

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



# Erhebung des Polyolefinanteils im österreichischen Restmüll

Masterarbeit  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Diplomingenieur

eingereicht von  
**Bernhard STEINER**  
427/ 0740968

Wien, 2018

# Danksagung

Ich möchte mich bei all jenen bedanken, die mich die letzten Jahre bei der Fertigstellung meiner Masterarbeit tatkräftig unterstützt haben. Ganz besonders möchte ich mich bei Herrn Ao.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.nat.techn. Stefan Salhofer für die Betreuung meiner Arbeit bedanken. Außerdem geht mein besonderer Dank an Herrn Dipl.-Ing. Dr. Lukas Kranzinger von der Montanuniversität Leoben für die Unterstützung bei der Planung, Durchführung und Dokumentation der Sortieranalyse.

Des Weiteren möchte ich mich ganz herzlich bei meiner Familie für die andauernde Unterstützung während meines gesamten Studiums bedanken. Besonderer Dank gilt meinen Eltern da sie mir ermöglicht haben dieses Studium durchzuführen.

Außerdem möchte ich mich noch bei meiner Freundin für die fortwährende Unterstützung in den letzten Jahren bedanken, ohne die ich nicht so weit gekommen wäre.

Zusätzlich muss ich mich noch bei meinen Freunden Lukas und Matthias bedanken das sie mir jahrelange Unterstützung in allen Bereichen zukommen ließen.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei allen fleißigen und motivierten Helfern der Sortieranalyse bedanken die mir tatkräftig beim durchwühlen der Restmüllmengen zur Hand gegangen sind.

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	1
1.1 Problemstellung .....	1
1.2 Ziel der Arbeit.....	1
1.3 Aufbau der Arbeit .....	2
2. Restmüll und Verpackungen in Österreich – Stand der Technik.....	4
2.1 Restmüll in Österreich.....	4
2.1.1 Aufkommen.....	4
2.1.2 Behandlung.....	5
2.1.2.1 <i>Verbrennung</i> .....	7
2.1.2.2 <i>Mechanisch-Biologische Behandlung</i> .....	7
2.1.2.3 <i>Stoffliche Verwertung</i> .....	7
2.2 Verpackungen.....	8
2.2.1 Leichtverpackung.....	10
2.2.2 Stoffgleiche Nichtverpackung .....	10
2.3 Polyolefine .....	11
2.3.1 Polypropylen .....	12
2.3.2 Polyethylen .....	13
2.4 Kunststoff-Sammlung in Österreich.....	15
2.4.1 Leichtverpackungs-Sammelsystem.....	17
2.4.2 Hohlkörper-Sammelsystem .....	17
2.5 Kunststoff-Verwertung.....	18
2.5.1 Stoffliche Verwertung.....	18
2.5.2 Thermische Verwertung .....	19
3. Methodik und Vorgehensweise.....	20
3.1 Untersuchungsgebiete .....	20
3.1.1 Bezirk Liezen .....	20
3.1.2 Bezirk Graz .....	21
3.1.3 Bezirk Wien.....	21
3.1.4 Bezirk Korneuburg.....	21
3.2 Feldarbeit.....	22
3.2.1 Probenahme .....	22
3.2.2 Sortieranalyse.....	24
3.3 Laborarbeit.....	25
3.3.1 Probenaufbereitung .....	25
3.3.2 Infrarot-Spektroskopie .....	26
3.4 Österreichweite Hochrechnung.....	27
4. Ergebnisse .....	29
4.1 Sortieranalyse Liezen.....	29
4.1.1 Kunststoffe im Restmüll in Liezen .....	29
4.1.2 Verpackungen und Stoffgleiche Nichtverpackungen im Restmüll in Liezen .....	30
4.1.3 Polyolefinanteil im Restmüll in Liezen .....	31
4.2 Sortieranalyse Graz .....	33
4.2.1 Kunststoffe im Restmüll in Graz .....	33
4.2.2 Verpackungen und Stoffgleiche Nichtverpackungen im Restmüll in Graz .....	35
4.2.3 Polyolefinanteil im Restmüll in Graz .....	36
4.3 Sortieranalyse Wien .....	39

4.3.1	Kunststoffe im Restmüll in Wien.....	39
4.3.2	Verpackungen und Stoffgleiche Nichtverpackungen im Restmüll in Wien.....	40
4.3.3	Polyolefinanteil im Restmüll in Wien.....	42
4.4	Sortieranalyse Korneuburg .....	44
4.4.1	Kunststoffe im Restmüll in Korneuburg .....	44
4.4.2	Verpackungen und Stoffgleiche Nichtverpackungen im Restmüll in Korneuburg .....	45
4.4.3	Polyolefinanteil im Restmüll in Korneuburg .....	47
4.5	Zusammengefasste Ergebnisse der Probenahmen .....	49
4.5.1	Kunststoffanteil .....	49
4.5.2	Verpackungsanteil .....	50
4.5.3	Polyolefinanteil.....	51
4.5.4	Soziodemografische Unterschiede .....	52
4.5.4.1	<i>Kunststoffanteil</i> .....	52
4.5.4.2	<i>Verpackungsanteil</i> .....	53
4.5.4.3	<i>Polyolefinanteil</i> .....	54
4.5.5	Sammlungsspezifische Unterschiede.....	54
4.5.5.1	<i>Kunststoffanteil</i> .....	54
4.5.5.2	<i>Verpackungsanteil</i> .....	55
4.5.5.3	<i>Polyolefinanteil</i> .....	56
4.6	Österreichweite Hochrechnung .....	56
4.6.1	Kunststoffe.....	57
4.6.2	Verpackungssorten.....	59
4.6.3	Kunststoffsorten.....	61
4.6.4	Demografische Unterschiede .....	63
4.6.4.1	<i>Kunststoffe</i> .....	63
4.6.4.2	<i>Verpackungssorten</i> .....	64
4.6.4.3	<i>Kunststoffsorten</i> .....	65
4.6.5	Sammlungsspezifische Unterschiede.....	66
4.6.5.1	<i>Kunststoffe</i> .....	66
4.6.5.2	<i>Verpackungssorten</i> .....	67
4.6.5.3	<i>Kunststoffsorten</i> .....	68
5.	Diskussion.....	69
6.	Schlussfolgerungen.....	73
7.	Zusammenfassung.....	74
8.	Literaturverzeichnis .....	75
9.	Anhang.....	79
	Anh. 1: Probenahmeprotokolle .....	1
	Anh. 2: Österreichweite Hochrechnung .....	14
	Anh. 3: Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur .....	29

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gemischte Siedlungsabfallmengen in Österreich in den Jahren 1991-2015.....	46
Abbildung 2: Behandlung von gemischten Siedlungsabfällen in Österreich.....	7
Abbildung 3: Genehmigte Sammel- und Verwertungssysteme in Österreich.....	8
Abbildung 4: System der Zertifizierung von Verpackungen in Österreich .....	9
Abbildung 5: Anteile der zertifizierten Sammel- und Verwertungssysteme am Leichtverpackungssektor in Österreich .....	10
Abbildung 6: Europäischer Kunststoffverbrauch nach Polymertyp .....	12
Abbildung 7: Strukturformel von Propen .....	12
Abbildung 8: Strukturformel von Polyethylen .....	13
Abbildung 9: Österreichische Gemeinden abgebildet nach Kunststoff-Sammelfraktion und -Sammelsystem .....	15
Abbildung 10: Durchschnittliche Zusammensetzung der Sammelware der Kunststoff-Leichtverpackungen im LVP-S und im HK-S.....	16
Abbildung 11: Recycling Codes der Society of the Plastics Industry.....	18
Abbildung 12: Wachstum der Erfassungsmenge an Verpackungsabfällen in Österreich.....	18
Abbildung 13: Jahressganglinien der verschiedenen Altstoffsammlung aus Haushalten in Österreich ..	22
Abbildung 14: Abkippen der Sammelmenge in Graz .....	24
Abbildung 15: Verwiegung der einzelnen Stichproben .....	24
Abbildung 16: Gesäuberte und nummerierte Probenteile .....	25
Abbildung 17: Agilent Cary 630 FTIR Spectrometer .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Abbildung 18: FTIR-Spektrum einer Probe aus PE .....	26
Abbildung 19: FTIR-Spektrum einer Probe aus PP .....	27
Abbildung 20: FTIR-Spektrum einer Probe aus PC .....	27
Abbildung 21: Aussortierte Menge und Mittelwert an Kunststoffen in kg während der Probenahmen in Liezen .....	29
Abbildung 22: Aussortierte Anteile und Mittelwert an Kunststoffen in % während der Probenahmen in Liezen .....	30
Abbildung 23: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an VP und StNVP während der Probenahmen in Liezen .....	30
Abbildung 24: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an VP und StNVP während der Probenahmen in Liezen .....	31
Abbildung 25: Anteile an VP und StNVP in % im Liezener Restmüll.....	31
Abbildung 26: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an PO und NPO während der Probenahmen in Liezen .....	32
Abbildung 27: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an PO und NPO während der Probenahmen in Liezen .....	32
Abbildung 28: Anteile an PO und NPO in % im Liezener Restmüll .....	33
Abbildung 29: Aussortierte Menge und Mittelwert an Kunststoffen in kg während der Probenahmen in Graz .....	34
Abbildung 30: Aussortierte Anteile und Mittelwert an Kunststoffen in % während der Probenahmen in Graz .....	34
Abbildung 31: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an VP und StNVP während der Probenahmen in Graz .....	35

Abbildung 32: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an VP und StNVP während der Probenahmen in Graz .....	35
Abbildung 33: Anteile an VP und StNVP in % im Grazer Restmüll.....	36
Abbildung 34: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an PO und NPO während der Probenahmen in Graz .....	37
Abbildung 35: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an PO und NPO während der Probenahmen in Graz .....	37
Abbildung 36: Anteile an PO und NPO in % im Grazer Restmüll .....	38
Abbildung 37: Aussortierte Menge und Mittelwert an Kunststoffen in kg während der Probenahmen in Wien.....	39
Abbildung 38: Aussortierte Anteile und Mittelwert an Kunststoffen in % während der Probenahmen in Wien.....	40
Abbildung 39: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an VP und StNVP während der Probenahmen in Wien.....	40
Abbildung 40: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an VP und StNVP während der Probenahmen in Wien.....	41
Abbildung 41: Anteile an VP und StNVP in % im Wiener Restmüll .....	41
Abbildung 42: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an PO und NPO während der Probenahmen in Wien.....	42
Abbildung 43: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an PO und NPO während der Probenahmen in Wien.....	43
Abbildung 44: Anteile an PO und NPO in % im Wiener Restmüll.....	43
Abbildung 45: Aussortierte Menge und Mittelwert an Kunststoffen in kg während der Probenahmen in Korneuburg .....	44
Abbildung 46: Aussortierte Anteile und Mittelwert an Kunststoffen in % während der Probenahmen in Korneuburg .....	45
Abbildung 47: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an VP und StNVP während der Probenahmen in Korneuburg .....	45
Abbildung 48: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an VP und StNVP während der Probenahmen in Korneuburg .....	46
Abbildung 49: Anteile an VP und StNVP in % im Korneuburger Restmüll .....	46
Abbildung 50: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an PO und NPO während der Probenahmen in Korneuburg .....	47
Abbildung 51: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an PO und NPO während der Probenahmen in Korneuburg .....	48
Abbildung 52: Anteile an PO und NPO in % im Korneuburger Restmüll .....	48
Abbildung 53: Aussortierte Anteile und Mittelwert an Kunststoffen in % während der Probenahmen aller Standorte .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Abbildung 54: Vergleich der getrennt erfassten Kunststoffmengen mit den Kunststoffmengen im Restmüll und den Restmüllmengen pro Person und Jahr.....	50
Abbildung 55: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an VP und StNVP während der Probenahmen aller Standorte .....	50
Abbildung 56: Anteile an VP und StNVP in % im Restmüll aller Probenahmen .....	51
Abbildung 57: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an PO und NPO während der Probenahmen aller Standorte .....	51
Abbildung 58: Anteile an PO und NPO in % im Restmüll aller Probenahmen.....	52
Abbildung 59: Unterschiede im Kunststoffanteil zwischen städtischen und ländlichen Gebieten in % .....	53

