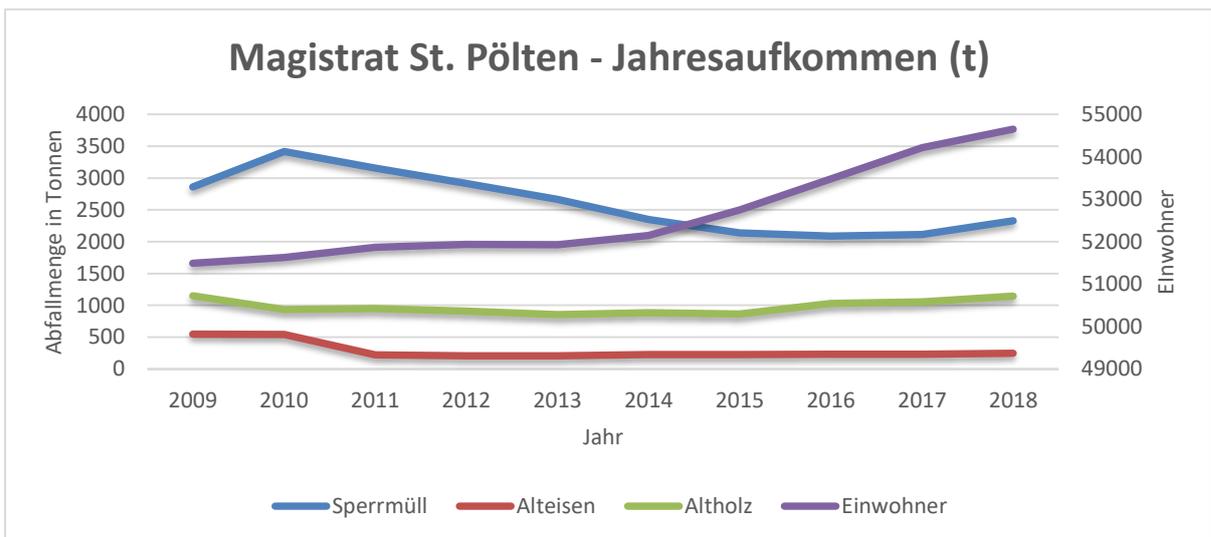


Abbildung 22: Entwicklung der Aufkommen (in Tonnen) von Sperrmüll, Alteisen und Altholz und der Bevölkerung des Magistrats St. Pölten, 2009 – 2018

Abbildung 22 stellt die Entwicklung der Fraktionen Sperrmüll, Eisenschrott und Altholz, sowie der Bevölkerung seit 2009 dar. Sperrmüll hat einen kontinuierlichen Rückgang bei zunehmender Bevölkerung zu verzeichnen, wohingegen Eisenschrott und Altholz über die Jahre annähernd auf demselben Niveau blieben.

Das Pro-Kopf-Aufkommen von Sperrmüll hatte im Jahr 2010 den Höchststand mit 66 kg und fiel bis 2018 bis auf 43 kg ab, wie in Abbildung 23 ersichtlich wird. Das ist insofern auffällig, als sich die Mengenentwicklung hier deutlich von jenen von Gmünd und Krems abhebt. Altholz blieb im Betrachtungszeitraum mit durchschnittlich 20 kg/EW annähernd konstant. Das Alteisenaufkommen fiel ab demselben Zeitraum wie Sperrmüll 10,6 kg/EW auf 4,5 kg/EW im Jahr 2018. Diese Abweichung wurde nicht weiter ergründet.

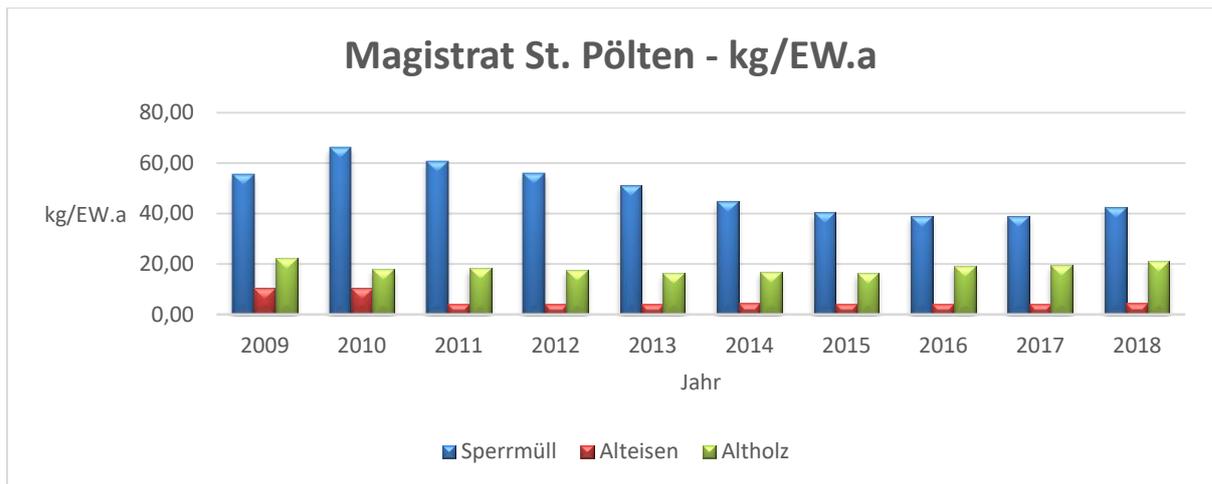


Abbildung 23: Pro-Kopf-Aufkommen (kg/EW.a) von Sperrmüll, Alteisen und Altholz des Magistrates St. Pölten, 2009 – 2018

6.1.4 Vergleich der Abfallmengen

Der Verband Gmünd weist im Jahr 2018 das höchste Pro-Kopf-Aufkommen von Sperrmüll auf, mit 47 kg. Mit 34,5 kg/EW verzeichnet der Verband Krems den niedrigsten Wert. Im Niederösterreichdurchschnitt, 44 kg/EW.a (Land Niederösterreich, 2019), liegt somit nur der Verband Krems darunter. Wird hingegen der österreichische Durchschnitt betrachtet mit 30 kg/EW.a (BMK, 2020) liegen beide Verbände und auch der Magistrat (42,6 kg/EW.a) darüber.

Das höchste Altholzaufkommen mit 44,5 kg/EW im Jahr 2018 hat der Verband Krems. Der Magistrat St. Pölten hat mit 21 kg/EW.a das niedrigste Aufkommen und liegt somit als Einziger sowohl unter dem niederösterreichischen Schnitt, 33,6 kg/EW (Land Niederösterreich, 2019), als auch dem österreichischen Schnitt mit 32 kg/EW (BMK, 2020).

Der Magistrat St. Pölten hat im Jahr 2018 auch das niedrigste Alteisenaufkommen mit 4,5 kg/EW und somit deutlich weniger als die Hälfte des niederösterreichischen (12,5 kg/EW) und des österreichischen (11 kg/EW) Durchschnitts (BMK, 2020; Land Niederösterreich, 2019). Die Verbände Gmünd, 21 kg/EW, und Krems, 24 kg/EW, liegen hingegen deutlich über dem niederösterreichischen Durchschnitt.

6.2 Vermeidungsmaßnahmen von Sperrmüll

Damit Gegenstände, wie z.B. Sessel, Sofas, diverse EAGs und Spielzeuge, nach ihrem Gebrauch nicht als sperriger Abfall entsorgt werden, sondern eine Weiterverwendung finden sollten diese in einem gut erhaltenen und sauberen Zustand sein oder im Falle eines Defektes bzw. einer Beschädigung zumindest reparabel sein. Außerdem müssen für diese Gebrauchsgegenstände wieder KäuferInnen oder AbnehmerInnen gefunden werden.

Im Grunde gibt es eine Vielzahl an Möglichkeiten, um gebrauchte Gegenstände zur Wieder- bzw. Weiterverwendung anzubieten und zu verkaufen oder zu verschenken (Pladerer et al., 2002):

- Floh- und Trödelmärkte
- Soziale Einrichtungen und Organisationen
- Online-Marktplätze (ebay, willhaben)
- Handwerk und Handel (Möbel)

- Secondhand- und Antiquitätenläden
- Anzeigen in Zeitschriften und Zeitungen.

Altstoffbörse (Marktgemeinde Maria Enzersdorf, 2020)

Einige niederösterreichische Umweltverbände bieten zum Beispiel eine Altstoffbörse, jeder Verband verwaltet diese eigens, sowohl für Angebote als auch für Nachfragen an. Der/die Anbieter/in gibt hierfür die Adresse sowie den anzubietenden Gegenstand (wird in der Verbandszeitung eingetragen) bekannt, der Verband dient dann als Vermittler.

SOGUTWIENEU (NÖ Umweltverbände, 2020)

„sogutwieneu.at“ ist eine Online-Börse-Datenbank zum Verkaufen, Tauschen und Verschenken von Gütern. Betrieben wird diese Plattform vom Verein „Die NÖ Umweltverbände“ mit dem Zweck der Zusammenarbeit der 22 NÖ Umweltverbänden, den drei Statutarstädten und dem Land Niederösterreich. Dem/der Bürger/in bietet sich die Möglichkeit, über die übersichtliche und einfach gestaltete Börse, nach einer Registrierung ihre Güter anzubieten. Im Falle einer denkbaren Reparatur bietet die Plattform eine Liste von Unternehmen an, die solche Aufgaben durchführen.

Zusätzlich zu dieser Online-Börse wurde die gemeinsame Aktion „**Reparaturbonus NÖ**“ (die Aktion endete am 31.05.2020) des Landes Niederösterreich, der NÖ Umweltverbände und der Wirtschaftskammer Niederösterreich gestartet (Land Niederösterreich, 2020a). Hiermit wurden NÖ Haushalte mit bis zu 100 € (max. 50% der Brutto-Reparaturkosten) bei der Reparatur ausschließlich von EAGs, mit der Voraussetzung, dass die Reparatur von geeigneten niederösterreichischen Betrieben durchgeführt wird, unterstützt. Um die Suche dieser Betriebe einfach zu gestalten, wurde mit der Plattform „Reparaturführer.at“ zusammengearbeitet, die geeignete Betriebe in der Nähe auflistet.