Abbildung 60: Anteile an VP und StNVP in % im Restmüll aller Probenahmen aggregiert nach soziodemografischen Unterschieden .....	53
Abbildung 61: Anteile an PO und NPO in % im Restmüll aller Probenahmen aggregiert nach soziodemografischen Unterschieden .....	54
Abbildung 62: Unterschiede der Kunststoffanteile im Restmüll zwischen Gebieten mit Hohlkörpersammlung und Leichtverpackungssammlung in %.....	55
Abbildung 63: Unterschiede der Anteile an Verpackungssorten im Restmüll zwischen Gebieten mit Hohlkörpersammlung und Leichtverpackungssammlung in %.....	55
Abbildung 64: Unterschiede der Anteile an Kunststoffsorten im Restmüll zwischen Gebieten mit Hohlkörpersammlung und Leichtverpackungssammlung in %.....	56
Abbildung 65: Kunststoffmengen in t je Erfassungsgebiet im Vergleich zu den Einwohnerzahlen in Mio.....	57
Abbildung 66: Kunststoffanteil in % und Kunststoffmenge in kg/EW*a verglichen mit der Restmüllmenge in kg/EW*a .....	58
Abbildung 67: Prozentanteile der Verpackungssorten im österreichischen Restmüll.....	59
Abbildung 68: Vergleich der Mengen an Verpackungssorten und Restmüll pro Kopf und Jahr in den unterschiedlichen Erfassungsgebieten in kg/EW*a.....	60
Abbildung 69: Vergleich der jährlich anfallenden Mengen an Verpackungssorten in t und Einwohnerzahlen in Mio. in den verschiedenen Erfassungsgebieten .....	60
Abbildung 70: Prozentanteile der Kunststoffsorten im österreichischen Restmüll.....	61
Abbildung 71: Vergleich der Mengen an Kunststoffsorten und Restmüll pro Kopf in den unterschiedlichen Erfassungsgebieten in kg/EW*a.....	62
Abbildung 72: Vergleich der jährlich anfallenden Mengen an Kunststoffsorten in [t] und Einwohnerzahlen in [Mio.] in den verschiedenen Erfassungsgebieten.....	62
Abbildung 73: Kunststoffanteil in % und Kunststoffmenge in kg/EW*a verglichen mit der Restmüllmenge in kg/EW*a nach demografischen Unterschieden .....	63
Abbildung 74: Kunststoffmengen in t je Erfassungsgebiet im Vergleich zu den Einwohnerzahlen in Mio.nach demografischen Unterschieden .....	63
Abbildung 75: Vergleich der Mengen an Verpackungssorten und Restmüll pro Kopf und Jahr in kg/EW*a nach demografischen Unterschieden .....	64
Abbildung 76: Vergleich der jährlich anfallenden Mengen an Verpackungssorten in t und Einwohnerzahlen in Mio. nach demografischen Unterschieden.....	64
Abbildung 77: Vergleich der Mengen an Kunststoffsorten und Restmüll pro Kopf nach demografischen Unterschieden in kg/EW*a.....	65
Abbildung 78: Vergleich der jährlich anfallenden Mengen an Kunststoffsorten in t und Einwohnerzahlen in Mio. nach demografischen Unterschieden .....	65
Abbildung 79: Kunststoffmengen in t je Erfassungsgebiet im Vergleich zu den Einwohnerzahlen in Mio.nach sammlungsspezifischen Unterschieden .....	66
Abbildung 80: Kunststoffanteil in % und Kunststoffmenge in kg/EW*a verglichen mit der Restmüllmenge in kg/EW*a nach sammlungsspezifischen Unterschieden .....	66
Abbildung 81: Vergleich der Mengen an Verpackungs-sorten und Restmüll pro Kopf und Jahr in kg/EW*a nach sammlungsspezifischen Unterschieden .....	67
Abbildung 82: Vergleich der jährlich anfallenden Mengen an Verpackungssorten in t und Einwohnerzahlen in Mio. nach sammlungsspezifischen Unterschieden.....	67
Abbildung 83: Vergleich der Mengen an Kunststoffsorten und Restmüll pro Kopf nach sammlungsspezifischen Unterschieden in kg/EW*a .....	68
Abbildung 84: Vergleich der jährlich anfallenden Mengen an Kunststoffsorten in t und Einwohnerzahlen in Mio. nach sammlungsspezifischen Unterschieden.....	68

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Weltweite Produktion von Polyolefinen in Millionen Tonnen .....	11
Tabelle 2: Einsatzmöglichkeiten von PP nach den Herstellungsverfahren .....	13
Tabelle 3: Standorte der Probenahme nach sammelspezifischen und demografischen Unterschieden .....	20
Tabelle 4: Zeittafel der durchgeführten Probenahmen.....	23
Tabelle 5: Fraktionen der Sortieranalyse .....	25
Tabelle 6: Auszug aus der österreichweiten Hochrechnung.....	28

# Abkürzungsverzeichnis

AGR	Austria Glas Recycling GmbH
APA	Austria Presse Agentur
ARA	Altstoff Recycling Austria AG
ATR	Abgeschwächte Totalreflexion
BAWP	Bundesabfallwirtschaftsplan
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
ERP	European Recycling Platform Austria GmbH
EU	Europäische Union
HDPE	High-Density Polyethylene
HK-S	Hohlkörpersammlung
kg	Kilogramm
kg/EW*a	Kilogramm pro Einwohner und Jahr
LDPE	Low-Density Polyethylene
LLDPE	Linear Low-Density Polyethylene
LVP	Leichtverpackung
LVP-S	Leichtverpackungssammlung
MDPE	Mid-Density Polyethylene
NPO	Nicht-polyolefine Kunststoffe
PA	Polyamid
PC	Polycarbonat
PE	Polyethylen
PET	Polyethylenterephthalat
PO	Polyolefine
PP	Polypropylen
ppm	parts per million
PVC	Polyvinylchlorid
RFID	radio-frequency identification
Stk.	Stück
StNVP	Stoffgleiche Nichtverpackung
t	Tonne
TOC	Total organic carbon
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
VÖEB	Verband Österreichischer Entsorgungsbetriebe

VP	Verpackung
VVO	Verpackungsverordnung
z.B.	zum Beispiel

# 1. Einleitung

“Try to leave this world a little better than you found it” (Baden-Powell, 1941)

Mit diesem Zitat aus seinem Abschiedsbrief hat der Gründer der weltweiten Pfadfinderbewegung eine Aufgabe kommenden Generationen an Kindern und Jugendlichen aufgetragen. Diese Aufgabe ist heute relevanter denn je. Die Welt und mit ihr die globale menschliche Gesellschaft steht vor den vermutlich größten und weltumspannendsten Aufgaben ihrer Geschichte: Klimawandel, Artensterben und Ressourcenknappheit - um nur einige zu nennen. Ein wichtiger Treiber für viele Probleme stellt die globalisierte Konsumgesellschaft und in weiterer Folge die damit zusammenhängende Abfallwirtschaft dar. In Zukunft wird es immer wichtiger werden, die knappen Ressourcen effizient zu bewirtschaften, und die Kreisläufe im Ressourcenverbrauch zu schließen, um nachhaltiges Wirtschaften auf einer globalen Ebene möglich zu machen. Aus diesem Grund hat die Europäische Kommission (2015a) einen Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft beschlossen, wodurch, innerhalb der Europäischen Union, ein Fokus auf die Schließung von Materialkreisläufen gesetzt werden soll. Das Ziel ist, Materialien im Kreislauf zu führen, dadurch Primärressourcen einzusparen und auf den verstärkten Einsatz von Sekundärressourcen zu setzen. Dieses ehrgeizige Vorhaben betrifft viele Teile der Wirtschaft wie die Produktplanung, Produktionsprozesse, den allgemeinen Verbrauch von Ressourcen und die Abfallwirtschaft. Ein besonderer Schwerpunkt wird dabei unter anderem auf Kunststoffe gelegt, da zurzeit europaweit gerade einmal 25% der gesammelten Kunststoffabfälle recycelt werden. Deshalb befasst sich diese Arbeit auch mit einem Teilstrom an Kunststoffabfällen in Österreich.

## 1.1 Problemstellung

Laut Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW, 2017) werden in Österreich momentan 33,6% der Kunststoffabfälle einem Recycling zugeführt. In einem überwiegenden Teil der österreichischen Gemeinden werden Kunststoffleichtverpackungsabfälle in der getrennten Sammlung mit der Leichtverpackungssammlung erfasst, um sie danach sortenrein einem werkstofflichen Recycling zugeführt zu werden. Ein großer Anteil der Kunststoffabfälle landet jedoch trotz der getrennten Sammlung in den Restmüllbehältern.

Nicht genauer ausgewiesen in der Literatur sind die aufgrund ihres chemischen Aufbaus für das Recycling sehr gut geeigneten Polyolefine (PO). Die wichtigsten Polyolefine sind Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP). Außerdem ist vermutlich eine große Menge der im Restmüll enthaltenen Kunststoffe der Fraktion der Verpackungen zuzuordnen, jedoch sind auch hier keine genauen Zahlen genannt.

## 1.2 Ziel der Arbeit

Mit einer Restmüllsortieranalyse an vier Standorten über Österreich verteilt sollen Werte für den Kunststoff-, Polyolefin- und Verpackungsanteil im österreichischen Restmüll bestimmt werden. Anhand der Ergebnisse der Restmüllsortieranalyse soll eine österreichweite Hochrechnung der jährlich im Restmüll vorhandenen Mengen an Kunststoffen, Polyolefinen und Verpackungen in Österreich durchgeführt werden.

Zusätzlich sollen Unterschiede in der Zusammensetzung des Restmülls aus verschiedenen Erfassungsgebieten untersucht werden. Hierzu werden zum einen städtische und ländliche Gebiete, sowie Gebiete mit Kunststoff-Leichtverpackungssammlung und Gebiete mit Kunststoff-Hohlkörpersammlung verglichen.

Die konkreten Fragen die mit dieser Arbeit beantwortet werden sollen sind:

- **Wie hoch ist der Anteil an Polyolefinen im österreichischen Restmüll?**
- **Wie groß ist der Anteil an Verpackungen im österreichischen Restmüll?**
- **Besteht ein signifikanter Unterschied im Polyolefinanteil und im Verpackungsanteil von Restmüll aus städtischen und ländlichen Gebieten?**
- **Ist ein signifikanter Unterschied im Anteil an Polyolefinen und an Verpackungen zwischen Restmüll aus Gebieten mit Hohlkörpersammlung und Gebieten mit Leichtverpackungssammlung zu beobachten?**

### **1.3 Aufbau der Arbeit**

Die Arbeit gliedert sich in fünf Kapitel. Im ersten Kapitel werden zum einen die für die Arbeit notwendigen Begriffe erläutert und zum anderen ein Überblick über den derzeitigen Stand der Wissenschaft zum Thema gegeben. Dabei wird auf den Restmüll in Österreich und dessen Aufkommen und Behandlung eingegangen. Weiters werden die Rahmenbedingungen von Verpackungen, mit besonderem Augenmerk auf solche aus Kunststoffen, näher erläutert und die Unterschiede zwischen Leichtverpackungen und Stoffgleichen Nichtverpackungen ausgearbeitet. Danach werden die Polyolefine erklärt und die wichtigsten - Polyethylen und Polypropylen - genauer beschrieben und deren Verwendung aufgeführt.

Im darauffolgenden Kapitel wird auf die getrennte Kunststoff-Sammlung in Österreich, mit dem Leichtverpackungs-Sammelsystem und dem Hohlkörper-Sammelsystem, eingegangen. Zum Schluss dieses Kapitels wird noch der Stand der Technik der Kunststoff-Verwertung mit der stofflichen und thermischen Verwertung beschrieben.

Das dritte Kapitel befasst sich mit den angewendeten Materialien und Methoden. Zu aller erst werden die vier Untersuchungsgebiete der Restmüllsorbitieranalyse behandelt. Dann wird die Feldarbeit mit der Probenahme und der Sortieranalyse genauer beschrieben. In weiterer Folge wird erläutert, wie bei der Arbeit im Labor mit der Probenaufbereitung und der Infrarotspektroskopie der nicht identifizierbaren Kunststoffe der Sortieranalyse vorgegangen wurde. Zur Abrundung dieses Kapitels wird die Vorgehensweise bei der Hochrechnung der Ergebnisse dieser Studie auf Gesamtösterreich präsentiert.

Kapitel vier widmet sich den Ergebnissen der durchgeführten Restmüll-Sorbitieranalyse. Zuerst werden die Ergebnisse der einzelnen ausgewählten Standorte präsentiert, wobei jeweils auf die Kunststoffe, die Kunststoffsorten und die Verpackungssorten extra eingegangen wird. Danach werden die aggregierten Ergebnisse aller vier Standorte aufgezeigt. Des Weiteren werden die Ergebnisse der Hochrechnung auf Gesamtösterreich schriftlich und grafisch dargestellt.

Im fünften Kapitel werden die Ergebnisse der Studie genauer beleuchtet und diskutiert. Außerdem werden Probleme, die sich während der Durchführung der Arbeit ergeben haben, erläutert.

Im vorletzten Kapitel werden Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen dieser Arbeit gezogen. Das siebente und letzte Kapitel fasst die Ergebnisse der Arbeit zusammen und beantwortet die in der Einleitung formulierten Forschungsfragen.

## 2. Restmüll und Verpackungen in Österreich – Stand der Technik

Im folgenden Kapitel werden die Grundlagen und der Stand der wissenschaftlichen Literatur zu den Themen Restmüll und Verpackungen in Österreich beschrieben.

### 2.1 Restmüll in Österreich

Der Begriff Restmüll wird in Österreich umgangssprachlich für gemischte Siedlungsabfälle verwendet, der Begriff selbst ist jedoch im österreichischen Abfallwirtschaftsgesetz sowie in den EU-Normen nicht genau definiert. In der aktuellen Fassung des Bundesabfallwirtschaftsplans (BAWP) aus dem Jahr 2017 wird der Begriff Restmüll allerdings synonym für gemischte Siedlungsabfälle verwendet (BMLFUW, 2017). Als gemischte Siedlungsabfälle werden in Österreich laut Abfallwirtschaftsgesetz (AWG, 2002) feste Abfälle bezeichnet, die aus Haushalten stammen, und feste Abfälle, die in ihrer Zusammensetzung denen aus Haushalten ähnlich sind. Ausgenommen sind Sperrmüll, biogene Abfälle, Problemstoffe und getrennt gesammelte Abfälle wie Altglas, Altmetall, Altpapier und Altkunststoffe (BMLFUW, 2011).

In den neun österreichischen Bundesländern gelten neun verschiedene Abfallwirtschaftsgesetze und in diesen sind, an die Gegebenheiten der Bundesländer angepasste, Behandlungs- und Verwertungsstrategien festgeschrieben wodurch sich auch die Zusammensetzung der gemischten Siedlungsabfälle unterscheidet. Dies ist auf die unterschiedlichen Sammelsysteme und in weiterer Folge unterschiedliche Verwertungswege mit verschiedenen gewünschten Eingangsmaterialien zurückzuführen. (vgl. Kapitel 2.4).

Seit 01.01.2004 dürfen in Österreich keine Siedlungsabfälle mehr unbehandelt deponiert werden. Aus diesem Grund müssen Siedlungsabfälle vor ihrer Deponierung entweder in Müllverbrennungsanlagen oder Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlungsanlagen behandelt werden (Faißner, 2003). Grund dafür ist die hohe Reaktivität von Siedlungsabfällen durch den hohen organischen Anteil von 60 bis 70% (BMLFUW, 2009). Dieser darf laut §7 Absatz 7 der Deponieverordnung (DVO, 2008) fünf Masseprozent an organisch gebundenem Kohlenstoff nicht überschreiten.

#### 2.1.1 Aufkommen

Laut Statistik Austria (2016a) lag die Einwohnerzahl 2014 in Österreich bei 8,6 Millionen Menschen und die produzierte Menge an Abfällen betrug 56,7 Millionen Tonnen. Davon sind 95,2%, also rund 54 Millionen Tonnen, Primärabfälle und die restlichen 4,8%, somit 2,7 Millionen Tonnen, sind Sekundärabfälle, die aus der Behandlung von Primärabfällen entstehen. Sekundärabfälle sind zum Beispiel Schlacken und Aschen aus der Verbrennung von Siedlungsabfällen oder Rückstände aus der Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlung (BMLFUW, 2015).