48er-Tandler (Stadt Wien, 2020)

Der 48er-Tandler ist ein Wiener Secondhandmarkt der MA48. Alte aber auch neue noch intakte Gegenstände (Spielwaren, Kleidung, EAGs, Sportartikel, etc.), für die der Besitzer keine Verwendung mehr hat, können auf den Wiener Mistplätzen über die sogenannte Tandler-Box gesondert abgegeben werden. Die Waren müssen sich jedoch in einem hygienisch einwandfreiem sowie vollständigem Zustand befinden, außerdem können aus Platzgründen keine zu großen Gegenstände angenommen werden.

RE-USE-Netzwerk Burgenland (Müllverband Burgenland, 2020)

Im Burgenland wurde vom Burgenländischen Müllverband ein landesweites Re-Use Netzwerk aufgebaut, mit dem Vorhaben, bereits gebrauchte noch intakte Gegenstände einer zweiten Nutzung zuzuführen. Hierfür wurden Übernahmetage sowie Hausabholungen von Möbel und größeren Gebrauchsgegenständen eingeführt, um die Waren einzusammeln. Zusätzlich hat sich die sogenannte Re-Use-Box etabliert, die für die Sammlung kleinerer Sachgüter angedacht ist. Abgegeben können diese Boxen an ausgewiesenen Sammelstellen werden.

Online-Marktplätze

Wohl die bekanntesten Möglichkeiten nicht brauchbare Gegenstände zu verkaufen oder zu verschenken sind Online-Handelsplattformen wie Ebay und willhaben. Hier kann sowohl eine Privatperson als auch ein kommerzieller Händler

Gebrauchtgegenstände genauso wie Neuwaren in den unterschiedlichsten Kategorien anbieten.

6.3 Behandlung von Sperrmüll, Altholz und Alteisen in Niederösterreich

Abbildung 24 zeigt die Entwicklung der Sperrmüll-, Altholz- und Alteisenmengen in Niederösterreich von 2006 – 2019.

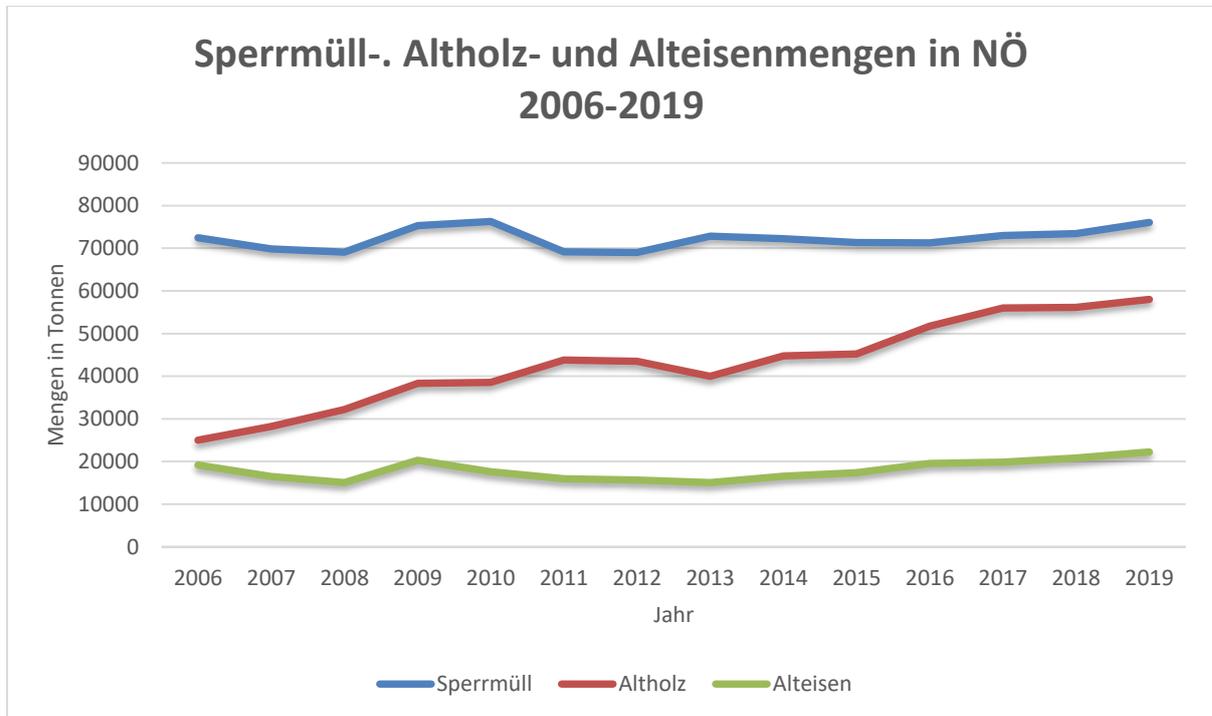


Abbildung 24: Entwicklung der Sperrmüll-, Altholz- und Alteisenmengen in Niederösterreich von 2006 – 2019 in Tonnen (Land Niederösterreich, 2020b)

Die Aufkommen von Sperrmüll und Alteisen sind seit 2006 (72.494 t bzw. 19.137 t) annähernd konstant geblieben und betragen im Jahr 2019 76.068 bzw. 22.235 Tonnen. Die Entwicklung der Altholzmengen zeigt hingegen eine stetige Steigerung von 25.027 t seit dem Jahr 2006 bis auf 58.025 t im Jahr 2019. Dies ist laut Rücksprache mit den Verbändevertretern hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass die getrennte Sammlung des Altholzes systemisch laufend intensiviert wurde.

Die Verwertungswege in Niederösterreich der Fraktionen Sperrmüll, Altholz und Alteisen werden in Abbildung 25 dargestellt.

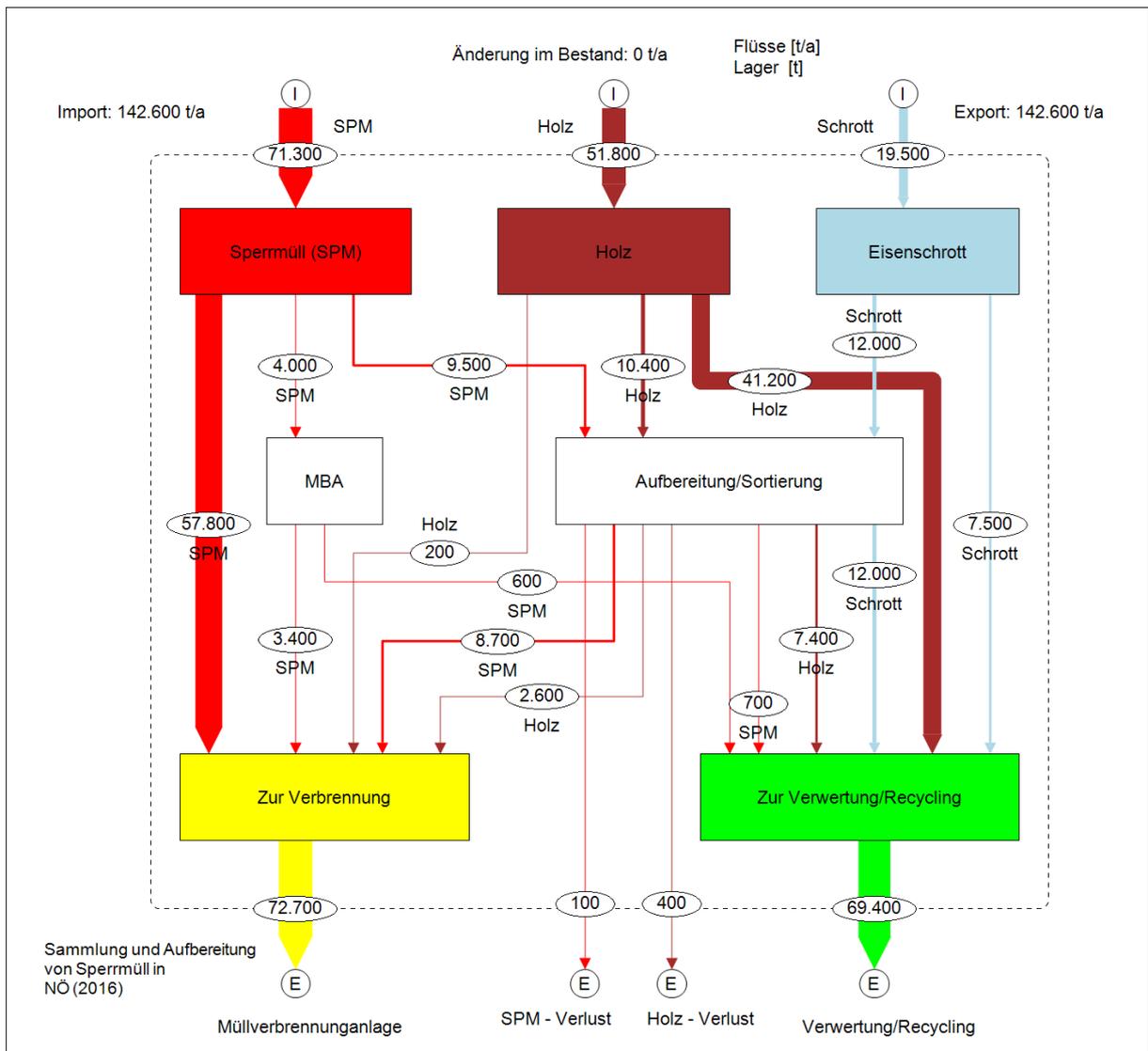


Abbildung 25: Verwertungswege von Sperrmüll, Altholz und Eisenschrott (Angaben in Tonnen) in Niederösterreich im Jahr 2016 (verändert nach Neubauer et al., 2016)

Für das Jahr 2016 ergab sich eine Recyclingquote der Fraktionen Sperrmüll, Alteisen und Altholz von 48,5 %. Eisenschrott wurde zur Gänze und Altholz zum überwiegenden Teil einer stofflichen Verwertung bzw. dem Recycling zugeführt. Beinahe sämtlicher Sperrmüll ging in die Verbrennung und nur geringe Mengen gingen nach einer Aufbereitung in die stoffliche Verwertung. Die geringen Verlustmengen entstanden z.B. durch Trocknung und biologischen Abbau.