Von den 56,7 Millionen Tonnen an produzierten Abfällen in Österreich, sind 1.427.700 Tonnen, also 2,5%, den gemischten Siedlungsabfällen zuzuordnen. Verglichen mit dem Jahr 2009 ist das eine Steigerung der Mengen an gemischten Siedlungsabfällen um 1,8% (BMLFUW, 2011).

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich ist, hat sich das Aufkommen an Siedlungsabfällen seit

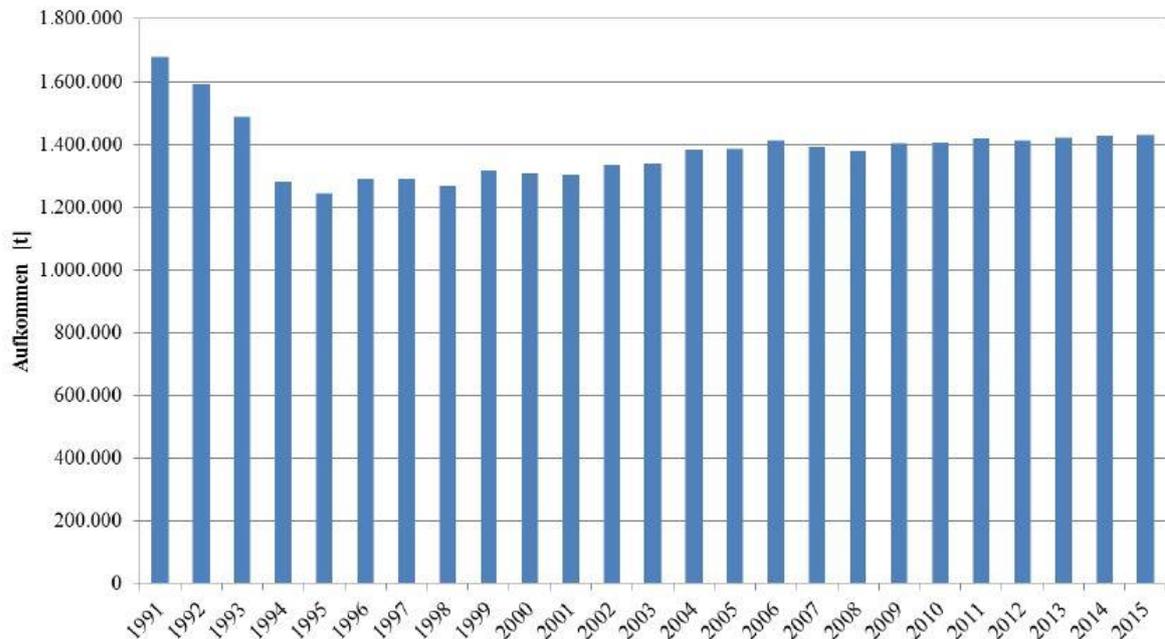


Abbildung 1: Gemischte Siedlungsabfallmengen in Österreich in den Jahren 1991-2015 (BMLFUW, 2017a)

dem Jahr 1991 um mehr als 200.000 Tonnen verringert und ist, seit dem Jahr 2004, relativ stabil bei rund 1.400.000 Tonnen pro Jahr trotz eines Bevölkerungsanstiegs im gleichen Betrachtungszeitraum von 4,6%.

Das Pro-Kopf-Aufkommen an Restmüll ist in den Bundesländern unterschiedlich. Es reicht von 83 kg/EW\*a in Vorarlberg bis 289 kg/EW\*a in Wien, wobei dies auf verschiedene Ursachen wie unter anderem den Urbanisierungsgrad oder die Anzahl der Singlehaushalte zurückzuführen ist. Die neun verschiedenen Abfallwirtschaftsgesetze in den Bundesländern spielen aufgrund von unterschiedlichen implementierten Sammelsystemen genauso eine Rolle wie der Tourismus und Zweitwohnsitze. Außerdem haben die verschiedenen Sammelsysteme, zum Beispiel die der Kunststoffe, in den einzelnen Gebieten einen starken Einfluss auf die Menge und die Zusammensetzung des Restmülls. (BMLFUW, 2017a).

### 2.1.2 Behandlung

Die Abfallwirtschaft ist für rund drei Prozent der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich und ist somit einer der Treiber des weltweiten Klimawandels. Um das, bei der UN-Klimakonferenz in Kopenhagen beschlossene, Zwei-Grad-Ziel erreichen zu können, muss auch die Abfallwirtschaft ihre Emissionen verringern (UNFCCC, 2015).

Der größte Anteil der Treibhausgasemissionen beläuft sich auf den Ausstoß an treibhauswirksamen Gasen, hauptsächlich Methan, aus Deponien und der

Abwasserbehandlung. Der Anteil an Treibhausgasemissionen aus Deponien betrug 2010 43% und aus der Behandlung von Abwässern 54% der gesamten Emissionen aus der weltweiten Abfallwirtschaft. Abfallverbrennung und andere Prozesse der Abfallwirtschaft spielen mit 3% bei der Entstehung von treibhauswirksamen Gasen eine untergeordnete Rolle. (Blanco et al., 2014)

Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, hat der Rat der Europäischen Union (1999) die Richtlinie 1999/31/EG über Abfalldeponien erlassen, in der eine Reduzierung der Deponierung von biologisch abbaubaren Siedlungsabfällen für die darauffolgenden Jahre vorgeschrieben wurde:

- Bis 2006 auf 75%
- Bis 2009 auf 50%
- Bis 2016 auf 35%

Für die Reduzierung ist das jeweilige Niveau der Deponierung von biologisch abbaubaren Siedlungsabfällen der Mitgliedsländer aus dem Jahr 1995 als Referenz heranzuziehen.

In Österreich wurde bereits mit dem 01.01.2004 ein Deponierungsverbot für unbehandelte Abfälle mit einem Gesamt-Kohlenstoffgehalt (TOC-Gehalt) über fünf Prozent erlassen (DVO, 2008). Das, von der Europäischen Union (EU) vorgegebene Ziel wurde in Österreich, Deutschland, Dänemark, Schweden, Luxemburg, Niederlande und Belgien zeitgerecht umgesetzt. In allen anderen EU-Staaten, wie zum Beispiel Bulgarien, Rumänien, Frankreich oder Großbritannien wurde dieses Ziel nicht erreicht. Viele Länder haben einen Aufschub der Zielsetzung um vier Jahre bekommen, werden aber auch dann das Ziel nicht einhalten können. Malta, Griechenland und Kroatien konnten bis 2010 keine Reduzierung erreichen, sondern hatten eine Steigerung von bis zu 40% zu verzeichnen (EEA, 2013). Insgesamt wurden im Jahr 2016 rund 24% des gesamten Abfalls in der Europäischen Union deponiert (Eurostat, 2018a).

Zusätzlich hat die Europäische Kommission (2015a) mit dem Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft eine Vision für nachhaltiges Wirtschaften in Europa präsentiert. In dieser Mitteilung wird auf verschiedene Bereiche der Wertschöpfungskette wie Produktgestaltung, Verbrauch und Abfallbewirtschaftung eingegangen. Die Abfallwirtschaft stellt einen Schlüsseltreiber für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft und die Ressourcenschonung dar. Es werden in der Europäischen Union noch immer rund 50% der Kunststoffabfälle deponiert und lediglich 25% recycelt. Deshalb wurden mit dem Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur

Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle der Europäischen Kommission (2018) auch neue europaweit gültige Recyclingquoten eingeführt. Durch diese Änderung werden die Mitgliedsländer verpflichtet, ihre Recyclingquoten von Siedlungsabfällen bis 2025 auf 55%, bis 2030 auf 60% und bis 2035 auf 65% anzuheben. Im Jahr 2016 lag die Recyclingquote in Österreich bei 57,6% und somit wurde das EU-Ziel für 2025 bereits erreicht (Eurostat, 2018b).

In Österreich wurden im Jahr 2015 81% der gesammelten gemischten Siedlungsabfälle thermisch behandelt, 18% einer mechanisch-biologischen Behandlung unterzogen, und ein Prozent wurde stofflich verwertet (Abbildung 2).

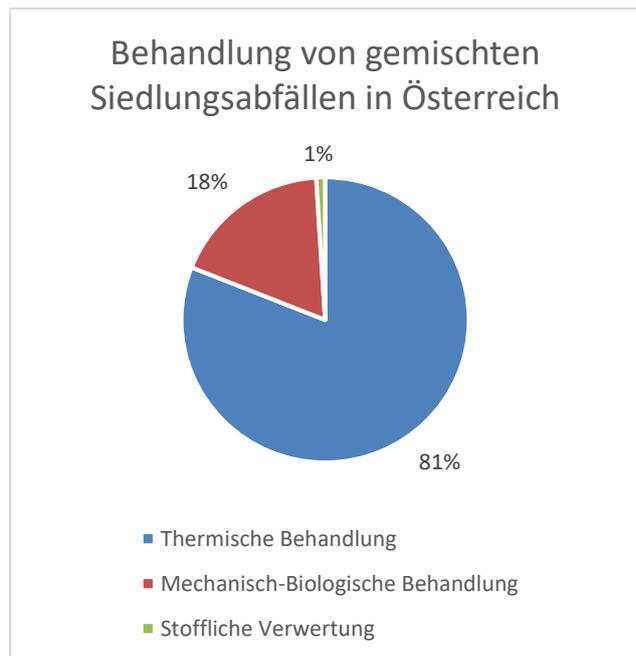


Abbildung 2: Behandlung von gemischten Siedlungsabfällen in Österreich (BMLFUW; 2017)

#### 2.1.2.1 *Verbrennung*

Zurzeit existieren in Österreich elf thermische Behandlungsanlagen für gemischte Siedlungsabfälle mit einer Gesamtkapazität von 2,5 Mio. Tonnen pro Jahr. Die Anlagengrößen variieren von 96.000 Tonnen pro Jahr in der Müllverbrennungsanlage Arnoldstein bis zu 525.000 Tonnen pro Jahr in der Müllverbrennungsanlage Dürnröhr. Im Jahr 2015 wurden insgesamt 81% der gemischten Siedlungsabfälle, rund 1.162.100 Tonnen, direkt in Müllverbrennungsanlagen thermisch behandelt (BMLFUW, 2017a).

#### 2.1.2.2 *Mechanisch-Biologische Behandlung*

In den 14 österreichischen Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlungsanlagen wurden 2015 255.600 Tonnen, das sind 18% der gemischten Siedlungsabfälle, vorbehandelt. Insgesamt ist österreichweit eine Kapazität von 661.000 Tonnen pro Jahr genehmigt, wobei nur rund 551.000 Tonnen pro Jahr nach aktuellen Betriebskonzepten genutzt werden können. Die kleinste Anlage, mit einer Jahreskapazität von 4.500 Tonnen, ist in Hartberg in der Steiermark in Betrieb, und die größte Anlage hat eine Kapazität von 140.000 Tonnen und steht in Bergheim-Siggerwiesen im Bundesland Salzburg (BMFLUW, 2017a).

#### 2.1.2.3 *Stoffliche Verwertung*

Ein Prozent der gesammelten gemischten Siedlungsabfälle, rund 13.900 Tonnen, wurden im Jahr 2015 in Sortier- und Aufbereitungsanlagen getrennt und stofflich verwertet (BMLFUW, 2017a).

## 2.2 Verpackungen

Verpackungen machen einen großen Bestandteil des kommunalen Abfalls aus. Auf getrennt gesammelte Verpackungen (z.B. Glas, Papier und Kartonagen) entfallen 11% des gesamten Aufkommens an Siedlungsabfällen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen (BMLFUW, 2017a).

Nach der Verpackungsverordnung (VVO, 2014) sind Verpackungen „aus verschiedenen Packstoffen hergestellte Packmittel, Packhilfsmittel oder Paletten zur Aufnahme, zum Schutz, zur Handhabung, zur Lieferung und zur Darbietung von Waren.“ Ist jedoch die Verpackung integraler Bestandteil des Produkts, also zur Handhabung oder Haltbarmachung über den gesamten Lebenszyklus essentiell, so fällt diese nicht unter die VVO. Nicht zugelassen sind Verpackungen, die eine Konzentration von Blei, Kadmium, Quecksilber oder Chrom VI über 100 parts per million (ppm) aufweisen.

Die Unterscheidung in Verpackungen und Stoffgleiche Nichtverpackungen ist im Anhang der VVO (2014) genau geregelt und wird in den Abschnitten 2.2.1 und 2.2.2 genauer erläutert.

Altstoff Recycling Austria AG (ARA)



Austria Glas Recycling GmbH (AGR)



good waste austria GmbH (GWA)



European Recycling Platform Austria GmbH (ERP)



Reclay UFH GmbH



Interseroh Austria GmbH



Bonus Holsystem für Verpackungen GmbH & Co.KG



Abbildung 3: Genehmigte Sammel- und Verwertungssysteme in Österreich

Primärverpflichtete, also Inverkehrbringer von Verpackungen, müssen entweder selbst die Sammlung und Verwertung von inverkehrgebrachten Verpackungen übernehmen, oder an einem der sieben genehmigten Sammel- und Verwertungssysteme für Haushaltsverpackungen (Abbildung 3) teilnehmen, sofern nicht eine vorgelagerte Vertriebsstufe an ein solches System angeschlossen ist. Dies ist durch eine rechtsverbindliche Erklärung nachzuweisen.

Die Sammel- und Verwertungssysteme sind für die möglichst effiziente und umweltschonende Verarbeitung von Verpackungsabfällen jeglicher Art verantwortlich. Produzenten zahlen Lizenzentgelte an die Sammel- und Verwertungssysteme für die Verarbeitung der Abfälle. Diese wiederum zahlen an die Abfallberatung für ihre Informationstätigkeit an die BürgerInnen und die Entsorger und Kommunen für die Sammlung der Verpackungsabfälle. Die Verwerter zahlen den Rohstofflerlös wieder zurück an das jeweilige Sammel- und Verwertungssystem (Abbildung 4).