6.3.1 Sperrmüll

Der Großteil der in Niederösterreich anfallenden Sperrmüllmengen wird zusammen mit dem gemischten Siedlungsabfall in Müllverbrennungsanlagen verbrannt. Das Aufkommen betrug im Jahr 2016 rund 71.300 Tonnen. 57.800 t gingen direkt in die Verbrennung, 9.500 t wurden manuell sortiert und aufbereitet und 4000 t wurden in einer MBA vorbehandelt (hauptsächlich durch einen mechanischen Sortiervorgang). Aus diesen beiden Vorgängen konnten 1.300 t Altstoffe (überwiegend Metalle) abgetrennt und recycelt werden. Im Zuge der Aufbereitungen entstanden nochmals ca. 12.100 t heizwertreiche Fraktion, Ersatzbrennstoffe und Rückstände, die ebenfalls der thermischen Verwertung zugeführt wurden. In Summe gingen 69.900 t Sperrmüll

in die Verbrennung, wovon rund 80 % in den niederösterreichischen Anlagen Dürnrohr und Zistersdorf verwertet wurden (Neubauer et al., 2019).

6.3.1.1 Verbrennung in Müllverbrennungsanlagen

In Österreich stehen für die Verbrennung von gemischtem Siedlungsabfall sieben Müllverbrennungsanlagen, mit einer Jahreskapazität von 1.756.000 t pro, ausgestattet mit einer Rostfeuerungsstechnologie zur Verfügung. Die größte dieser Anlagen ist die MVA Zwentendorf/Dürnrohr, mit einer Gesamtkapazität von 525.000 Tonnen pro Jahr (BMK, 2020).

Hauptaufgaben von Müllverbrennungsanlagen sind in erster Linie die Reduzierung der zu deponierenden Abfallmengen und die Zerstörung schädlicher Abfallbestandteile bzw. die Mineralisierung des organischen Kohlenstoffes. Als Nebeneffekt kann die bei der Verbrennung freiwerdende Energie zur Dampf- und Stromerzeugung genutzt werden. Aus den Verbrennungsrückständen wie Asche und Schlacke können mit modernen Technologien Metalle rückgewonnen werden (Förtsch and Meinholz, 2015).

Schematischer Prozessablauf einer Müllverbrennungsanlage

Müllbunker

Die Anlieferung erfolgt in der Regel sowohl per Bahn als auch per LKW. Der Hausrest- und Sperrmüll, sowie ungefährliche Gewerbe- und Industrieabfälle werden in den Müllbunker entleert. Das Fassungsvermögen des Bunkers ist so dimensioniert, dass auch über einen längeren Zeitraum (z.B. Feiertage) ohne Abfall-Anlieferung die Anlage mit Verbrennungsgut beschickt werden kann. Mit einem an der Decke des Bunkers montierten Greiferkrans wird der Abfall einerseits durchmischt und zerkleinert, sowie die Rostfeuerung beschickt (Die NÖ Umweltverbände, s.a.).

Feuerung

Für die Verbrennung von Hausrest- und Sperrmüll kommt üblicherweise die Rostfeuerungsstechnologie zum Einsatz. Diese besteht aus einem Verbrennungsrost, den Feuerraumwänden und dem Kessel über der Feuerung, sowie einer Abfall-Beschickung und einem Asche-Austrag. Der Abfall durchläuft bei der Verbrennung verschiedene Phasen, bei denen Temperaturen bis zu 1000°C herrschen (Bilitewski and Härdtle, 2013; Seifert and Vehlow, 2017).

Ein wesentlicher Vorteil dieses Systems liegt in der Möglichkeit, auch während des Betriebes entsprechende Anpassungen und Regelungen zu tätigen, im Falle sich ändernder Zusammensetzung, Menge und Reaktionsverhalten des Verbrennungsgutes (Scholz et al., 2001).

Rauchgasreinigung

Das Rauchgas durchläuft in der Regel einen mehrstufigen Reinigungsprozess (Bilitewski and Härdtle, 2013; Schröer, 2012).

- Gewebe- und Elektrofilter scheiden Staub ab
- Gaswäscher entfernt saure Komponenten (Chlorwasserstoff und Schwefeldioxid)
- Katalysator reduziert Stickoxide

Rückstände aus der Müllverbrennung

Bei der Verbrennung von 1000 Kilogramm gemischten Siedlungsabfall und Sperrmüll fallen über die Prozessführung verteilt etwa:

- 250 Kilogramm Schlacke,
- 20 Kilogramm Kesselasche,
- 30 Kilogramm Filterasche,
- 25 Kilogramm Schrott,
- 1 Kilogramm Filterkuchen und
- 4 Kilogramm Gips

als Rückstände an. Je nach Schadstoffpotential werden die Rückstände entweder über- oder untertage deponiert (EVN, 2019).

Rohstoffpotential von MVA-Rostaschen

Die Zusammensetzung von Müllverbrennungsrostaschen (MV-Rostaschen) besteht je nach Anlageninput zu 85 bis 90 Gew.-% aus mineralischen Bestandteilen (Glas, Keramik oder Steinen), zu etwa 1 bis 5 Gew.-% aus unverbrannten Rückständen (Holz, Kunststoff oder Papier) und zu rund 7 bis 10 Gew.-% aus Metallen. Dieser Metallanteil splittet sich wiederum zu 4 bis 9 Gew.-% Fe-Metalle und 1 bis 3 Gew.-% NE-Metalle (Gisbertz et al., 2014).

Laut einer Studie von Deike et al. (2012) werden pro Tonne Müll-Input in eine Müllverbrennungsanlage ca. 2,106 % reine Metallmenge mit eingetragen. Durch heute gängige Verfahren mittels Magnet- und Wirbelstromabscheider können aus ca. 1000 kg Schlacke im Mittel 72,3 kg Fe-Metall und 8,6 kg NE-Metalle recycelt und dem Wertstoffkreislauf wieder zugeführt werden. In Relation zum Metallgehalt im Müll-Input ergibt sich somit bereits heute eine Recycling-Quote von 92,3 %.

6.3.1.2 Stoffliche Verwertungsmöglichkeiten

Wie bereits eingangs dieser Arbeit erwähnt, ist Sperrmüll ein sehr heterogenes Abfallgemisch mit unterschiedlichsten Materialien und unterschiedlich großen Bestandteilen (Polstermöbel, Matratzen, Hartkunststoffe, usw.). Die übliche Verwertung dieses Abfalls findet in Müllverbrennungsanlagen statt. Allerdings gibt es Bestrebungen, die stoffliche Verwertung voranzutreiben (EU-Recycling, 2018). Moderne Aufbereitungsmaschinen sowie Sortieranlagen sind bereits vorhanden, allerdings sind diese mit hohen Kosten gekoppelt und kommen in der Abfallwirtschaft nur in speziellen Bereichen zum Einsatz (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 2005).

Als Beispiel für eine Sortier- und Aufbereitungsanlage spezifisch für Sperrmüll, ist die Anlage in Bochum (DE) des EKOCity-Verbundes zu nennen. Mit einer Kapazität von 70.000 t kann Sperrmüll in Holz, Metallen und Ersatzbrennstoffen aufbereitet werden. Mit einem Bagger werden sperrige Abfallteile wie Teppiche und Matratzen entfernt und eine erste Vorzerkleinerung durchgeführt. Nach einer manuellen Sortierung durch Mitarbeiter, erfolgt eine weitere Aufbereitung und Sortierung mittels Zerkleinerung, Siebung und Sichtung, Metallabtrennung und NIR-Sortierung. Gewonnen werden durch diese Prozesse Ersatzbrennstoffe (Holz und Kunststoffe) sowie Reststoffe, die ebenfalls thermisch verwertet werden und Metalle für das Recycling (Hahnenkamp and Tuminski, 2017).

Anhand dieses Beispiels wird ersichtlich, dass das hauptsächliche Ziel von Aufbereitungsanlagen neben der weiteren Aufschließung von Holz und Metallen auch die Gewinnung von heizwertreicher Fraktion und Ersatzbrennstoffen ist, wodurch Materialien wie Kunststoffe nach wie vor verloren gehen.

Getrennthaltung mit Verhinderung von Nässeeinwirkung auf die Abfälle, diese kaum recycelt werden können (EU-Recycling, 2019).

Dennoch gibt es von Seiten der EU Bestrebungen, Maßnahmen zur Wiederverwendung und das Recycling von Teppichen in Europa zu stärken, wie die European Carpet and Rug Association (ECRA) ankündigte, (EU-Recycling, 2020).

So können Altteppiche neben der energetischen, noch der rohstofflichen (hauptsächlich für Kunststoffteppiche) und werkstofflichen (auch für Teppiche, die nicht aus Kunststoff bestehen, wie z.B. Wolle) Verwertung zugeführt werden, wie nachfolgend näher beschrieben wird.

Rohstoffliche Verwertung

Unter rohstofflichem Recycling wird das Spalten der Polymerketten verstanden, das bedeutet, dass die Kunststoffabfälle in niedermolekulare Stoffe zurückverwandelt werden, aus denen nach einer Reinigung und Aufarbeitung neue Kunststoffe oder andere chemische Produkte hergestellt werden können. Bekannteste Verfahren hierfür sind Pyrolyse, Hydrierung, partielle Oxidation, Hydrolyse und Alkoholyse.

Mittels einer *Solvolyse* lassen sich Kondensationspolymere, wie Polyethylenterephthalat (PET), Polyamid (PA) oder Polyurethan (PUR), wie in Abbildung 27 dargestellt, mit Lösungsverfahren basierend auf Wasser (Hydrolyse) oder Alkohol (Alkoholyse) unter relativ milden Reaktionsbedingungen in eine oder mehrere ihrer Ausgangskomponenten zerlegen. Diese Verfahren eignen sich jedoch in erster Linie für eine Polykondensatsorte. Zur Herstellung von Produkten mit hoher Qualität, sollten die verwendeten Abfälle möglichst sortenrein sein (Huckestein et al., 2003; Pladerer et al., 2002).

Das häufig zur Teppichherstellung verwendete Polyamid PA6 entsteht durch Polymerisation aus dem von Erdöl gewonnenen Caprolactam. Bei Temperaturen von ca. 300°C und einem Druck von 100 bar werden die gebrauchten Teppichfasern aus PA6 durch eine basisch katalytische Hydrolyse wieder zu Caprolactam depolymerisiert. Nach einer Reinigung durch Destillation, liegt wieder reines Caprolactam vor, das erneut polymerisiert werden kann (Bayer, 2001).