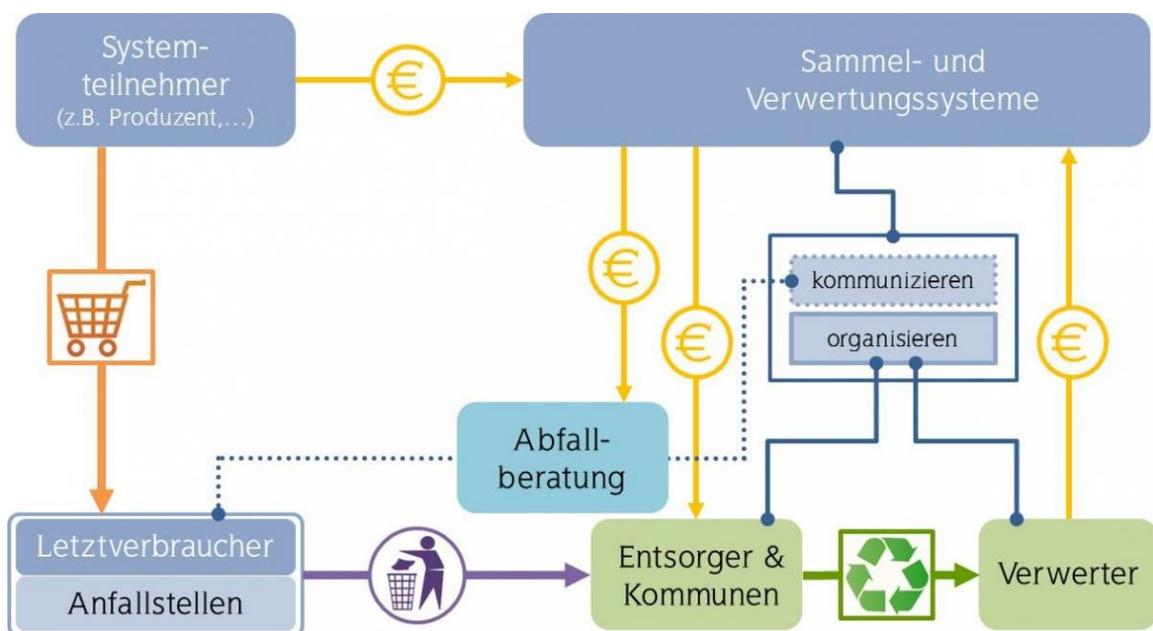


Abbildung 4: System der Zertifizierung von Verpackungen in Österreich (VKS, s.a.)

Im Jahr 2015 sind in Österreich rund 1.311.246 Tonnen an lizenzierten Verpackungen angefallen. Das ist eine Steigerung der Verpackungsmengen von 2011 bis 2014 um 5,8%. Von den 1.311.246 Tonnen wurden 67,1% stofflich recycelt und in Kombination mit der energetischen Verwertung wurden 96,3% einem Verwertungsprozess zugeführt. 3,7% wurden im Jahr 2015 deponiert.

Die getrennt erfasste Menge an Kunststoffen, inklusive der in Restmüll und Gewerbemüll enthaltenen Mengen, beläuft sich auf 294.888 Tonnen pro Jahr, wobei 100% davon einem Verwertungs- und davon 33,6% einem Recyclingverfahren unterzogen werden (BMLFUW, 2017a).

Für die Leichtverpackungssammlung (LVP-S) hat die AGR keine Bedeutung, da sich dieses System ausschließlich auf Glas spezialisiert hat. In Abbildung 5 sieht man die Marktanteile der übrigen Sammel- und Verwertungssysteme im Jahr 2017. Die ARA bearbeitet mit 73,1% fast drei Viertel des Marktes für Leichtverpackungen, gefolgt von Interseroh mit 11,6%, Reclay mit 9,9%, Bonus mit 2,6%, ERP mit 1,8% und good waste austria mit 0,9%.

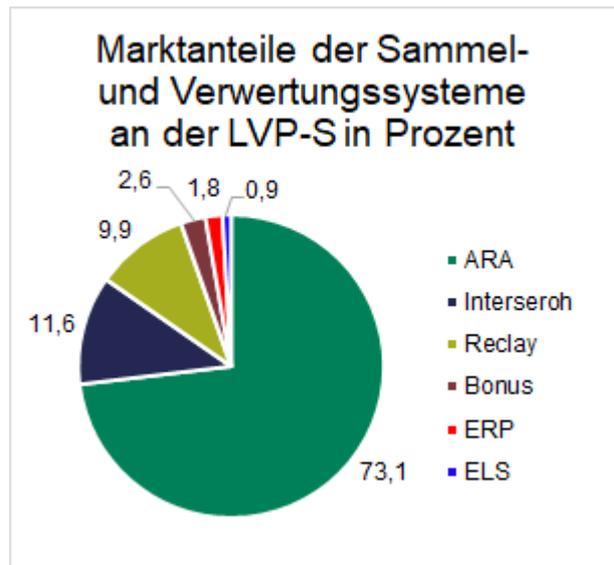


Abbildung 5: Anteile der zertifizierten Sammel- und Verwertungssysteme am Leichtverpackungssektor in Österreich (Eigene Darstellung nach BMNT, 2018)

### 2.2.1 Leichtverpackung

In Anhang 2 der VVO (2014) werden explizite Beispiele für Verpackungen der verschiedenen Kategorien aufgelistet. Blumentöpfe, die nur zum Transport und Verkauf der Pflanzen dienen, wie z.B. für Jungpflanzen, werden den Verpackungen zugeordnet. Transport- und Tragetaschen aus Papier oder Kunststoff fallen genauso unter die VVO wie Kleiderbügel, die mit dem Kleidungsstück zusammen gekauft werden. Es zählen auch Getränkesystemkapseln von Kaffeemaschinen und Schachteln für Süßigkeiten zu den Verpackungen.

### 2.2.2 Stoffgleiche Nichtverpackung

Nicht als Verpackungen im Sinne der VVO (2014) gelten Blumentöpfe, in denen die Pflanzen ihre gesamte Lebenszeit verbringen. Außerdem gelten Müllsäcke jeglicher Art, Grablichter, Wursthäute und Wachsschichten um Käse als Stoffgleiche Nichtverpackungen. Ausgenommen aus der VVO sind auch radio-frequency identification-Tags (RFID) zur Funkfrequenzkennzeichnung.

## 2.3 Polyolefine

*„Trivialnamen haben es so an sich. Gelegentlich basieren sie auf einer einzigen, oft zufälligen Beobachtung. Ein Paradebeispiel dafür liefert die Bezeichnung Olefine. Der Beinamen Olefine für die Stoffklasse der Alkene geht auf chemische Experimente im vorletzten Jahrhundert zurück, bei denen sich die Gase Ethylen, Propylen und Isobutylene mit dem ebenfalls gasförmigen Chlor zu flüssigen, ölartigen/ölbildenden Substanzen („Olefine“) vereinigten. Doch die Polymere dieser Gase sind alles andere als ölartige/ölbildende Substanzen – eher aus Ölen gebildet. Es sei denn, man beziehe in das Wort Polyolefine das chemische Recycling mit ein, bei dem diese „Polyalkene“ wiederum zu Ölen werden. Also doch Polyolefine!“ (Kaiser, 2015)*

Das Wort Polyolefine wird als Überbegriff für Kunststoffe aus Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) verwendet. Im Jahr 2015 wurden weltweit 322 Millionen Tonnen an Kunststoffen produziert (Plastics Europe, 2016). Polyolefine machen den größten Anteil der weltweit produzierten Kunststoffe aus und haben seit Beginn der Polymerproduktion starke Zuwachsraten in der Produktion zu verzeichnen wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist.

Tabelle 1: Weltweite Produktion von Polyolefinen in Millionen Tonnen  
(Eigene Tabelle nach Kaminsky, 2008)

Jahr	PE-LD	PE-LLD	PE-HD	PP	Total
<b>1983</b>	11,3	1,2	6,4	6,4	25,6
<b>1990</b>	14,0	4,0	11,4	12,6	42,7
<b>1995</b>	14,4	7,8	14,3	17,1	53,6
<b>2001</b>	15,8	15,2	20,9	27,7	79,6
<b>2005</b>	18,5	18,5	29,0	37,0	103,5
<b>2010<sup>a)</sup></b>	19,5	19,5	37,0	50,0	126,0

a) Der Wert für das Jahr 2010 ist geschätzt. Bisher keine aktuelleren Daten verfügbar.

In Summe entfallen rund 58 Millionen Tonnen auf die europäische Produktion. Der europäische Bedarf an Kunststoffen liegt bei 49 Millionen Tonnen pro Jahr, wobei, wie aus Abbildung 6 ersichtlich ist, insgesamt ungefähr 48,5% des Bedarfs die verschiedenen Ausführungen der Polyolefine PE und PP ausmachen. Rund 70% des Bedarfs teilen sich die sechs Länder Deutschland, Italien, Frankreich, Spanien, Großbritannien und Polen auf (Plastics Europe, 2016).



unter dem Gefrierpunkt liegen, bewirken eine erhöhte Schlagempfindlichkeit. (Hellerich et al., 2004)

Die Einsatzmöglichkeiten von PP sind aufgrund der verschiedenen einstellbaren Eigenschaften durch die Beimischung von Additiven variabel. Außerdem ist PP für die meisten gängigen Verarbeitungsverfahren geeignet, wodurch sich eine große Bandbreite an Produkten und Einsatzbereichen ergibt. Die häufigsten Verarbeitungsverfahren sind Spritzgießen, Extrudieren, Pressen, Extrusionsblasen und die Folienproduktion (Hellerich et al., 2004).

In Tabelle 2 sind die unterschiedlichen Verfahren mit den daraus entstehenden Produkten zu sehen.

Tabelle 2: Einsatzmöglichkeiten von PP nach den Herstellungsverfahren  
(Eigene Darstellung nach Franck, 2011)

Verfahren	Anwendungen
<b>Spritzgießen</b>	Elektrotechnik, Automobilbau, Funktionsteile
<b>Extrudieren</b>	Rohre jeglicher Art
<b>Pressen</b>	Formteile, große Tafeln
<b>Extrusionsblasen</b>	Hohlkörper
<b>Folien</b>	Blasfolien, Flachfolien, Beschichtungen

Die weltweite Produktion von PP lag laut Kaminsky (2008) nach Schätzungen im Jahr 2010 bei 50 Millionen Tonnen. Im Vergleich zum Jahr 1983 ist das eine Steigerung von über 750%. Der Verbrauch von PP in Europa belief sich 2015 laut Plastics Europe (2016) auf 19% des gesamten Kunststoffverbrauchs. Das ist eine Menge von 9,3 Millionen Tonnen an verbrauchtem PP.

### 2.3.2 Polyethylen

PE hat ähnliche Eigenschaften wie PP. PE ist ein teilkristalliner und unpolarer Thermoplast, der durch radikalische oder katalytische Kettenpolymerisation hergestellt werden kann. Als Grundbaustein dient dafür Ethylen wie in Abbildung 8 abgebildet. Es gibt mehrere Typen von PE, die durch verschiedene Polymerisationsbedingungen entstehen und sich durch die mittlere Kettenlänge, ihren Verzweigungsgrad und diverse andere Parameter unterscheiden. Alle Typen bestehen aus unterschiedlich großen Anteilen an kristallinen und amorphen Bereichen innerhalb der Produkte. Kristallinität ist verantwortlich für die Steifigkeit, Dichte, Härte, Abriebfestigkeit und Beständigkeit gegen Chemikalien. Amorphe Anteile sind wichtig für die mechanische Festigkeit, Korbunempfindlichkeit, Spannungsrissbeständigkeit und die Zähigkeit des Werkstoffes (Kaiser, 2015).

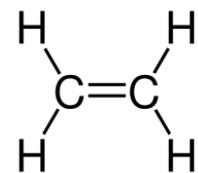


Abbildung 8:  
Strukturformel  
von Polyethylen  
(Eigene  
Darstellung)

Aus diesen Unterschieden lassen sich vier Hauptgruppen von PE unterscheiden:

- **Linear Low Density Polyethylene (LLD-PE):** Lineares Polyethylen mit sehr geringer bzw. geringer Dichte
- **Low Density Polyethylene (LD-PE):** Polyethylen geringer Dichte
- **Medium Density Polyethylene (MD-PE):** Polyethylen mittlerer Dichte
- **High Density Polyethylen (HD-PE):** Polyethylen hoher Dichte

PE ist der Kunststoff mit der weltweit größten Produktion und somit derzeit der wichtigste Massenkunststoff. Darunter fallen die fünf wichtigsten und meistverwendeten Kunststoffe: LDPE, HDPE, PP, Polyvinylchlorid (PVC) und Polystyrol (PS) (Kaiser, 2015). Im Jahr 2015 waren 29,4%, 14,4 Millionen Tonnen aller in Europa nachgefragten Kunststoffe, PE (Plastics Europe, 2016). Seit dem Jahr 1983 wurde eine Steigerung der weltweiten PE-Produktion von über 400% verzeichnet. 1983 wurden 18,9 Millionen Tonnen produziert. Im Vergleich dazu wurden 2010 76 Millionen Tonnen an PE produziert, und die Tendenz ist weiter steigend (Franck, 2011).

## 2.4 Kunststoff-Sammlung in Österreich

In Österreich ist parallel zur Restmüllsammlung eine getrennte Altstoffsammlung implementiert. Da die kommunale Sammlung nicht gefährlicher Siedlungsabfälle aber im Kompetenzbereich der Bundesländer und nicht des Bundesgesetzgebers liegt, treten hier die Abfallwirtschaftsgesetze der neun Bundesländer in Kraft (B-VG, 2016). In Österreich werden nach dem BAWP (BMLFUW, 2017a) folgende Altstoffe getrennt erfasst:

- Altpapier, Pappe und Kartonagen – Verpackungen und Drucksorten
- Altglas (Weiß- und Buntglas) – Verpackungen
- Altmetalle – Verpackungen
- Altmetalle – Haushaltsschrott
- Alttextilien einschließlich Schuhe
- Leichtfraktion – Verpackungen
- Sperriges Altholz
- Sonstige Altstoffe wie Fette/Frittieröle, Flachglas, Altreifen, sonstige Kunststoffe und andere

### VERTEILUNG DER LVP-SAMMLUNG AUF REGIONSEBENE NACH 8 SAMMELTYPEN

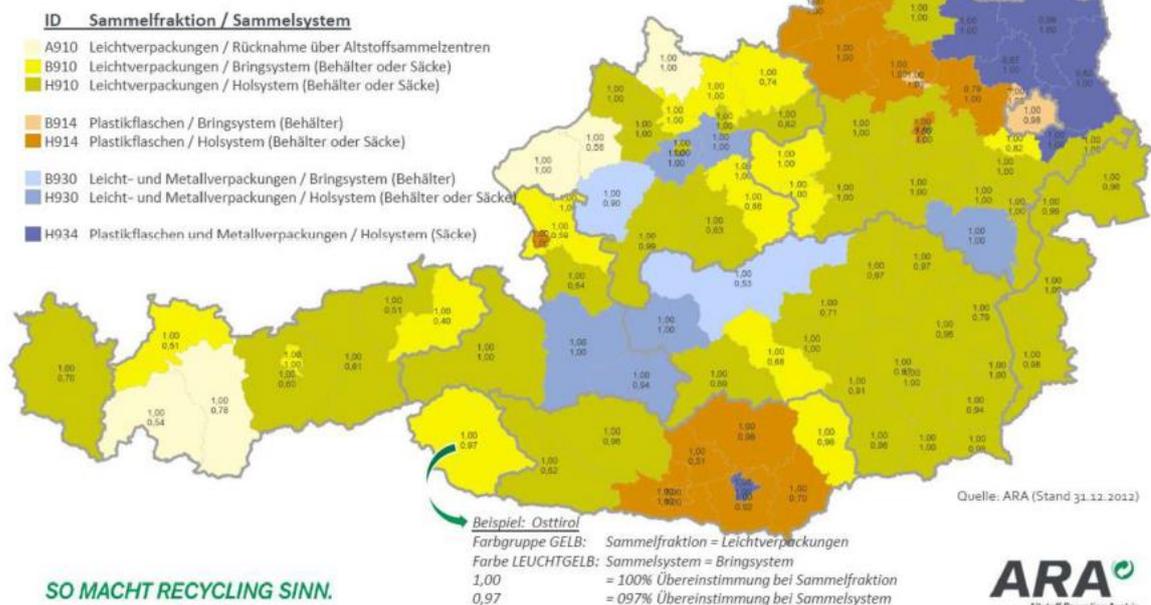


Abbildung 9: Österreichische Gemeinden abgebildet nach Kunststoff-Sammelfraktion und -Sammelsystem (ARA, 2012)

2015 wurden in Österreich rund 154.700 Tonnen an Kunststoffleichtverpackungen getrennt erfasst. Das sind ungefähr 17,9% der gesamten, getrennt erfassten Altstoffe (BMLFUW, 2017a).

In Abbildung 9 zeigt sich wie differenziert die unterschiedlichen Kunststoffsammlensysteme in den einzelnen Bezirken Österreichs umgesetzt sind. Der Großteil der österreichischen Gemeinden, rund 60% des Bundesgebiets, führt eine parallele Leichtverpackungssammlung (LVP-S) in unterschiedlichen Systemen durch. Ein paar Bezirke in Kärnten, Niederösterreich, Salzburg und Wien (alle Bezirke) sammeln nur Kunststoffhohlkörper in der Hohlkörpersammlung (HK-S), und die restliche Kunststoff-Leichtfraktion wird im Restmüll entsorgt. Die Kosten dafür werden nicht durch die kommunalen Müllgebühren, sondern durch die Lizenzentgelte der jeweiligen Sammel- und Verwertungssysteme gedeckt.

Zusätzlich unterscheiden sich die Erfassungsgebiete auch im System der Abholung - Holsystem auf der einen, Bringsystem auf der anderen Seite. Holsystem bedeutet, dass Abfälle beim Abfallproduzenten vor Ort, zum Beispiel in Abfallbehältern oder Säcken abgeholt werden. Im Gegensatz dazu werden bei einem sogenannten Bringsystem die Abfälle vom Produzenten zu speziell eingerichteten Sammelstellen gebracht. Insgesamt sind ungefähr 2,1 Mio. Haushalte an das Holsystem angeschlossen, wobei in ländlichen Gebieten hauptsächlich der Gelbe Sack und in städtischen Gebieten vorwiegend die Gelbe Tonne zum Einsatz kommt (ARA, 2014).

Laut einer Studie zur Clusterung von Sammeltypen für verschiedene Verpackungen in Haushalten des Technischen Büro Hauer Umweltwirtschaft GmbH (2014) ist der Erfassungsgrad der Kunststoffleichtverpackungen in Holsystemen tendenziell höher als im Bringsystem. Wiederum ist die Menge an Fehlwürfen im Bringsystem höher als im Holsystem. Außerdem ist ein Zielkonflikt bei der Auswahl von Sammelssystemen und bei der Festlegung von Sammel- und Verwertungsquoten zu beobachten. Durch die reine HK-S nimmt der Sammelaufwand für den Konsumenten ab, aber das Potential getrennt erfasster und stofflich verwertbarer Leichtverpackungen (LVP) nimmt auch ab, da diese über die Restmüllsammlung entsorgt werden.

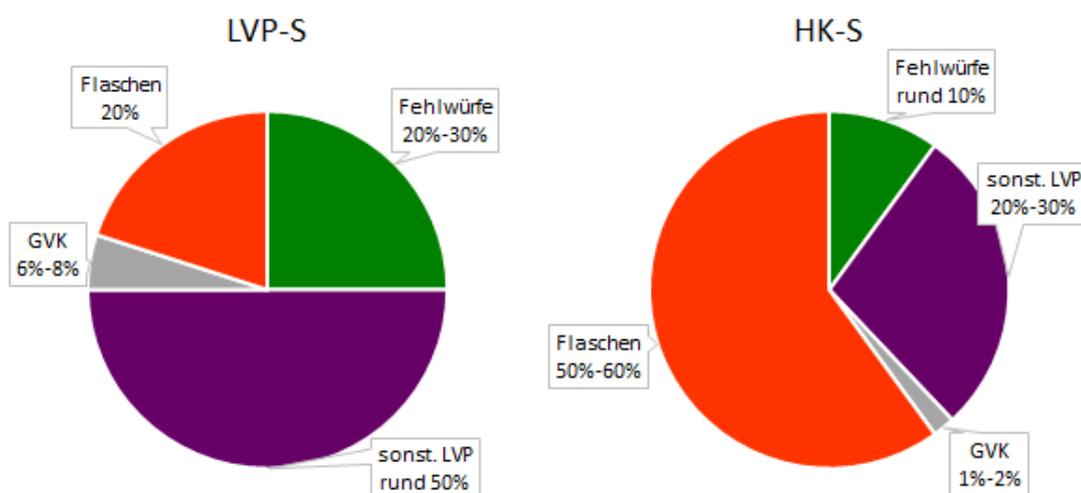


Abbildung 10: Durchschnittliche Zusammensetzung der Sammelware der Kunststoffleichtverpackungen im LVP-S und im HK-S. GVK = Getränkeverbundkartons (Eigene Darstellung nach Technisches Büro Hauer Umweltwirtschaft GmbH, 2014) welche Mengen (kg/EW.a) werden erfasst?

Aus Abbildung 10 wird ersichtlich, dass die Mengen an Fehlwürfen in der LVP-S deutlich höher sind als in der HK-S. Jedoch landen in der HK-S zwischen 20% und 30% an sonstigen LVP in der Sammlung, die ebenso als Fehlwürfe zu betrachten sind. Erwartungsgemäß ist die prozentuelle Menge an Flaschen in der HK-S bedeutend höher als in der LVP-S. Werden jedoch die spezifischen Sammelmengen je Sammelsystem verglichen, so zeigt sich eine idente Menge von 5 kg an Hohlkörpern in beiden Systemen (Technisches Büro Hauer Umweltwirtschaft GmbH, 2014). Dadurch ergibt sich auch der höhere Erfassungsgrad der Kunststoffe in der LVP-S, da in der HK-S die nicht gesammelten LVP-Mengen über die Restmüllsammlung entsorgt werden müssen.

#### **2.4.1 Leichtverpackungs-Sammelsystem**

Das Leichtverpackungs-Sammelsystem ist das in Österreich am weitesten verbreitete Kunststoff-Sammelsystem. Abbildung 9 zeigt, hier in grün gehalten mit der ID H910, die Bezirke mit einer Leichtverpackungs-Sammlung mit Holsystem. Hier werden entweder Behälter, wie die Gelbe Tonne, oder Säcke, wie der Gelbe Sack, direkt bei den Haushalten oder kleinen Sammelinseln von den örtlichen Entsorgungsfirmen abgeholt.

Gebiete in gelber Farbe sind dem Leichtverpackungs-Sammelsystem im Bringsystem (B910) zuzuordnen, wobei hier Behälter oder Säcke von den Abfallproduzenten zu größeren Sammelstellen angeliefert werden. In einigen Bezirken im nördlichen Oberösterreich und in Tirol werden die Leichtverpackungen über die vorhandenen Altstoffsammelzentren zurückgenommen (A910). In manchen Gebieten werden mit der Leichtverpackungs-Sammlung auch Metallverpackungen mitgesammelt, teilweise im Bringsystem (B930) und teilweise im Holsystem (H930). Über Österreich verteilt wird für über fünf Millionen EinwohnerInnen in allen Bundesländern außer Wien ein LVP-Sammelsystem angeboten (ARA, 2014).

#### **2.4.2 Hohlkörper-Sammelsystem**

In Abbildung 9, in orange, rosa und dunkelblau gehalten, sieht man Bezirke mit reiner Hohlkörper-Sammlung. Dies betrifft Teile von Kärnten und Niederösterreich und die Städte Salzburg und Wien. Gebiete in oranger Farbe zeigen Bezirke die Plastikflaschen im Holsystem (H914) sammeln, in rosa Farbe werden Hohlkörper im Bringsystem (B914) abgeliefert, und dunkelblaue Standorte haben eine Kombination der Plastikflaschen- und Metallverpackungs-Sammlung im Holsystem (H934) mit Säcken eingeführt. Über drei Mio. Österreicher sind an dieses Sammelsystem angeschlossen (ARA, 2014).

Es kann davon ausgegangen werden, dass Sammelsysteme mit einer Hohlkörpersammlung zu einer erhöhten Menge an Kunststoffleichtverpackungen im Restmüll in Höhe von 6 bis 14 kg/EW\*a führen. Außerdem steigen in manchen Gebieten mit Hohlkörper-Sammlung auch die Mengen an Papier-Verpackungen um 2 kg/EW\*a an, Glas-Verpackungen um 2 kg/EW\*a und Metall-Verpackungen um rund 1 kg/EW\*a. Durch die reine Flaschensammlung und den dadurch geringen Sortierkatalog in der HK-S kommt es zu einer deutlich geringeren Menge an Fehlwürfen (Technisches Büro Hauer Umweltwirtschaft GmbH, 2014).

## 2.5 Kunststoff-Verwertung

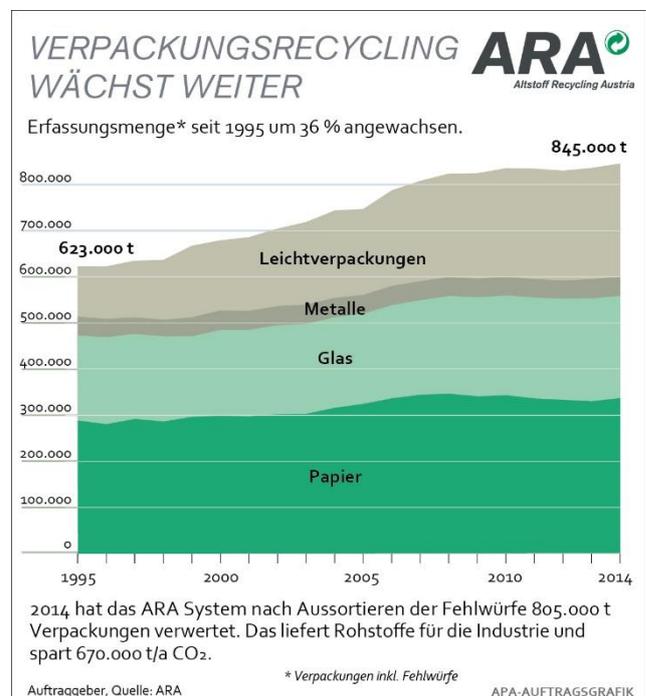
1988 wurden von der Society of the Plastics Industry (SPI) erstmals die Recyclingcodes, SPI resin identification codes genannt, definiert und sind seitdem weltweit als Kennzeichnung für Kunststoffe in Gebrauch. Die Codes mit den Nummern 01 bis 07 sind den Kunststoffen zugeordnet (Wilhelm, 2008). In Abbildung 11 sind alle derzeit gebräuchlichen Recyclingcodes für Kunststoffe abgebildet.



Abbildung 11: Recycling Codes der Society of the Plastics Industry (Chemistry Australia, 2017)  
 PETE = Polyethylenetherephthalate, HDPE = High density Polyethylene, V = Polyvinylchloride, LDPE = Low density Polyethylene, PP = Polypropylene, PS = Polystyrene

Zurzeit wird an einer Weiterentwicklung der Recyclingcodes gearbeitet, um weitere Kunststoffsorten wie LLD-PE und Polylactide in das System aufzunehmen. Außerdem sollen die drei Pfeile durch ein durchgängiges Dreieck ersetzt werden, um beim Endverbraucher das Verständnis zu steigern. Grundsätzlich wurden die Codes erstellt, um die Identifikation von Kunststoffen zu erleichtern und nicht, wie fälschlicherweise angenommen wird, die Wiederverwendbarkeit von Waren anzuzeigen (Clauson, 2013). Da für das Recycling von Kunststoffen ein hoher Homogenitätsgrad erforderlich ist, wird bei der Sammlung und Erfassung der Materialien der Fokus auf die Reinheit der Stoffe gelegt.