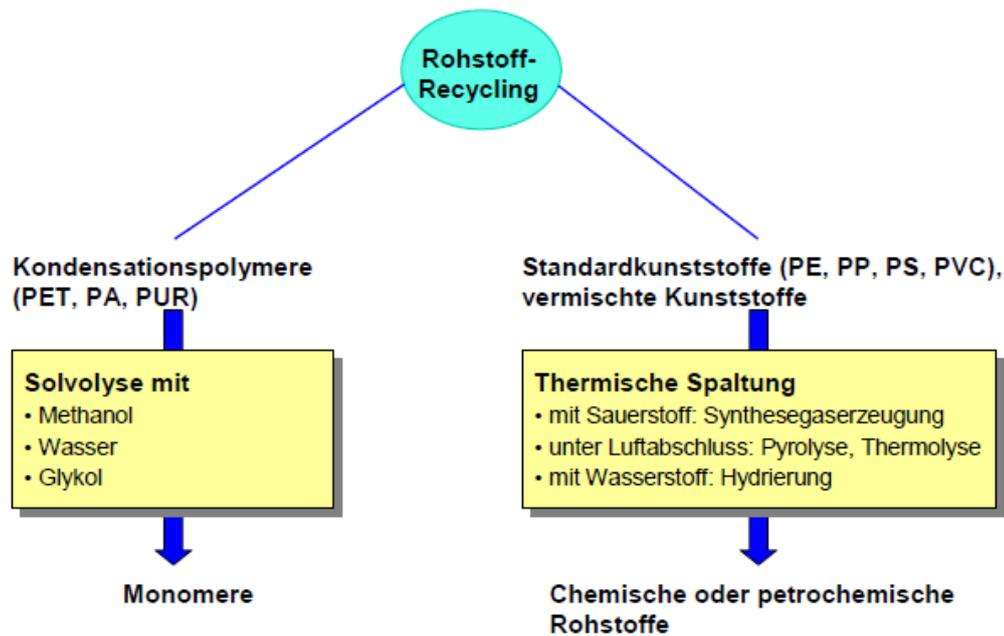


Abbildung 27: Rohstoffliches Recycling diverser Kunststoffe (Huckestein et al., 2003)

Thermolytische Verfahren, dabei werden Kunststoffe in petrochemische Rohstoffe aufgespalten, eignen sich für Standardkunststoffe (PE, PP, PS und PVC) sowie vermischte und zum Teil auch verschmutzte Kunststoffe. Folgende Verfahren kommen hierfür zum Einsatz:

- Thermolyse, Pyrolyse (rein thermische Spaltung)
- Hydrierung (Spaltung in Wasserstoffatmosphäre)
- Synthesegaserzeugung, Hochofenprozess (Spaltung mit partieller Oxidation)

Für die Thermolyse, dem Hochofenprozess und auch die Hydrolyse sollten anorganische Materialien aus dem Abfallstrom möglichst abgetrennt werden. Aufgrund der sehr hohen Temperaturen bei der Pyrolyse (500-900°C) und der Synthesegaserzeugung (900-1300°C) stören hingegen Materialien wie Glas, Steine und Metalle im Einsatzstoff weniger, da diese zu Asche bzw. Schlacke umgesetzt werden (Huckestein et al., 2003).

Werkstoffliche Verwertung

In diesem Verfahren werden Kunststoffabfälle umgeformt und/oder umgeschmolzen, ohne jedoch die Werkstoffstruktur aufzulösen, wie das bei der rohstofflichen Verwertung der Fall ist. Somit eignet sich diese Art der Verwertung auch für Teppiche, die nicht aus Kunststoffen bestehen (z.B. Wollteppiche).

In einem Verfahren der werkstofflichen Verwertung findet als erster Schritt eine Zerkleinerung der Teppichabfälle auf die gewünschte Größe statt. Die daraus gewonnenen Schnitzel können direkt als Verstärkungs- bzw. Füllmaterial in Teppichbeschichtungen, gepressten Platten und Formteilen (Spanplattenersatz), sowie im Bauwesen und Straßenbau, zur Herstellung von elastischen Trag- und Deckschichten, eingesetzt werden. Dies stellt das einfachste Verfahren der Verwertung dar (Pladerer et al., 2002).

Pladerer et al. (2002) beschreiben eine weitere Anwendung dieser Schnitzel, indem diese durch Agglomerier- bzw. Kompaktierverfahren in ein schütt- und rieselfähiges Sintergranulat, ein sogenanntes Agglomerat umgewandelt werden. Ein genügend

hoher Thermoplastgehalt im Teppichmaterialverbund macht dies möglich. Produkte, die keine hohen Anforderungen an die Verarbeitbarkeit und die mechanischen Eigenschaften des Materials stellen, können aus solchen Agglomeraten weiterverarbeitet werden. Beispiele für solche Produkte sind einfach gestaltet wie, Baustellenabgrenzungen, Parkbänke, Lärmschutzwände und Transportpaletten. Ebenfalls Anwendung findet dieses Sintergranulat in der Trittschall- und Wärmedämmung, zum Beispiel als Schüttgut in fließend verlegte Estriche.

Bayer (2001) führt ein Verfahren an, das geeignet für unbeschichtete und schaumbeschichtete Teppichsorten, wie Wollteppiche. Durch eine sogenannte Reißtechnologie werden Woll- und Polypropylenfasern aus geeigneten Teppichbödenfraktionen wiedergewonnen. Die gewonnenen Fasern und die Wolle können zur Herstellung von Dämmmatten, Vliesen, Matten oder Platten verwendet werden. Durch Erhitzen dieser Produkte wird eine gewünschte Verfestigung, falls erforderlich, erreicht. Durch eine zusätzliche Behandlung mit Borsalz, lassen sich Flammseigenschaften gewährleisten.

Eine weitere Anwendung dieser Fasern finden Pladerer et al. (2002) in der Verarbeitung zu Garnen, Fäden oder Seilen.

Matratzenrecycling

Jährlich werden rund 25 Millionen Matratzen allein in der EU produziert, die zu 40 % aus speziellem PUR-Weichschaum bestehen. Aufgrund der unterschiedlichsten Materialzusammensetzung, die häufig unbekannt ist, können einzelne Teile bisher kaum recycelt werden. Somit gelangen diese über den Sperrmüll oder Direktentsorgung in die Verbrennung (Recycling Magazin, 2018).

Die H & S Anlagentechnik GmbH in Sulingen entwickelte eine neue Verwertungsmöglichkeit für Abfälle aus Polyurethan- und Blockweichschaumstoff (PUR-BWS). Das Ausgangsmaterial wird auf kleine Flocken zerkleinert und durch Dicarbonsäuren und/oder deren Derivate aufgespalten, Katalysatoren starten bzw. beschleunigen dabei die Reaktion. Als Produkt entsteht ein Recycling-Polyol, das sich wieder direkt für die PUR-Weichschaumproduktion eignet. Ein wesentlicher Vorteil in diesem Verfahren besteht darin, dass sich der Recycling-Schaum auch problemlos wieder für einen neuen Recyclingprozess verwenden lässt und dabei keine flüchtigen organischen Substanzen freigesetzt werden. Außerdem gelang es der Firma in einem weiteren Projekt, aus Matratzen-Weichschaum ein Material zu erzeugen, das sich zur PUR-Hartschaumherstellung eignet. Dieser verfügt über die gleiche Qualität wie neuwertiges Material und leitet Wärme nur gering, weshalb er sich für hochwertige Anwendungen verarbeiten lässt, beispielsweise Wände, Dach und Decke eines Hauses zu dämmen (Deutsche Bundesstiftung Umwelt, s.a.).

6.3.2 Altholz

2016 betrug das Gesamtaufkommen von Altholz in Niederösterreich rund 51.600 t, wie aus Abbildung 16 ersichtlich ist. 10.400 t wurden in Aufbereitungsanlagen vorbehandelt und danach der thermischen oder stofflichen Verwertung zugeführt. Insgesamt wurden 2.800 t (rund 5 % in NÖ) in Mitverbrennungsanlagen energetisch verwertet. Der Großteil des anfallenden Altholzes von 48.500 t wurden in der Spanplattenindustrie recycelt (Neubauer et al., 2019).

Verwertungswege

Bestimmend über den weiteren Verwertungsweg von Altholz in der Holzwerkstoffindustrie ist die Recyclingholzverordnung (2012). Durch festgelegte

Grenzwerte für Schadstoffe, einer definierten Probenahme sowie Untersuchungs- und Nachweispflichten soll ein schadloses Recycling von geeignetem Altholz erreicht und eine Schadstoffanreicherung im Produktkreislauf vermieden werden. Außerdem soll durch die Verordnung die Quellsortierung, die Aufbereitung und das Recycling von geeignetem Altholz gemäß der Abfallhierarchie gefördert werden.

Die Quellsortierung hat eine entscheidende Bedeutung, da diese eine ausreichende Qualität, die für das Recycling vorgesehene Altholz, gewährleisten soll. Dies bedeutet, dass bereits am Anfallsort des Altholzes (z.B. Altstoffsammelzentrum) auf eine getrennte Sammlung der Altholzqualitäten zu achten ist. § 4 Abs. 2 der Altholzverordnung listet Altholzfraktionen auf, die nicht für die stoffliche Verwertung geeignet sind (behandelte Hölzer wie Fenster, Türstöcke, Zäune, Munitionskisten, etc.) und daher getrennt erfasst werden sollten. Diese Vorgabe ist in der Folge die rechtliche Grundlage für die Zuordnung der unterschiedlichen Altholzfraktionen und somit ausschlaggebend, ob diese einer stofflichen oder thermischen Verwertung zugeführt werden (Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, 2018).

Das für die stoffliche Verwertung vorgesehene Altholz wird je nach Qualität entweder direkt an das Spanplattenwerk geliefert, wo die Aufbereitungsprozesse innerbetrieblich stattfinden, oder zuvor in externen Aufbereitungsanlagen aufbereitet, um im Spanplattenwerk direkt verarbeitet werden zu können.