In Österreich sind laut BMLFUW (2017a) im Jahr 2015 294.888 Tonnen an Kunststoffabfällen getrennt gesammelt und im Restmüll und Sperrmüll miterfasst worden. Abbildung 12 zeigt die Erfassungsmenge der durch die ARA gesammelten Verpackungsabfälle aus den Jahren 1995 bis 2014. In diesen knapp 20 Jahren ist der Erfassungsgrad der Leichtverpackungsabfälle von rund 100.000 Tonnen pro Jahr im Jahr 1995 auf über 200.000 Tonnen im Jahr 2014 gestiegen. Zurückzuführen ist der Anstieg zum einen auf die Erhöhung der in Verkehr gebrachten und verbrauchten Mengen (Wolf, 2017) und zum anderen auf die Verbesserung der Trennmoral (APA, 2013).



### 2.5.1 Stoffliche Verwertung

Mit der VVO (2014) wurde die Verpackungsrichtlinie der Europäischen Union (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2004) in österreichisches Recht umgesetzt. Mit dieser Gesetzesnovelle wurde eine Recyclingquote von 22,5% der in Verkehr gesetzten Masse an Kunststoffen vorgeschrieben. Die Recyclingquote

der Kunststoffverpackungen in Österreich wird im Jahr 2015 mit 33,6% angegeben und erfüllt damit die Vorschreibung der VVO (BMLFUW, 2017a).

In Österreich gibt es 34 Recyclinganlagen für Altkunststoffe mit einer gesamten Mindestkapazität von 318.000 Tonnen pro Jahr. 17 dieser Anlagen erzeugen Flakes, Regranulate oder Mahlgut, wobei in acht Anlagen auch Halbzeuge und Kunststofferzeugnisse produziert werden. Weitere elf Anlagen stellen Styropormahlgut her (BMLFUW, 2017a).

### **2.5.2 Thermische Verwertung**

Die Verwertungsquote der Kunststoff-abfälle wird im Jahr 2015 mit 100% beziffert. Die Verwertungsquote setzt sich aus der Recyclingquote und den anderen Verwertungsmethoden, wie der thermischen Behandlung, zusammen. Da Kunststoffe in Österreich entweder einer stofflichen oder einer thermischen Verwertung zugeführt werden, ergibt sich eine Quote von 66,4% der Kunststoffmenge, die thermisch verwertet wird (BMLFUW, 2017a). Hier muss zwischen der Verbrennung von Kunststoffen in der thermischen Verwertung von gemischten Siedlungsabfällen in Müllverbrennungsanlagen und der Mitverbrennung von Kunststoffen in Zementwerken als Ersatzbrennstoff unterschieden werden.

### 3. Methodik und Vorgehensweise

Im folgenden Kapitel wird die Methode der Probenahme und die nachfolgende Arbeit im Labor genauer beschrieben. Außerdem wird auf die verschiedenen Untersuchungsgebiete genauer eingegangen.

#### 3.1 Untersuchungsgebiete

Die Untersuchungsgebiete für die Restmüllsortieranalyse wurden so gewählt, dass der demografische Einfluss und der Einfluss des Sammelsystems berücksichtigt wurden. Diese Gebiete bilden die Schichtung der Sortieranalyse ab. Geschichtet wurde nach städtischen und ländlichen Gebieten und Gebieten mit LVP-S und HK-S. Die Grundlage für die geografische Schichtung stellt eine Einteilung des Grades der Urbanisierung durch die Europäische Kommission (Statistik Austria, 2013) dar. Städtische Gebiete gelten als Flächen mit einer Bevölkerungsdichte von mehr als 1.500 Personen pro km<sup>2</sup> und einer Mindesteinwohnerzahl von 50.000 Personen, die in diesem Agglomerat leben. Flächen die diese Anforderung nicht erfüllen gelten in diesem Fall als ländlich. Die Schichtung nach Sammelsystemen wurde anhand der Verteilung der LVP-Sammlung nach Regionsebene durch die ARA (ARA, 2012) gemacht. Graz und Wien stehen hier repräsentativ für den städtischen Raum, Liezen und Korneuburg wurden stellvertretend für ländliche Siedlungsgebiete ausgesucht. Für Gebiete mit Leichtverpackungssammlung wurden Graz und Liezen ausgewählt. Im Vergleich dazu wurde für die Hohlkörpersammlung Wien und Korneuburg herangezogen (Tabelle 3). Die untersuchten Gebiete wurden anhand der Bevölkerungsstruktur und den vorherrschenden Sammelsystemen ausgewählt, sind jedoch als nicht-repräsentativ anzusehen. In den folgenden Unterkapiteln wird ein genauerer Überblick über die einzelnen Untersuchungsgebiete gegeben.

Tabelle 3: Standorte der Probenahme nach sammelspezifischen und demografischen Schichten (Eigene Darstellung)

	Hohlkörpersammlung	Leichtverpackungssammlung
Stadt	Wien	Graz
Land	Korneuburg	Liezen

##### 3.1.1 Bezirk Liezen

Der Bezirk Liezen ist der flächenmäßig größte politische Bezirk Österreichs mit einer Fläche von ungefähr 3315 km<sup>2</sup>. Laut Statistik Austria (2016b) liegt Liezen, bezogen auf die Einwohnerzahl, im österreichischen Vergleich im Mittelfeld, mit einer Einwohnerzahl von 79.860. Die Jahresmenge an Restmüll betrug in Liezen im Jahr 2015 13.570 Tonnen. Pro Kopf produziert jeder Einwohner 169,9 kg Restmüll pro Jahr.

Insgesamt wurden rund 5.114 Tonnen an getrennt erfassten Kunststoffen gesammelt. Daraus ergibt sich eine Menge an getrennt erfassten Kunststoffen in der LVP-S von 21,1 kg/EW\*a (Felsberger, 2017).

Durchgeführt wurde die Probenahme an der Abfallbehandlungsanlage Liezen in Kooperation mit dem Abfallwirtschaftsverband Liezen. Gesammelt werden in Liezen Metall- und Leichtverpackungen zusammen, teilweise in Behältern im Bringsystem, aber auch teilweise in Behältern und Säcken im Holsystem.

### **3.1.2 Bezirk Graz**

Graz ist die zweitgrößte Stadt Österreichs mit einer Einwohnerzahl von 280.258 (Statistik Austria, 2016b) und Landeshauptstadt des zweitgrößten, österreichischen Bundeslandes, der Steiermark. Die Fläche des Stadtgebietes beträgt 127 km<sup>2</sup> und breitet sich östlich und westlich des Flusses Mur aus. Im Jahr 2015 wurde eine Restmüllmenge von 51.579 Tonnen gesammelt. Somit betrug die Menge an Restmüll pro Einwohner und Jahr 184,0 kg. In der LVP-S wurden 5.114 Tonnen an Kunststoffen getrennt gesammelt, wodurch sich eine Menge an 18,7 kg/EW\*a ergibt (Felsberger, 2017).

Die Probenahme wurde im Recyclingcenter Sturzgasse der Holding Graz AG, die für die kommunale Abfallsammlung der Stadt Graz zuständig ist, durchgeführt. Die Kunststoffsammlung wird in Graz über ein Holsystem mit Behältern und Säcken abgewickelt.

### **3.1.3 Bezirk Wien**

Als Bundeshauptstadt der Republik Österreich ist Wien die größte Stadt des Staates mit 1.840.573 Einwohnern und einer gesamten Fläche von 415 km<sup>2</sup> (Statistik Austria, 2016b). Die jährlich gesammelte Restmüllmenge betrug 2015 518.515 Tonnen, wobei dies einer Menge von 281,7 kg pro Kopf und Jahr entspricht. Somit ist das Pro-Kopf-Aufkommen an Restmüll im österreichischen Vergleich im Bundesland Wien am höchsten. Im Vergleich dazu ist die getrennt gesammelte Kunststoffmenge mit 4867 Tonnen in Wien am geringsten, da lediglich Kunststoffhohlkörper getrennt erfasst werden (Mastny, 2018). Pro-Kopf errechnet sich eine Menge von 2,6 kg/EW\*a.

Ort der Probenahme in Wien war die Abfallbehandlungsanlage der Magistratsabteilung 48 in der Percostraße 2, im 22. Wiener Gemeindebezirk. In Wien werden nur Kunststoffhohlkörper getrennt, in Behältern im Bringsystem erfasst und alle anderen Kunststoffleichtverpackungen im Restmüll entsorgt.

### **3.1.4 Bezirk Korneuburg**

Korneuburg ist ein niederösterreichischer Bezirk, der nördlich an Wien angrenzt und eine Fläche von 662 km<sup>2</sup> hat. Insgesamt hat Korneuburg 75.094 Einwohner und es wurden im Jahr 2015 10.200 Tonnen an Restmüll gesammelt und einer weiteren Verwertung zugeführt (Statistik Austria, 2016b). Pro Einwohner bedeutet dies ein jährliches Restmüllaufkommen von 135,8 kg. Im gesamten Bezirk Korneuburg ist eine Kombination aus Kunststoffhohlkörper- und Metallverpackungssammlung implementiert, und sonstige Kunststoffleichtverpackungen werden dem Restmüll zugeführt. Die Sammelmenge an getrennt erfassten Kunststoffen betrug 2015 rund 455 Tonnen und eine Pro-Kopf-Menge von 7,5 kg/EW\*a (Frohner und Punesch, 2016).

Angeliefert wird der gesamte Restmüll des Bezirkes Korneuburg zum Filialstandort der Firma Brantner in Hagenbrunn. Vor Ort wurde auch die Probenahme durchgeführt.

## 3.2 Feldarbeit

Die Feldarbeit erstreckte sich über insgesamt 12 Tage von Ende Mai bis Anfang Juli 2016 und beinhaltete die Probenahmen aller vier Standorte zu jeweils drei verschiedenen Zeitpunkten (Tabelle 4). Im folgenden Kapitel wird die Arbeit der Probenahme und der Sortieranalyse im Feld genauer erläutert.

### 3.2.1 Probenahme

Als Grundlage für die gesamte Probenahme an allen Standorten dienten die ÖNORMEN S2127 – Grundlegende Charakterisierung von Abfallhaufen oder von festen Abfällen aus Behältnissen und Transportfahrzeugen (Austrian Standards Institute, 2011) und S2097 – Sortieranalyse von Abfällen. Darin findet sich die Formel für die Berechnung der Stichprobengröße sowie der einzelnen Stichprobenmengen.

Die Berechnung der Stichprobengröße der jeweiligen Standorte erfolgte auf Basis der Grundgesamtheit, welche sich aus den jährlich anfallenden Restmüllmengen der vier geschichteten, repräsentativen Sammeltouren der Probenahmestandorte zusammensetzt. Diese Sammeltouren wurden in Zusammenarbeit mit den Anlagenbetreibern der vier Probenahmestandorte nach soziodemografischen und abfallwirtschaftlich relevanten Kriterien ausgesucht und bilden die soziale Schichtung (Einfamilienhäuser, Reihenhäuser, Mehrparteienhäuser) der Gemeinden möglichst gut ab.

Aus Abbildung 13 ist ersichtlich, dass die Unterschiede in den Sammelmengen von Leichtverpackungen geringen jahreszeitlichen Schwankungen ausgesetzt sind. Daher wurde bei der Probenahmeplanung auf große zeitliche Unterschiede der Probenahmezeitpunkte verzichtet und alle Probenahmen innerhalb eines Monats durchgeführt. Die tägliche Sammelmenge an Restmüll eines Sammelfahrzeugs war die Zugriffsebene der Sortieranalyse.

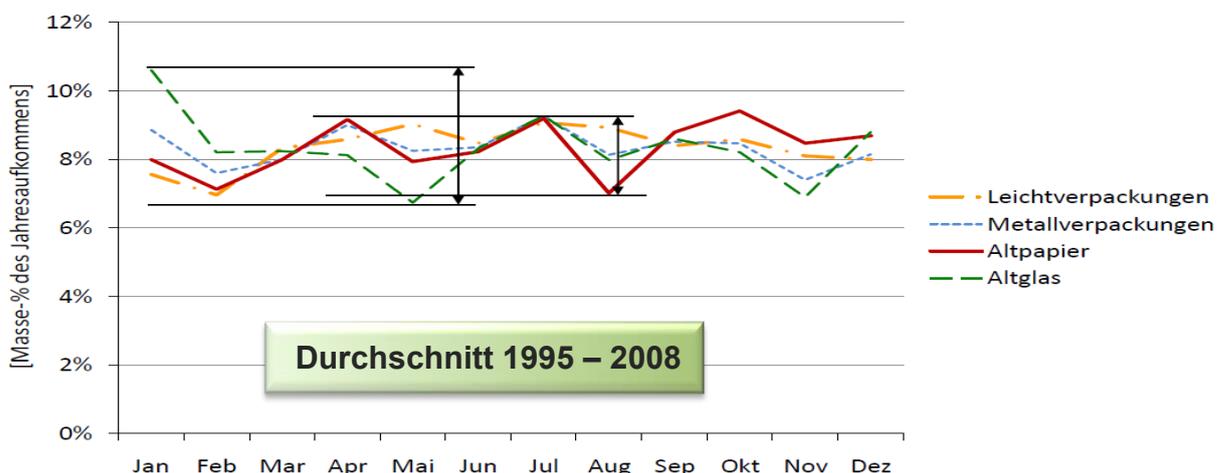


Abbildung 13: Jahresganglinien der verschiedenen Altstoffsammlung aus Haushalten in Österreich (Scharff, 2008)

Der maximale Beurteilungsmaßstab für die Untersuchung einer Abfallmenge beträgt 200 Tonnen. Dies bedeutet, dass je 200 Tonnen Abfall eine qualifizierte Stichprobe zu entnehmen ist, wobei eine qualifizierte Stichprobe aus mindestens zehn Einzelstichproben zu bestehen hat.

Eine Mindestprobemenge einer Einzelstichprobe berechnet sich anhand folgender Formel:

$$\text{Probemenge einer Stichprobe (kg)} = 0,06 \times \text{Größtkorn (95\%-Perzentil) in mm, jedoch zumindest 0,2 kg}$$

Daraus ergibt sich eine Mindestmenge einer qualifizierten Stichprobe von 2 kg.