Aufbereitung

Wie bereits erwähnt, ist eine sortenreine Auftrennung der Materialien ausschlaggebend für die Verwertungsprozesse. Um dies zu erreichen wird das Altholz in Sortieranlagen über einen mechanischen Aufbereitungsschritt zerkleinert, Störstoffe werden abgetrennt und schließlich das aufbereitete Material klassifiziert.

Nach einer ersten Grobsortierung mittels Greifbagger in mehrere Fraktionen wie naturbelassene, unbehandelte, chemische behandelte und gefährliche Fraktionen, erfolgt die Zerkleinerung mit einem Shredder. Dieser bricht das Holz erstmals in eine Grobfraktion, von der mit einem anschließenden Magnetabscheider grobe, freiliegende Eisenteile abgetrennt werden. Über ein nachfolgendes Leseband werden weitere Verunreinigungen wie Kunststoffe, Papier, Textilien, etc. händisch aussortiert. Ein Nachzerkleinerer, üblicherweise ein schnelllaufender Shredder, bringt schließlich die Grobfraktion auf die geforderte Endgröße (10-60 mm). Ein integrierter Magnetabscheider (Überbandmagnet) und NE-Metallabscheider (Induktionsstromabscheider) trennen nochmals Eisen- und NE-Metalle ab. Abschließend trennen schwere Schwungsiebe mineralische Bestandteile und vermischte Feinteile von der verkaufsfertigen Altholzfraktion, die üblicherweise in der Spanplattenindustrie verarbeitet wird, ab. Die im Zuge der Aufbereitung anfallenden Feinteile, sowie weiteren Verunreinigungen, können im Normalfall keiner weiteren stofflichen Verwertung zugeführt werden und dienen in Müll- bzw. Mitverbrennungsanlagen zur Energiegewinnung (Amt der Tiroler Landesregierung, 2002).

Stoffliche Verwertung in der Spanplattenindustrie

Neben Altholz kommen zur Spanplattenherstellung auch Sägeresthölzer (Sägespäne, Hackschnitzel und Spreißel) und minderwertige Rundholzsortimente (Industrie-/Faserholz), die bei der Holzernte anfallen, zum Einsatz. Vor der Verarbeitung werden die einzelnen Sortimente am Holzlagerplatz getrennt gelagert und eine visuelle Überprüfung der Eignung für das Recycling durchgeführt.

Nach der Lagerung erfolgt die Nassspanaufbereitung, wo das Material zerkleinert wird und Störstoffe abgetrennt werden. Neben induktiven und gravitativen Abscheidetechniken kommen auch moderne Techniken auf Basis von Röntgentransmission oder Nahinfrarot zur Abtrennung von E- und NE-Metallen und Schwergut zum Einsatz. Aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung der Ausgangsmaterialien, die je nach Sortiment eine mehr oder weniger umfangreiche Aufbereitung erfordern, durchläuft jedes Holzsortiment diesen Prozess separat. So ist z.B. die Aufbereitung von Altholz, bedingt durch erhebliche Mengen an Störstoffen, mit mehr Aufwand verbunden als die Aufbereitung von Faserholz (Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, 2018).

Nach der Nassspanaufbereitung werden die gesäuberten und konfektionierten Holzspäne auf 2% Restfeuchte getrocknet. Die hierfür benötigte Energie wird oftmals von den werkseigenen Kraftwerken geliefert, indem stofflich nicht verwertbare Holzanteile, die bei den Produktionsprozessen anfallen, als Energiequellen dienen.

Die getrockneten Späne kommen weiter in die Trockenspanaufbereitung, wo die Aufbereitung in ein feines Deckschichtmaterial, für eine glatte und geschlossene Oberfläche der Spanplatte, und ein grobes Mittelschichtmaterial, sorgt für nötige Stabilität der Platte, erfolgt. Die fertigen Späne werden abschließend beleimt und auf Endlosförderbänder schichtweise (Deckschicht-Mittelschicht-Deckschicht) aufgebracht. Ein-Etagen-Pressen für Einzelplatten oder Endlospresen für Endlospalten verpressen abschließend die Schichten, die nach der Abkühlung noch formatiert und geschliffen werden und je nach Anwendung einen weiteren Veredelungsprozess durchlaufen (Svehla and Winter, 2013).

Thermische Verwertung

Schadstoff belastetes Altholz und behandeltes Altholz, das keiner stofflichen Verwertung zugeführt werden kann, wird in thermischen Verfahren zur Energiegewinnung verwertet. Darüber hinaus werden die darin enthaltenen organischen Schadstoffe zerstört. Je nach erforderlichem Lastbereich, Laständerungsgeschwindigkeit und der Stückigkeit des Brennstoffes werden Rost- oder Wirbelschichtfeuerung eingesetzt (Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, 2018).

Die Rauchgasreinigung der Feuerungsanlagen ist je nach Brennstoffeinsatz unterschiedlich aufwendig. Beim Einsatz von naturbelassenem Altholz (z. B. in Biomassekraftwerk) sind oft Maßnahmen zur Minderung der Emissionen von Stickoxiden und SO₂ sowie Elektrofilter ausreichend, um die gesetzlichen Grenzwerte einzuhalten. Der Einsatz von behandeltem Altholz als Brennstoff bedarf einer komplexeren Rauchgasreinigung, mit SCNR- oder SCR- Anlagen und Gewebefilter, wie sie in Müllverbrennungsanlagen verwendet werden (Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, 2018).

6.3.3 Alteisen

Die in Niederösterreich anfallenden Schrottmengen werden zur Gänze, wie in Abbildung 10 zu erkennen, recycelt. Hierfür stehen verschiedene Shreddertechnologien zur Verfügung, die je nach Beschaffenheit des Schrottes zum Einsatz kommen.

Grundsätzlich besteht eine Shredderanlage aus folgenden Prozessen (Kranert and Cord-Landwehr, 2010):

- Zerkleinerung – langsam laufende Wellenzerkleinerer oder Hammermühlen

- Siebung – zur Abtrennung großer Fraktionen, die die Zerkleinerung nochmals durchlaufen
- Eisenmetallabscheidung – starke Magnetscheider (Überband-, Trommel- und Bandrollenmagnetabscheider) holen Eisen-Metalle aus dem Shreddergut
- Wirbelstromabscheidung – zur Abtrennung von Nichteisen-Metallen
- Entstaubungsanlage – zur Vermeidung von Emissionen

Abbildung 28 visualisiert eine sogenannte Zerdinator-Anlage, weitere Anlagen sind der normale Autosshredder und der Kondirator, die sich durch die Anordnung der Roste und der Beschickung in den Rotorraum unterscheiden. Das Shreddergut wird beim Autosshredder und dem Zerdinator von unten, beim Kondirator von oben in den Rotorraum zugeführt. Der Kondirator ist zusätzlich so gebaut, dass er auch wesentlich schwereren Schrott bearbeiten kann (Reinalter, 2009).

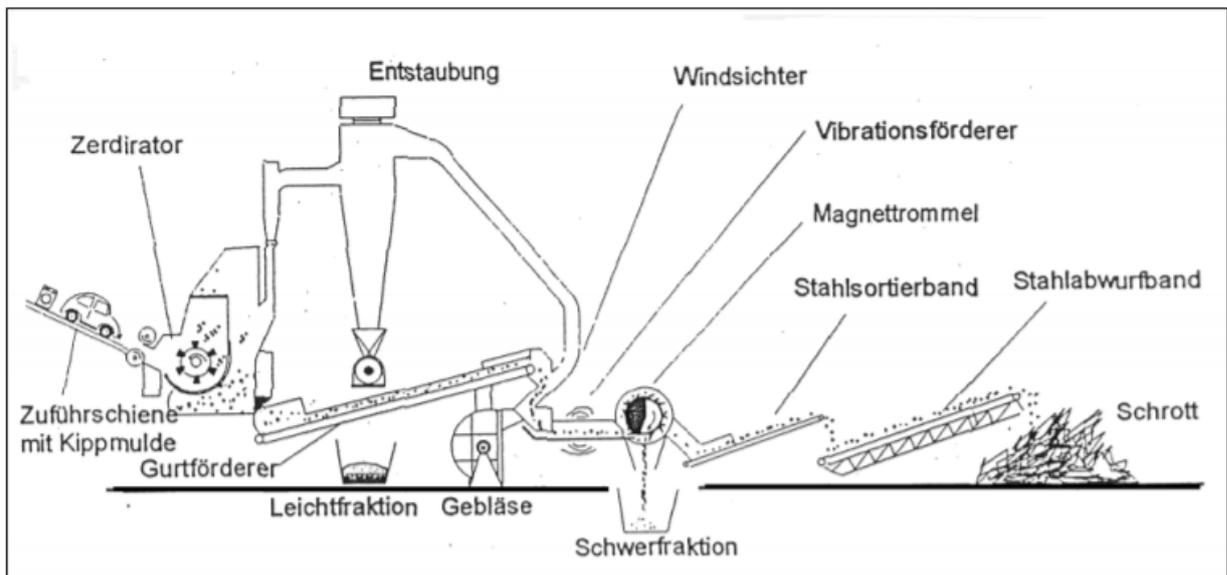


Abbildung 28: Shredderanlage am Beispiel einer Zerdinatortechnologie (Reinhardt and Richers, 2004)

Als Abfallprodukte fallen entlang der Aufbereitungskette eine Shredderleichtfraktion (SLF) und eine Shredderschwerfraktion (SSF) an, die für keine weitere Verwertung geeignet sind und in Müllverbrennungsanlagen verbrannt werden (Förstner, 2012).

Eisen-Schrott und Nichteisen-Schrott werden hingegen wieder in der Metallindustrie zu neuen Produkten verarbeitet. Da diese Schrotte jedoch noch zum Teil mit Verunreinigungen behaftet sind bzw. aus verschiedenen Legierungen bestehen, werden diese in unterschiedliche Qualitätsklassen eingeteilt, die in der Schrottsortenliste angeführt sind (Bilitewski and Härdtle, 2013).

7. Schlussfolgerung und Ausblick

Zur Bestimmung der Zusammensetzung von Sperrmüll sind grundsätzlich beide Methoden, Sichtung sowie Sortierung, geeignet. Welche Methode schließlich angewendet wird, ist abhängig von der Fragestellung und der erforderlichen Genauigkeit der Ergebnisse, welche Mittel (Personal, Infrastruktur, Finanzierung) zur Verfügung stehen und dem Zeitmanagement. Es sollten sich also im Vorhinein Gedanken über die Zielbestimmung und den Rahmenbedingungen der Analyse gemacht werden.

Eine Sichtung wird dann angewandt, wenn zum Beispiel für eine Neuausrichtung von Sammelsystemen oder zur Entwicklung neuer Behandlungsverfahren die Zusammensetzung von Abfällen überschlägig abgeschätzt werden soll. Der zu untersuchende Abfall sollte in der Zusammensetzung jedoch gering durchmischt sein und aus wenigen, großvolumigen Stoffgruppen bestehen, wodurch eine visuelle Zuordnung der Abfallarten bzw. Materialien zu den Fraktionen möglich ist. Je kleiner und vielfältiger die Zusammensetzung von Abfallfraktionen ist, desto schwieriger ist die Durchführung einer Sichtung und desto ungenauer resultieren die Ergebnisse, was bei manchen Proben in der Voruntersuchung (Pre-Test des Leitfadens) der Fall war. Sperrmüll besteht in der Regel aus großvolumigen Fraktionen, wodurch sich die Methode der Sichtung gerade an diesem Abfallstrom anwenden lässt. Neben der Bestimmung der Zusammensetzung sperriger Abfälle, lässt sich mit dieser Methode auch zusätzlich die Funktionalität einzelner Teile, wie noch intakte Fahrräder, Kästen oder Sofas, beurteilen. Es kann also das Potential der Wiederverwendung von Abfällen in größerem Umfang als bei einer Sortierung bestimmt werden.

Um Sichtungen miteinander vergleichbar zu machen, ist es erforderlich, dass die Planung, Durchführung und Ergebnisauswertung der Analysen nach einem einheitlichen Schema erfolgen. Um dies zu gewährleisten, wurde ein einheitlicher Leitfaden konzipiert, der sich in folgende fünf Abläufe gliedert:

- Zieldefinition
 - Formulierung des Untersuchungsziels
- Erhebung erforderlicher Information des Untersuchungsgebietes
 - Sozioökonomische Faktoren; Abfallwirtschaftliche Faktoren; Saisonale Einflüsse; Schichtung; Unterteilung der Grundgesamtheit
- Probenahmeplanung
 - Zugriffsebene der Probe; Größe der Probe; Probenumfang; Auswahl der Proben, zeitliche Abfolge
- Durchführung der Sichtung und
 - Dokumentation der Daten; Fotodokumentation für spätere Auswertung; Auffälligkeiten
- Ergebnisauswertung
 - Bestimmung der Zusammensetzung; Ergebnisauswertung

Eine Voruntersuchung zur Bestimmung der Sperrmüllzusammensetzung in Niederösterreich diente zur Konzipierung und zur Testung des Leitfadens, indem diese Punkte in der Praxis durchgearbeitet wurden.

Im Zuge der Sichtung wurde lediglich eine Unterteilung des Untersuchungsgebietes nach sozioökonomischen Faktoren (Unterteilung in städtische, intermediäre und ländliche Regionen) vorgenommen. Um detailliertere Aussagen treffen zu können, wäre eine weitere Unterteilung nach abfallwirtschaftlichen Faktoren (z.B. nach Bring-

und Holsystem) empfehlenswert. Schwierigkeiten traten unter anderem bei der Bestimmung des erforderlichen Probenumfangs auf. Dieser wurde nicht vorab rechnerisch festgelegt, sondern ergab sich im Zuge der Untersuchung. In Summe wurden ca. 120 Tonnen Sperrmüll von zwei Verbänden analysiert, was ca. 3,1 % der Sperrmülljahresmenge der Verbände entsprach. Aus dieser Erkenntnis heraus kann die Aussage getroffen werden, dass 2 – 3 % der Jahresmenge auch in größeren Untersuchungsgebieten, eine bewältigbare, zu analysierende Menge darstellt. Für eine genaue Bestimmung des Probenumfangs, wären noch weitere Überlegungen bzw. Studien erforderlich, die den Leitfaden detaillierter ausarbeiten.

Die Sperrmüllmengen der Verbände Gmünd und Krems und dem Magistrat St. Pölten haben sich in den letzten Jahren sehr unterschiedlich entwickelt. So sind in Gmünd die Mengen zwar rückläufig, hat 2018 aber mit einem Pro-Kopf-Aufkommen von 47 kg/EW den höchsten Wert. Im Vergleich zum österreichischen Pro-Kopf-Aufkommen, 30 kg/EW, liegen alle drei untersuchten Regionen über diesem Wert. Zur Vermeidung bzw. zur Verringerung dieser Mengen besteht in Niederösterreich z.B. die Möglichkeit über die Online-Plattform „sogutwieNEU“ (Initiative der NÖ Umweltverbände und der NÖ Landesregierung) gebrauchsfähige Waren zu verkaufen, zu kaufen oder zu tauschen, wodurch jährlich ca. 300 Tonnen Abfall vermieden werden. Allerdings fielen 2018 nach wie vor ca. 76.000 t Sperrmüll, 58.000 t Altholz und 20.800 t Alteisen an. Während Altholz und Alteisen bereits fast zur Gänze recycelt werden, liegt die stoffliche Recyclingquote von Sperrmüll bei lediglich ca. 2 %, der Rest geht in die Verbrennung. Voraussetzung zur Steigerung der stofflichen Verwertung wäre unter anderem eine sortenreine Abtrennung von Materialien aus dem Sperrmüllstrom, wie es z.B. in einigen Verbänden mit der Hartkunststoffabtrennung praktiziert wird.

Um ein genaueres Altstoffpotential, hinsichtlich noch verwertbarer Materialien, aber auch wiederverwendbarer Gegenstände, von Sperrmüll zu bestimmen, wären in diesem Bereich weitere Analysen notwendig, um eventuell Sammelsysteme und in weiterer Folge auch Behandlungsverfahren zu optimieren. Da im Zuge der Voruntersuchung (Sichtung des Sperrmülls im Bringsystem) in vielen Proben ein sehr hoher Kunststoff- und Restmüllanteil festgestellt wurde, wäre vor allem im Bereich Sammelsysteme interessant, welche Unterschiede sich zwischen dem Hol- und Bringsystem bzgl. Erfassungsgrad und der Zusammensetzung ergeben.

Literaturverzeichnis

- Amt der Tiroler Landesregierung, 2002. Technische Regeln zur Altholzbehandlung. URL [http://www.sauberes-tirol.at/uploads/altholz-broschoore_foor_download_\(einzelseiten\).pdf](http://www.sauberes-tirol.at/uploads/altholz-broschoore_foor_download_(einzelseiten).pdf) (accessed 25.05.20).
- Avfall Sverige, 2018. Swedish Waste Management 2018. Malmö.
- Bandion, M., Frankhauser, M., Kraftl, A., Rosenberger, H., 2009. ASUR 91401 - Konzept zur ökologischen und ökonomischen Optimierung der Sammlung-, Trenn- und Verwertungslogistik für Sperrmüll aus privaten Haushalten der Landeshauptstadt St. Pölten. St. Pölten.
- Bayer, H., Krämer, A., 2016. Sperrmüllanalyse 2015 im Großherzogtum Luxemburg. Administration de l'environnement, Esch-sur-Alzette.
- Bayer, K., 2001. Sammlung und Verwertung von Altteppichen. URL https://www.abfallratgeber.bayern.de/publikationen/abfallverwertung/doc/sam_verw_alttepp.pdf (accessed 2.3.20).
- Bayerisches Landesamt für Umwelt, s.a. Sperrmüll. Abfallratgeber Bayern. URL <https://www.abfallratgeber.bayern.de/haushalte/abfallentsorgung/sperrmuell/index.htm> (accessed 1.4.20).
- Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 2005. Sortierung von Abfällen aus Haushalten. URL https://www.abfallratgeber.bayern.de/publikationen/abfallverwertung/doc/sortierung_abfaelle.pdf (accessed 29.02.20).
- Beigl, P., Happenhofer, A., Allesch, A., 2019. Leitfaden für die Planung, Durchführung und Auswertung von Altpapiersortieranaysen. Institut für Abfallwirtschaft BOKU, Wien.
- Bilitewski, B., Härdtle, G., 2013. Abfallwirtschaft - Handbuch für Praxis und Lehre, 4th ed. Springer Vieweg, Berlin.
- BMK, 2020. Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich (Statusbericht). Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Wien.
- City of Amsterdam, s.a. Bulky waste. URL <https://www.amsterdam.nl/en/waste-recycling/bulky-waste/#h21e76c54-bf4a-947d-e272-192542be125d> (accessed 4.2.20).
- Curran, A., Williams, I., Heaven, S., 2007. Management of household bulky waste in England. Resources, Conservation and Recycling 51, 78–92.
- Deike, R., Ebert, D., Warnecke, R., Vogell, M., 2012. Abschlussbericht zum Projekt "Recyclingpotential bei Rückständen aus der Müllverbrennung." Institut für Metallurgie und Umformtechnik, Duisburg Essen.
- Deutsche Bundesstiftung Umwelt, s.a. Hochwertiges Recycling von PUR-Weichschaumstoffen. URL https://www.dbu.de/123artikel36027_2430.html (accessed 3.4.20).
- Die NÖ Umweltverbände, s.a. Abfallbehandlung in Niederösterreich. URL https://www.umweltverbaende.at/?dok_id=29448&portal=abfallverband&vb=&kat=21 (accessed 24.2.20).