Die höchste gesammelte Jahresmenge der ausgewählten Sammeltouren stellt Wien mit 560 Tonnen dar. Daher wurde diese Menge auch stellvertretend für die anderen Probenahmestandorte herangezogen. Daraus ergibt sich:

$$560/200 = 2,8 \Rightarrow 3 \text{ qualifizierte Probenahmen}$$

Anhand dieser Berechnung ergibt sich eine Menge von drei qualifizierten Probenahmen pro ausgewähltem Standort.

Für die Berechnung der Probemenge einer Stichprobe wurde als Größtkorn die Kantenlänge einiger Verpackungsfolien mit 500 mm angenommen, die bei einem Probeversuch in Wien im Dezember 2015 beobachtet wurden.

$$\text{Probemenge einer Stichprobe (kg)} = 0,06 \times 500 \text{ mm} = 30 \text{ kg}$$

Daher ergibt sich eine Probemenge von dreißig Kilogramm für eine Stichprobe. Zehn Proben betragen eine Menge von 300 Kilogramm und ergeben eine qualifizierte Stichprobe. Insgesamt wurde für jeden Standort eine Menge von 900 kg und über alle Probenahmen eine Gesamtmenge von 3,6 Tonnen beprobt.

Tabelle 4: Zeittafel der durchgeführten Probenahmen (Eigene Darstellung)

Datum	Liezen	Graz	Wien	Korneuburg
30.05.2016	x			
01.06.2016		x		
02.06.2016			x	
03.06.2016				x
13.06.2016	x			
15.06.2016		x		
16.06.2016			x	
17.06.2016				x
27.06.2016	x			
29.06.2016		x		
30.06.2016			x	
01.07.2016				x

### 3.2.2 Sortieranalyse

Die Sortieranalyse wurde an den vier Standorten Liezen, Graz, Wien und Korneuburg an jeweils drei verschiedenen Terminen durchgeführt. Von den Anlagenbetreibern wurden dazu acht Stück 110-Liter Abfallbehälter bereitgestellt. Diese wurden einerseits zum Verwiegen der Einzelproben und andererseits als Behälter für die acht verschiedenen Sortierfraktionen verwendet. Dazu wurde die gesammelte Menge der jeweils ausgewählten Sammeltour, eine ungefähre Menge von 10 t, auf einen eigens ausgewiesenen Platz gekippt, wie in Abbildung 14 ersichtlich ist.



Abbildung 14: Abkippen der Sammelmenge in Graz (Eigene Darstellung)

Aus der Gesamtmenge von ungefähr 10 Tonnen Restmüll wurden in weiterer Folge händisch die zehn Einzelstichproben zu je 30 kg in einen 110 Liter Abfallbehälter geschaufelt (Abbildung 15).

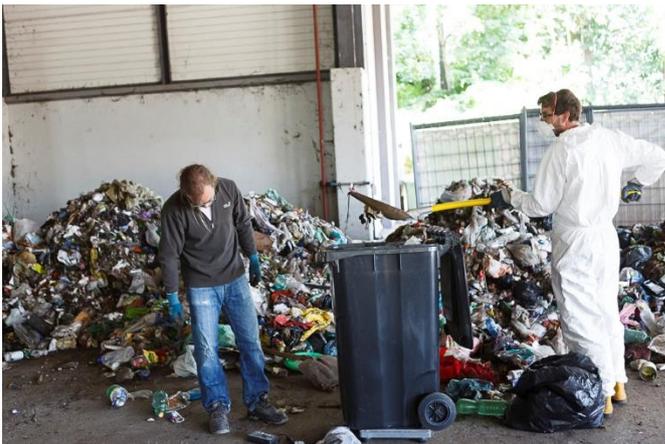


Abbildung 15: Verwiegen der einzelnen Stichproben (Eigene Darstellung)

Nach der Verwiegung der zehn Einzelstichproben wurde die Menge von 300 kg händisch aussortiert und alle Kunststoffe den acht verschiedenen Fraktionen (Tabelle 5) zugeordnet. Da die restlichen Materialien für diese Studie keine Relevanz aufweisen, wurden diese entsorgt. Die aussortierten Teile wurden anhand der SPI Recyclingcodes und dem Anhang 2 der Verpackungsverordnung 2014 den einzelnen Fraktionen zugeteilt. Dafür wurden sechs verschiedene Fraktionen zur Sortierung definiert.

Es wurden die Kunststoffsorten PE, PP und alle restlichen Kunststoffe, hier als Nicht-Polyolefine (NPO) bezeichnet, jeweils in LVP und Stoffgleiche Nichtverpackung (StNVP) aufgetrennt. Nicht durch Recyclingcodes eindeutig identifizierbare Teile, wie Folien oder Hartschalenverpackungen wurden in den zwei Fraktionen „?PO?/LVP“ und „?PO?/StNVP“ gesammelt und zu einer weiteren Untersuchung mit ins Labor genommen. Durch die Erfahrungen der ersten Untersuchungen im Labor und den Lehren, die daraus geschlossen werden konnten, war es bei den darauffolgenden Probenahmen leichter, die Zuordnung vorzunehmen. So ergab zum Beispiel die Beprobung von Kunststofftragetaschen, dass es sich hierbei ausschließlich um die Kunststoffsorte PE handelt. Bei den weiteren Probenahmen wurde auf diese vorhandenen Ergebnisse zurückgegriffen, wodurch eine bessere Zuteilung zu den Kunststofffraktionen vorgenommen werden konnte. Nach der Identifizierung der Teile der Fraktionen „?PO?/LVP“ und „?PO?/StNVP“ wurden die Mengen den vier Fraktionen „PP/LVP“, „PE/LVP“, „PP/StNVP“ und „PE/StNVP“ zugeordnet. Die

Ergebnisse der einzelnen Probenahmen sind den Probenahmeprotokollen in Anhang 1 zu entnehmen.

Tabelle 5: Fraktionen der Sortieranalyse (Eigene Darstellung)

PP= Polypropylen, PE= Polyethylen, NPO= Nicht-polyolefine Kunststoffe, ?PO?= nicht zuordenbare Fraktion, LVP= Leichtverpackung, StNVP= Stoffgleiche Nichtverpackung

	Verpackungen	
Kunststoffe	PP/LVP	PP/StNVP
	PE/LVP	PE/StNVP
	NPO/LVP	NPO/StNVP
	?PO?/LVP	?PO?/StNVP

### 3.3 Laborarbeit

Die Fraktionen „?PO?/VP“ und „?PO?/StNVP“ wurden zu einer weiteren Untersuchung mit an das Labor des Lehrstuhls für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft der Montanuniversität Leoben genommen, um eine Infrarot-Spektroskopie durchzuführen. In den folgenden Abschnitten wird die Arbeit im Labor dargestellt.

#### 3.3.1 Probenaufbereitung



Abbildung 16: Gesäuberte und nummerierte Probenteile (Eigene Darstellung)

Im Labor wurden die einzelnen Probeteile erstmal verwogen, und die Gewichte in einer Excel-Tabelle dokumentiert. Danach wurde aus jedem Teil ein kleines Stück herausgeschnitten, in Wasser gesäubert, mit einer Nummer katalogisiert (Abbildung 16) und den verwogenen Mengen zugeordnet. Bei Folien und großflächigen Kunststoffteilen mit geringer Stärke wurden die Stücke für die Messung mit dem Infrarot-Spektrometer mit einer Schere herausgeschnitten. Aus Hartkunststoffteilen wurde mithilfe eines Messers ein kleines Stück abgeschabt und danach ebenfalls mit Wasser gereinigt. Insgesamt wurden so über 800 Probenteile aufbereitet und mit Infrarotspektroskopie gemessen.

### 3.3.2 Infrarot-Spektroskopie

Methodisch wurde die Infrarot-Spektroskopie mithilfe des Agilent Cary 630 FTIR Spectrometer (Abbildung 17) und der dazugehörigen Software „Micro Lab“ durchgeführt. Mithilfe von Dipl.-Ing. Dr. mont. Gernot Oreski vom Polymer Competence Center Leoben konnte anhand von reinen Kunststoffproben eine Datenbank für den Spektrenabgleich mit den Probestoffen erstellt werden. Für die Erstellung der Datenbank wurden Kunststoffproben der gängigsten Kunststoffe (z.B. PET, PP, PE, PA, PVC) am Endverbrauchermarkt gemessen und die resultierenden Spektren als Vergleichsbasis für die weiteren Messungen in einer Datenbank der Software „Micro Lab“ gespeichert. Somit konnten die nicht eindeutig zuordenbaren Probestücke der Sortieranalysen aus den Fraktionen „?PO?/VP“ und „?PO?/StNVP“ den verschiedenen Kunststoffsorten zugewiesen werden. Die aufbereiteten Probestücke wurden mit der Feststellschraube fixiert, anhand der abgeschwächten Totalreflexion (ATR) mithilfe eines Diamanten vermessen und sofort mit der erstellten Datenbank abgeglichen.



Abbildung 17: Agilent Cary 630 FTIR Spectrometer (Agilent, 2018)

Der Abgleich war eindeutig, da PE und PP charakteristische Spektren aufweisen, die im Vergleich mit den Spektren der anderen Kunststoffsorten unverwechselbar sind. PE hat einen Ausschlag mit einer charakteristischen Doppelspitze bei einer Wellenlänge zwischen 2800 und 3000  $\text{cm}^{-1}$ , wie in Abbildung 18 zu erkennen ist. Diese charakteristischen Spitzen sind auf starke symmetrische und asymmetrische Valenzschwingungen von  $\text{CH}_2$ -Verbindungen zurückzuführen. Außerdem ist bei einer Wellenlänge zwischen 1400 und 1500  $\text{cm}^{-1}$  eine Deformationsschwingung der  $\text{CH}_2$ - und  $\text{CH}_3$ -Verbindungen zu beobachten (Eyerer et al., 2008).

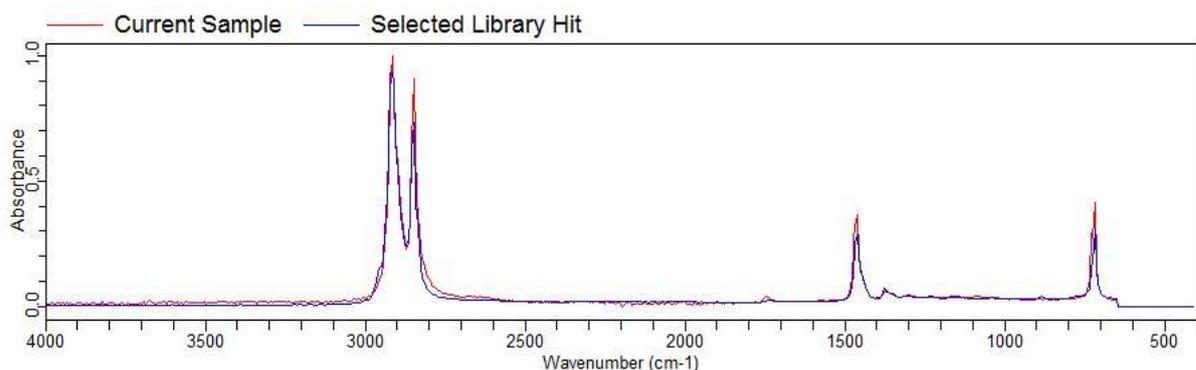


Abbildung 18: FTIR-Spektrum einer Probe aus PE (Eigene Darstellung mit Micro Lab)

PP hingegen hat, wie in Abbildung 19 zu erkennen ist, eine charakteristische Vierfach-Spitze, die ebenfalls Valenzschwingungen von  $\text{CH}_2$ - und  $\text{CH}_3$ -Verbindungen abbildet. Die ganz linke Spitze ist ein Ausschlag des Spektrums bei einer Wellenlänge von 2950 bis 2975  $\text{cm}^{-1}$  durch eine asymmetrische Schwingung der  $\text{CH}_3$ -Verbindungen. Aufgrund der asymmetrischen Streckschwingung von  $\text{CH}_2$ -Verbindungen ergibt sich die höchste Spitze bei einer Wellenlänge von 2915 bis 2940  $\text{cm}^{-1}$ . Auf der rechten Seite der Vierfach-Spitze leiten sich beide Spitzen, durch die symmetrischen

Streckschwingungen von  $\text{CH}_3$  bei einer Wellenlänge zwischen  $2865$  bis  $2885 \text{ cm}^{-1}$  und  $\text{CH}_2$  mit einer Wellenlänge von  $2840$  bis  $2870 \text{ cm}^{-1}$  her. Zwischen der Wellenlänge von  $1370$  bis  $1465$  sind außerdem zwei signifikante Spitzen durch die Deformationsschwingungen der  $\text{CH}_3$ -Verbindungen zu beobachten (Brunner, 2015).

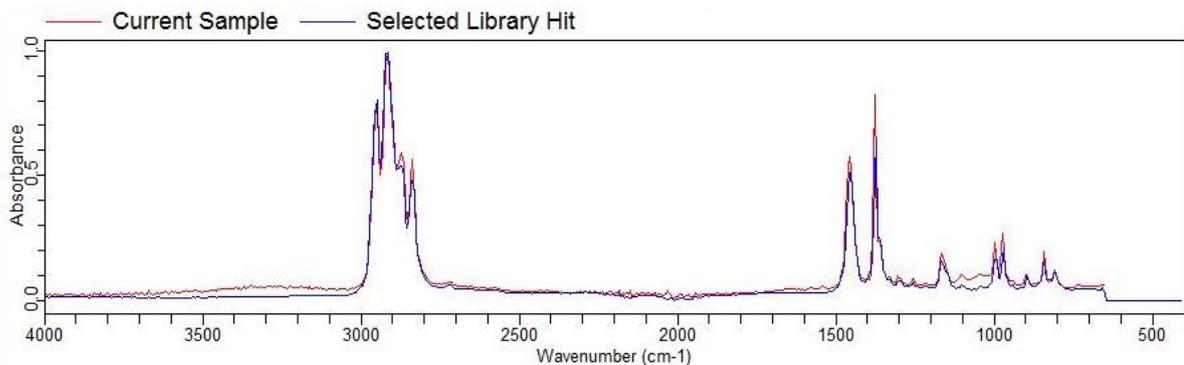


Abbildung 19: FTIR-Spektrum einer Probe aus PP (Eigene Darstellung mit Micro Lab)

Durch die charakteristischen Spitzen der Spektren von PP und PE ist eine Zuweisung der gemessenen Proben einfach durchzuführen. In Abbildung 20 sieht man das Spektrum von PC und es ist ersichtlich, dass keine Verwechslungsgefahr mit PP und PE besteht, da die ausgeprägten Spitzen zwischen  $500$  und  $1800 \text{ cm}^{-1}$  auf Ring-Vibrationen und Streckschwingungen anderer Stoffgruppen zurückzuführen sind und keine Ähnlichkeit mit PP und PE aufweisen (Brunner, 2015). Auch die Spektren von PA, PVC oder PET weisen keine Ähnlichkeit auf, da die Spitzen in anderen Bereichen der Wellenlängen ihre Maxima aufweisen.