- Dornbusch, H.J., Hannes, L., Santjer, M., Böhm, C., Wüst, S., Zwisele, B., Kern, M., Siepenkothen, H.J., Kanthak, M., 2020. Vergleichende Analyse von Siedlungsabfällen aus repräsentativen Regionen in Deutschland zur Bestimmung des Anteils an Problemstoffen und verwertbaren Materialien (Abschlussbericht). Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- EU Parlament, 2018. Richtlinie (EU) 2018/852 des europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle.
- EU Parlament, 2012. Richtlinie 2012/19/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte.
- EU Parlament, 2008. Richtlinie 2008/98/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien.
- EU Parlament, 2000. Richtlinie 2000/76/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Dezember 2000 über die Verbrennung von Abfällen.
- EU Parlament, 1999. Richtlinie 1999/31/EG des Rates vom 26. April 199 über Abfalldeponien.
- EU-Recycling, 2020. Teppichrecycling: Forderung nach einem ERP-System im Rahmen des Green Deal. EU-Recycling + Umwelttechnik 2, 14.
- EU-Recycling, 2019. Matratzen- und Teppichrecycling ist noch kein Geschäftsmodell. EU-Recycling + Umwelttechnik 5, 21.
- EU-Recycling, 2018. Sperrmüll ist kein Restmüll. EU-Recycling + Umwelttechnik 4, 9.
- Europäisches Parlament, 2018. Abfallwirtschaft in der EU: Zahlen und Fakten. URL <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20180328STO00751/abfallwirtschaft-in-der-eu-zahlen-und-fakten> (accessed 12.2.20).
- European Commission, 2019. Recycled bulky urban waste gains new value. URL https://ec.europa.eu/research/infocentre/article_en.cfm?id=/research/headlines/news/article_19_05_20_en.html?infocentre&item=Infocentre&artid=50186# (accessed 2.4.20).
- European Commission, 2004. Methodology for the Analysis of Solid Waste (SWA-Tool). URL <https://www.wien.gv.at/meu/fdb/pdf/swa-tool-759-ma48.pdf> (accessed 19.7.20).
- EVN, 2019. Umwelterklärung MVA Dürnrrohr 2018. Zwentendorf.
- Förstner, U., 2012. Umweltschutztechnik, 8th ed. Springer, Hamburg.
- Förtsch, G., Meinholz, H., 2015. Handbuch betriebliche Kreislaufwirtschaft. Springer Spektrum, Wiesbaden.
- Forum Umweltbildung, 2015. Die Müllanalyse: Ein notwendiges Instrument der Quantifizierung. URL <https://www.umweltbildung.at/cgi-bin/cms/praxisdb/suche.pl?aktion=thema&typ=Themen&themenid=466&> (accessed 24.2.20).
- Gisbertz, K., Friedrich, B., Heinrichs, S., Rößmann, D., Pretz, T., Knepperger, C., 2014. Metallurgische Verwertbarkeit aufbereiteter NE-Metallkonzentrate aus MV-Rostasche. World of Metallurgy - Erzmetall (2) 67, 89–98.

- Grabowska, J., 2013. Von der Abfallpolitik zu einer nachhaltigen Stoffstrompolitik - Gestaltungsmöglichkeiten im Zusammenspiel von Konsumenten, Unternehmen und Verwaltung am Beispiel ausgewählter EU-Staaten. München.
- GV Gmünd, 2019. Persönliche Mitteilung vom 30.08.2019. Gemeindeverband für Umweltschutz und Abgabeneinhebung im Bezirk Gmünd, Gmünd.
- GV Krems, 2020. GV Krems - INFO. URL https://krems.umweltverbaende.at/noeav/user/vb_kr/dokumente/Abfallinfo_01_2020.pdf (accessed 5.10.20).
- Hahnenkamp, N., Tuminski, R., 2017. Untersuchung zur optimierten stofflichen Verwertung von Sperrmüll- insbesondere Matratzen, Teppiche/Teppichböden und Kunststoffe- aus Haushalten unter Berücksichtigung der gemeinsamen Behandlung mit gewerblichen Sperrmüllanteilen. Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück.
- Huckestein, B., Grutke, S., Wittstock, K., BASF, 2003. Verwertung von Kunststoffen, in: Makromolekulare Chemie: Ein Lehrbuch Für Chemiker, Physiker, Materialwissenschaftler Und Verfahrenstechniker, 3. Birkhäuser, Basel, pp. 491–514.
- Kranert, M., Cord-Landwehr, K., 2010. Einführung in die Abfallwirtschaft, 4th ed. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden.
- Land Niederösterreich, 2020a. Reaprieren statt wegwerfen [WWW Document]. Land Niederösterr. URL <http://www.noe.gv.at/noe/Impressum.html> (accessed 11.17.20).
- Land Niederösterreich, 2020b. Daten zur kommunalen Abfallwirtschaft in Niederösterreich [WWW Document]. Land Niederösterr. URL http://www.noe.gv.at/noe/Abfall/Abfallwirtschaft_Daten.html (accessed 17.11.20).
- Land Niederösterreich, 2019. Abfallwirtschaft Niederösterreich Daten 2018. Abt. Umwelt und Energiewirtschaft, St. Pölten.
- LfU, 1998. Richtlinie für die Durchführung von Untersuchungen zur Bestimmung der Menge und der Zusammensetzung fester Siedlungsabfälle im Land Brandenburg. Landesamt für Umwelt Brandenburg.
- LfULG, 2014. Richtlinie zur einheitlichen Abfallanalytik in Sachsen, Sächsische Sortierrichtlinie 2014. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- Marktgemeinde Maria Enzersdorf, 2020. Altstoff-Börse [WWW Document]. Maria Enzersdorf. URL <https://www.mariaenzersdorf.gv.at/Altstoff-Boerse> (accessed 17.11.20).
- Müllverband Burgenland, 2020. Wiederverwenden statt wegwerfen [WWW Document]. REUSE Netz. Burgenland. URL <https://www.reuse-burgenland.at/home.html> (accessed 17.11.20).
- Neubauer, M., Karigl, B., Kleemann, F., Tesar, M., 2019. Fortschreibung des Niederösterreichischen LAWP 2016. URL <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0673.pdf> (accessed 22.5.20).

- Niederösterreichischer Abfallwirtschaftsverein, 2002. Gesamtkonzept zur ökologischen und ökonomischen Optimierung der Sammelsysteme 2004. Abteilung Umweltwirtschaft und Raumordnungsförderung, St. Pölten.
- NÖ Umweltverbände, 2020. SOGUTWIENEU [WWW Document]. sogutwieneu.at. URL <https://www.sogutwieneu.at/?tpl=7&kat=4> (accessed 17.11.20).
- NÖAWG, 1992. Niederösterreichisches Abfallwirtschaftsgesetz 1992, LGBl. 8240-6 geändert durch LGBl. Nr. 42/2017.
- Novak, E., 2001. Verwertungsmöglichkeiten für ausgewählte Fraktionen aus der Demontage von Elektroaltgeräten. Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Kunststoff, Wien.
- Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, 2018. Leitfaden zur Altholzsortierung. ÖWAV-Arbeitsbehelf 60.
- Pladerer, C., Kloud, V., Gupfinger, H., Rappl, B., Roiser-Bezan, G., 2002. Erhebung und Darstellung des Sperrmüllaufkommens in Wien. Österreichisches Ökologie-Institut, Wien.
- Praxis und Wissen, 2017. Verwertung statt Verbrennung! Die Hartkunststoffsammlung und -verwertung in der Modellregion Niederösterreich. BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 162, 354–356.
- Recycling Magazin, 2018. Weichschaum aus Matratzen wiederverwerten. URL <https://www.recyclingmagazin.de/2018/03/06/weichschaum-aus-matratzen-wiederverwerten/> (accessed 3.4.20).
- Recyclingholzverordnung, 2012. Verordnung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Recycling von Altholz in der Holzwerkstoffindustrie, BGBl. 2 Nr. 160/2012 idF BGBl 2 Nr. 178/2018.
- Reinalter, M., 2009. Aufbereitung von Magnetschrott aus der mechanischen Abfallbehandlung. Institut für Nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik, Leoben.
- Reinhardt, T., Richers, U., 2004. Entsorgung von Shredderrückständen - ein aktueller Überblick. Institution für technische Chemie, Karlsruhe.
- Scholz, R., Beckmann, M., Schulenburg, F., 2001. Abfallbehandlung in thermischen Verfahren - Verbrennung, Vergasung, Pyrolyse, Verfahrens- und Anlagenkonzepte, 1st ed. B.G. Teubner GmbH, Wiesbaden.
- Schröer, R., 2012. Co-Verbrennung von Siedlungsabfällen in Kleinanlagen zur dezentralen Energieversorgung und Abfallentsorgung. Unidruckerei der Universität Kassel, Kassel.
- Schulze, G., 2016. Slowakei: Auf dem langen Weg zur Kreislaufwirtschaft. EU - Recycl. URL <https://eu-recycling.com/Archive/13046> (accessed 8.4.20).
- Seifert, H., Vehlow, J., 2017. Thermische Verfahren, in: Einführung in Die Kreislaufwirtschaft, 5. Springer Vieweg, Wiesbaden, pp. 423–470.
- Stadt Graz, s.a. Abfallhierarchie [WWW Document]. Graz Umw. URL <https://www.umwelt.graz.at/cms/ziel/6769054/DE/> (accessed 18.6.20).
- Stadt Wien, 2020. Der 48er-Tandler [WWW Document]. 48er Tandler Wien. Altwarenmarkt. URL <https://48ertandler.wien.gv.at/site/der-48er-tandler/> (accessed 17.11.20).

- Statistik Austria, 2020. Bevölkerung zu Jahres- und Quartalsanfang [WWW Document]. URL https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/bevoelkerungsstand_und_veraenderung/bevoelkerung_zu_jahres_quartalsanfang/index.html (accessed 15.12.20).
- Svehla, J., Winter, B., 2013. Stand der Technik von Anlagen der Span- und Faserplattenindustrie. Umweltbundesamt, Wien.
- Technische Arbeitsgruppe Sortieranalysen, 2017. Leitfaden für die Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Wikipedia, 2020. Bezirk Krems-Land. URL https://de.wikipedia.org/wiki/Bezirk_Krems-Land (accessed 5.8.20).
- Wikipedia, 2018. Bezirk Gmünd. URL https://de.wikipedia.org/wiki/Bezirk_Gm%C3%BCnd (accessed 23.10.19).

Anhang

Anh. 1: Fraktionenkatalog für die Durchführung einer Sperrmüllsichtung

Hauptgruppen	Untergruppe	Beispiele
Papier/Karton		Druckerzeugnisse; Papiersackerl; Briefe; Kataloge; Kartonschachteln; Wellpappe; Pappteller
Metalle		Bleche; Rohre; Schrauben; Nägel; Alugeschirr; Buntmetalle; Sanitärarmaturen
Biogene Abfälle		Diverse Lebensmittel; Gartenabfälle
Glas		Flaschen; Konservenglas; Fensterglas; Spiegel
Holz	Altholz unbehandelt	Paletten sauber; Schalungsplatten; Holzmöbel; Leimholz; Spanplatten
	Altholz behandelt	Fenster; Holzfaserdämmplatten; imprägnierte Holzabfälle; Türen; Türstöcke; Siebdruckplatten; Laminatböden; MDF-Platten
Kunststoffe	Hartkunststoff	Spielzeug; Kübel; Fässer
	Weichkunststoff	Styropor; Planen; Säcke
Elektroaltgeräte (EAG)		Rasierer; Fernseher; Laptop; Lampen; E-Herd
Problemstoffe		Farben; Lacke; ölverschmutzte Abfälle; Mineralwolle
Inertstoffe		Keramik; Ziegel; Fliesen
Textil	Bekleidung; Schuhe	
	Teppich; Teppichböden	
Verbundmaterial	Polstermöbel	Sofa; Couch; Sessel
	Matratzen	
Undefinierbarer Rest		Nicht identifizierbare Materialien
Restmüllanteil	Inkludiert alle oben beschriebenen Fraktionen, sofern sie nicht der Definition (NÖAWG) Sperrmüll entsprechen und kein Altstoff sind	Kunststofffolien, Textilien, Spielzeug, Kunststoffsäcke, Kleinteile aus unterschiedlichsten Materialien

Anh. 2: Hochgerechnete Sperrmüllzusammensetzung der Umladestation der intermediären Schicht in kg

	Gewichte in kg	Kunststoff	Metalle	Textil	Verbund	Papier/ Karton	Holz	Problemstoff	undefinierbarer Rest	Restmüllanteil
Gmünd Hoheneich	2120	583	106	477	689	0	159	0	106	742
Heidenreichstein	3740	1589,5	374	467,5	748	187	187	0	187	1402,5
Schrems	1200	630	60	60	150	120	120	0	60	300
Ottenschlag	1940	727,5	145,5	145,5	533,5	194	97	0	97	679
Zwettl	2440	854	122	183	915	0	244	0	122	610
Litschau	3120	1326	234	156	234	858	234	0	78	1482
Gmünd Hoheneich	2180	817,5	163,5	218	0	272,5	327	381,5	0	599,5
Allentsteig	2560	1088	128	512	512	64	128	0	128	1088
Litschau	2200	935	110	55	110	715	220	0	55	880
Zwettl	2140	1070	53,5	107	0	267,5	588,5	0	53,5	1016,5
Heidenreichstein	3480	2262	174	174	435	348	0	0	87	1479
Gmünd Hoheneich	1200	450	60	120	270	120	150	0	30	420
Litschau	840	147	0	105	378	63	126	0	21	147
Litschau	2980	1043	149	149	894	596	0	0	149	1043
Weitra- Altw.-U	4340	2061,5	542,5	217	542,5	434	217	0	325,5	1953
Zwettl	1200	390	60	90	480	60	90	0	30	240

Anh. 3: Hochgerechnete Sperrmüllzusammensetzung der Umladestation der ländlichen Schicht in kg

Gemeinde	Gesamtgew.	Kunststoff	Metalle	Textil	Verbund	Papier	Holz	Problemstoff	undef. Rest	Restmüll
Schweiggers	3180	477	0	397,5	238,5	0	1908	0	159	556,5
Bad Großpertholz	2100	787,5	262,5	105	262,5	0	630	0	52,5	682,5
Reingers	2800	2100	210	0	210	70	140	0	70	2170
Gr. Göttfritz	2600	1430	65	260	65	390	325	0	65	1235
Groß Dietmanns	1780	712	89	267	0	133,5	578,5	0	0	489,5
Brand Nagelberg	1620	648	0	81	40,5	405	405	0	40,5	729
Groß Gerungs	2460	1414,5	492	123	184,5	184,5	0	0	61,5	1168,5
Kirchschlag	1640	1435	82	0	0	82	0	0	41	1435
Rappottenstein	2660	1130,5	0	0	465,5	332,5	731,5	0	0	1263,5
Groß Gerungs	3980	2686,5	199	99,5	298,5	199	298,5	0	199	1890,5
Groß Dietmanns	3560	1691	89	267	712	534	178	0	89	1513
Brand Nagelberg	2060	978,5	103	103	0	206	566,5	0	103	824
Groß Dietmanns	2420	1028,5	121	181,5	181,5	242	605	0	60,5	907,5
Schweiggers	2020	1616	101	0	101	0	151,5	0	50,5	1060,5
St. Martin	3240	1539	243	324	162	567	324	0	81	1539
Schwarzenau 1	2140	695,5	160,5	267,5	267,5	428	214	0	107	909,5
Schwarzenau 2	2300	632,5	0	57,5	402,5	0	1092,5	0	115	517,5
Kirchschlag	2340	1170	117	117	351	117	409,5	0	58,5	1111,5
Altmelon	2020	656,5	50,5	151,5	505	606	0	0	50,5	707
Martinsberg	1820	1410,5	45,5	91	45,5	182	0	0	45,5	1001
Waldhausen	2420	907,5	121	181,5	726	423,5	0	0	60,5	968
Martinsberg	2000	850	100	100	500	100	300	0	50	950
Amaliendorf	2620	1310	0	65,5	589,5	327,5	196,5	0	131	1179
Rappottenstein	2940	2058	147	147	220,5	220,5	0	0	147	1617
Brand Nagelberg	1900	807,5	95	95	47,5	570	237,5	0	47,5	807,5
Hirschbach	2080	780	104	260	312	364	156	0	104	884
Groß Dietmanns	2900	1015	145	362,5	725	507,5	0	0	145	1015
Schönbach	1940	921,5	97	48,5	436,5	194	97	0	145,5	824,5
St. Martin	3040	1292	152	456	152	760	76	0	152	1368
Groß Schönau	3660	1830	274,5	274,5	183	366	457,5	0	274,5	1464
Bad Großpertholz	2080	1248	104	104	312	260	0	0	52	832
Altmelon	1880	705	94	376	470	94	94	0	47	658
Martinsberg	2700	1282,5	135	270	540	202,5	135	0	135	1147,5
Schwarzenau	2000	850	250	300	0	100	400	0	100	750

Anh. 4: Bevölkerungsbezogene Gewichtungsfaktoren

Verband	ASZ	Schicht	Bevölkerung	%	Gew-Faktor
Gmünd	Gmünd-Hoheneich	2	6785	8,59	0,0859
Gmünd	Heidenreichstein	2	3942	4,99	0,0499
Gmünd	Litschau	2	2252	2,85	0,0285
Gmünd	Schrems	2	5398	6,83	0,0683
Gmünd	Weitra-U-A	2	3657	4,63	0,0463
Zwettl	Allentsteig	2	1808	2,29	0,0229
Zwettl	Ottenschlag	2	992	1,26	0,0126
Zwettl	Zwettl Stadt	2	10885	13,78	0,1378
Gmünd	Amaliendorf	3	1102	1,40	0,0140
Gmünd	Brand-Nagelberg	3	1526	1,93	0,0193
Gmünd	Großdietmanns	3	2193	2,78	0,0278
Gmünd	Bad Großpertholz	3	1318	1,67	0,0167
Gmünd	Großschönau	3	1212	1,53	0,0153
Gmünd	Hirschbach	3	576	0,73	0,0073
Gmünd	Reingers	3	623	0,79	0,0079
Gmünd	St. Martin	3	1111	1,41	0,0141
Zwettl	Groß Gerungs	3	4475	5,66	0,0566
Zwettl	Großgöttfritz	3	1378	1,74	0,0174
Zwettl	Kirchschlag	3	618	0,78	0,0078
Zwettl	Martinsberg	3	1094	1,38	0,0138
Zwettl	Altmelon	3	849	1,07	0,0107
Zwettl	Rappottenstein	3	1718	2,17	0,0217
Zwettl	Schönbach	3	783	0,99	0,0099
Zwettl	Schwarzenau	3	1505	1,91	0,0191
Zwettl	Schweiggers	3	2000	2,53	0,0253
Zwettl	Waldhausen	3	1209	1,53	0,0153
Gmünd	Harbach	2	720	0,91	0,0091
Gmünd	Eggern	3	690	0,87	0,0087
Gmünd	Eisgarn	3	679	0,86	0,0086
Gmünd	Haugschlag	3	485	0,61	0,0061
Gmünd	Kirchberg am Walde	3	1305	1,65	0,0165
Gmünd	Waldenstein	3	1199	1,52	0,0152
Zwettl	Arbesbach	3	1623	2,05	0,0205
Zwettl	Bärnkopf	3	355	0,45	0,0045
Zwettl	Echsenbach	3	1258	1,59	0,0159
Zwettl	Göpfritz an der Wild	3	1823	2,31	0,0231
Zwettl	Grafenschlag	3	870	1,10	0,0110
Zwettl	Gutenbrunn	3	516	0,65	0,0065
Zwettl	Kottes-Purk	3	1475	1,87	0,0187
Zwettl	Langschlag	3	1755	2,22	0,0222
Zwettl	Pölla	3	926	1,17	0,0117
Zwettl	Sallingberg	3	1287	1,63	0,0163
Zwettl	Bad Traunstein	3	1020	1,29	0,0129
	Summe		78995		1,0000

Anh. 5: Geschätzte Sperrmüllzusammensetzung der Altstoffsammelzentren in Masse-%

Schicht	ASZ	Füllstand	Kunststoff	Metalle	Textil	Verbundmaterial	Papier/ Karton	Holz	Undefinierbarer Rest	Restmüllanteil
3	Bad Großpertholz	5/6 voll; 27,5m ³	62,5	5	12,5	12,5	5	0	2,5	42,5
1	St. Pölten 1	4/6 voll; 22m ³	7,5	5	20	62,5	2,5	0	2,5	7,5
1	St. Pölten 2	4/6 voll; 22m ³	7,5	10	10	67,5	0	0	5	7,5
2	Gmünd Hoheneich	5/6 voll; 27,5m ³	30	7,5	10	30	15	2,5	5	30
3	Krems/ WSZ Mitte	voll; 33 m ³	25	7,5	37,5	20	0	2,5	7,5	27,5