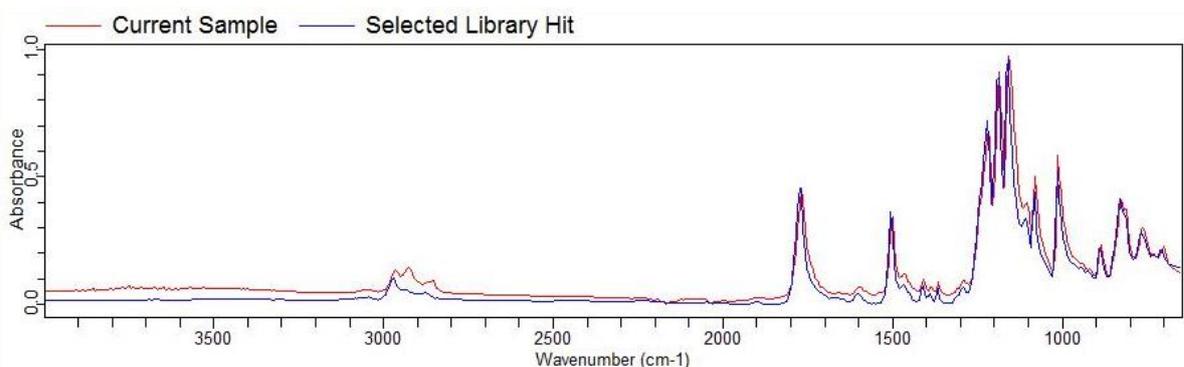


Abbildung 20: FTIR-Spektrum einer Probe aus PC (Eigene Darstellung mit Micro Lab)

### 3.4 Österreichweite Hochrechnung

Anschließend wurde eine Hochrechnung der Ergebnisse der einzelnen Standorte auf Österreich durchgeführt. Hierzu diente eine Aufstellung der genauen Einwohnerzahlen der verschiedenen österreichischen Gemeinden durch die Statistik Austria aus dem Jahr 2016 als Grundlage. Zusätzlich wurde bei den neun verschiedenen Landesregierungen nach einer Aufstellung der Restmüllmengen nach Gemeinden angefragt. Diese Aufstellung findet sich in Anhang 2.

In einem ersten Schritt wurden die Ergebnisse der vier Probenahmestandorte statistisch ausgewertet und Werte für den mittleren Kunststoffanteil, den Anteil an Polyolefinen und den Anteil der Verpackungsfraktionen im Restmüll der einzelnen Probenahmen und der Probenahmestandorte errechnet. Der nächste Schritt war die Zuordnung der vier Gemeinden mit ihren Einwohnerzahlen und den zugehörigen Restmüllmengen zu den vorherrschenden Sammelsystemen nach Aufstellung der ARA (Abbildung 9) wodurch jede der vier Gemeinden einer Schicht zugeordnet wurde. Danach wurden die berechneten Prozentwerte der einzelnen Probenahmestandorte mit den Restmüllmengen der einzelnen Gemeinden multipliziert und so für jede der vier Gemeinden Werte für den Kunststoff-, PO- und Verpackungsanteil pro Jahr berechnet. Durch die Division dieser Werte mit den Einwohnerzahlen der Gemeinden wurden Pro-Kopf-Mengen berechnet. Die gesammelten Werte der vier Gemeinden der Probenahmestandorte dienten in weiterer Folge als repräsentative Werte für die vier Schichten ländlich/HK-S, ländlich/LVP-S, städtisch/HK-S und städtisch/LVP-S.

In weiterer Folge wurden alle Gemeinden Österreichs auf Basis der Zuordnung zum Grad der Urbanisierung durch die Statistik Austria (2013) und der Verteilung der verschiedenen Sammelsysteme (ARA, 2012) den vier Schichten zugeordnet. Anhand der errechneten Prozentwerte der vier Probenahmestandorte wurden Werte für den mittleren Kunststoffanteil, den Anteil an Polyolefinen und den Anteil der Verpackungsfraktionen im Restmüll der jeweiligen Gemeinde berechnet.

Die dabei errechneten Mengen an Kunststoffen, Kunststoffsorten (PO/NPO) und Verpackungsfraktionen (LVP/StNVP) im Restmüll der verschiedenen Gemeinden wurden zu österreichweiten Werten zusammengerechnet. Aus den Pro-Kopf-Mengen und den Prozentangaben des Gehalts an Kunststoffen, Kunststoffsorten und Verpackungsfraktionen wurden Mittelwerte gebildet. In Tabelle 6 ist ein Auszug der Daten aus der Hochrechnung auf Österreich zu sehen.

Tabelle 6: Auszug aus der österreichweiten Hochrechnung (Eigene Darstellung)

Bezirk	Einwohner	Restmüll [t/a]	Restmüll [kg/EW*a]	Demografie	Sammel- system	Kunststoff- gehalt [%]	Kunststoff- gehalt [t]	Kunststoff- gehalt [kg/EW*a]	PO-Gehalt [%]	PO-Gehalt [t]	PO-Gehalt [kg/EW*a]
<b>Steiermark</b>											
Graz Stadt	280.258	51.579	184,0	Stadt	LVP	12,2%	6.305	22,5	6,9%	3547,2	12,7
Graz Umgebung	148.830	13.711	92,1	Land	LVP	13,5%	1.847	12,4	8,5%	1169,5	7,9
Deutschlandsberg	60.657	6.404	105,6	Land	LVP	13,5%	863	14,2	8,5%	546,3	9,0
Leibnitz	81.315	7.818	96,1	Land	LVP	13,5%	1.053	13,0	8,5%	666,9	8,2
Leoben	61.558	9.338	151,7	Land	LVP	13,5%	1.258	20,4	8,5%	796,5	12,9
Liezen	79.860	13.570	169,9	Land	LVP	13,5%	1.828	22,9	8,5%	1157,5	14,5
Murau	28.390	3.358	118,3	Land	LVP	13,5%	452	15,9	8,5%	286,4	10,1
Voitsberg	51.851	6.706	129,3	Land	LVP	13,5%	903	17,4	8,5%	572,0	11,0
Weiz	89.104	7.056	79,2	Land	LVP	13,5%	951	10,7	8,5%	601,9	6,8
Murtal	73.150	9.480	129,6	Land	LVP	13,5%	1.277	17,5	8,5%	808,6	11,1
Bruck-Mürzzuschlag	100.349	12.173	121,3	Land	LVP	13,5%	1.640	16,3	8,5%	1038,4	10,3
Hartberg-Fürstenfeld	90.546	6.912	76,3	Land	LVP	13,5%	931	10,3	8,5%	589,6	6,5
Südoststeiermark	86.144	7.784	90,4	Land	LVP	13,5%	1.049	12,2	8,5%	664,0	7,7

## 4. Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Probenahmen genauer beleuchtet und die daraus resultierenden Hochrechnungen genauer erläutert. Die folgenden Ergebnisse sind ohne Anhaftungskorrektur angegeben. Zusätzlich wurden alle Kunststoffmengen mit einem Korrekturfaktor von 27,2% für Anhaftungen bei Restmüll-Sortieranalysen bereinigt (Bauer, 2002). Im Anhang 3 sind alle Ergebnisse mit und ohne Anhaftungskorrektur in tabellarischer Form zu finden.

### 4.1 Sortieranalyse Liezen

Die Probenahmen in Liezen wurden am 30. Mai, 13. und 27. Juni 2016 am Standort des Abfallwirtschaftsverbandes Liezen in der Gesäusestraße 50, 8940 Liezen durchgeführt. Insgesamt wurde über alle drei Probenahmen hinweg eine Menge von 909,7 kg Restmüll analysiert.

#### 4.1.1 Kunststoffe im Restmüll in Liezen

Am Standort des Abfallwirtschaftsverbandes Liezen wurden, je nach Probetag, zwischen 37,7 kg und 46,1 kg an Kunststoffen aus der beprobten Restmüllmenge aussortiert. Der Mittelwert der aussortierten Kunststoffmenge betrug 40,9 kg (Abbildung 21).

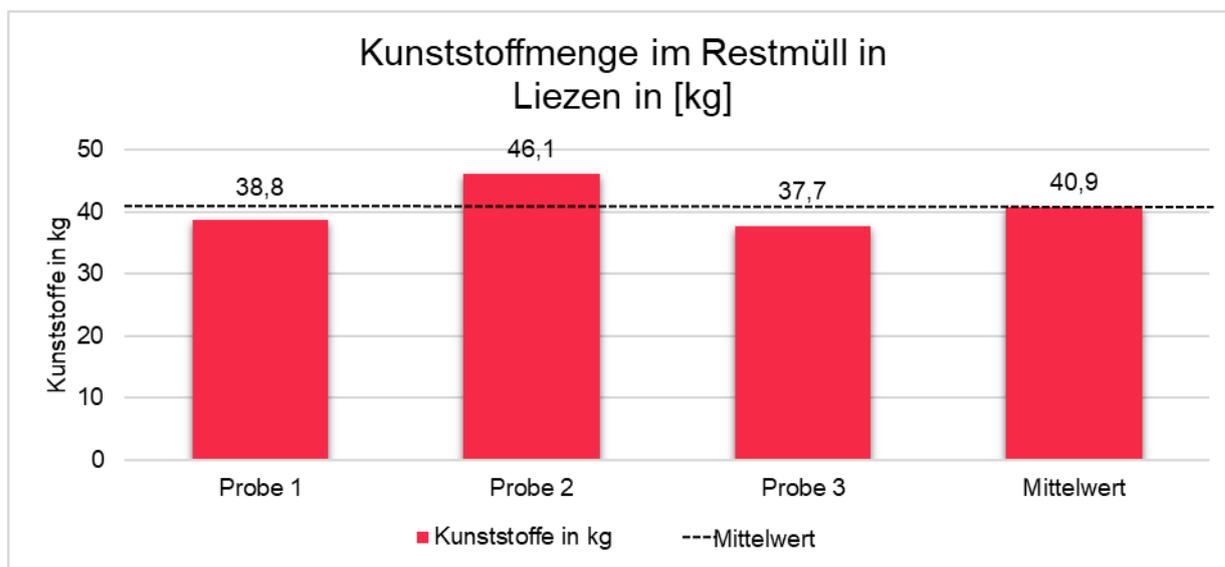


Abbildung 21: Aussortierte Menge und Mittelwert an Kunststoffen in kg während der Probenahmen in Liezen (Eigene Darstellung)

Betrachtet man die Menge an aussortierten Kunststoffen in Prozent, ergab sich ein Mittelwert des Kunststoffanteils, über alle drei Probenahmen, von 13,5% im Liezener Restmüll. Die aussortierten Kunststoffanteile variierten von 12,4% bis 15,2% (Abbildung 22).

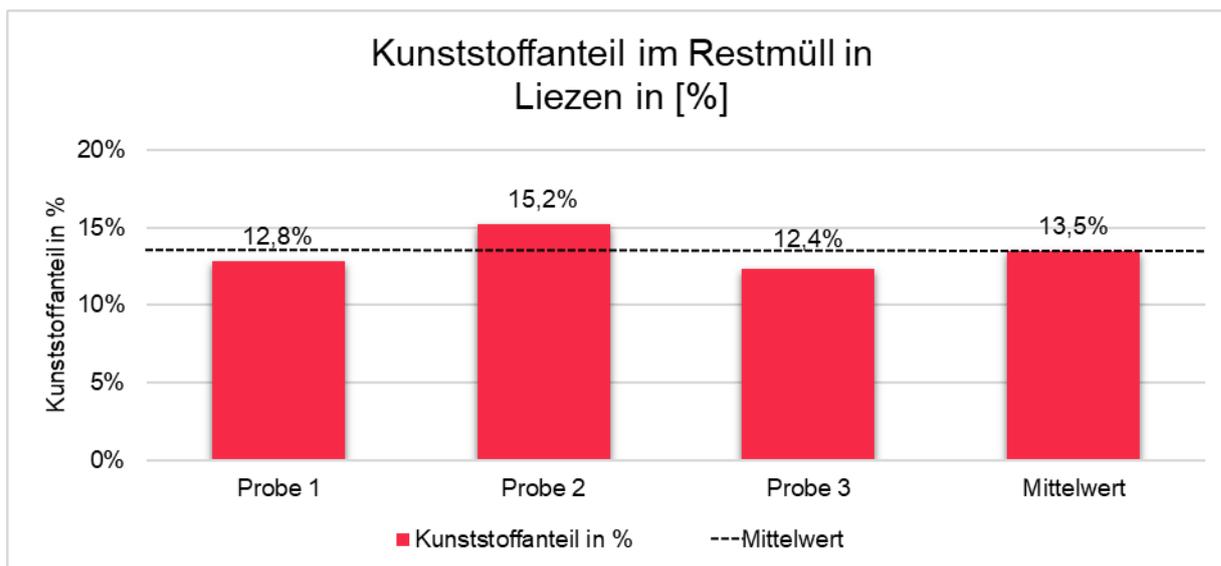


Abbildung 22: Aussortierte Anteile und Mittelwert an Kunststoffen in % während der Probenahmen in Liezen (Eigene Darstellung)

#### 4.1.2 Verpackungen und Stoffgleiche Nichtverpackungen im Restmüll in Liezen

Weiters wurde die aussortierte Kunststoffmenge nach VP und StNVP aufgetrennt und ein Mittelwert von 27,1 kg an VP und 13,7 kg an StNVP gemessen. Die Schwankungsbreite an VP lag zwischen 24,1 kg und 33,2 kg, bei StNVP konnte eine Schwankung von 12,9 kg bis 14,7 kg beobachtet werden (Abbildung 23).

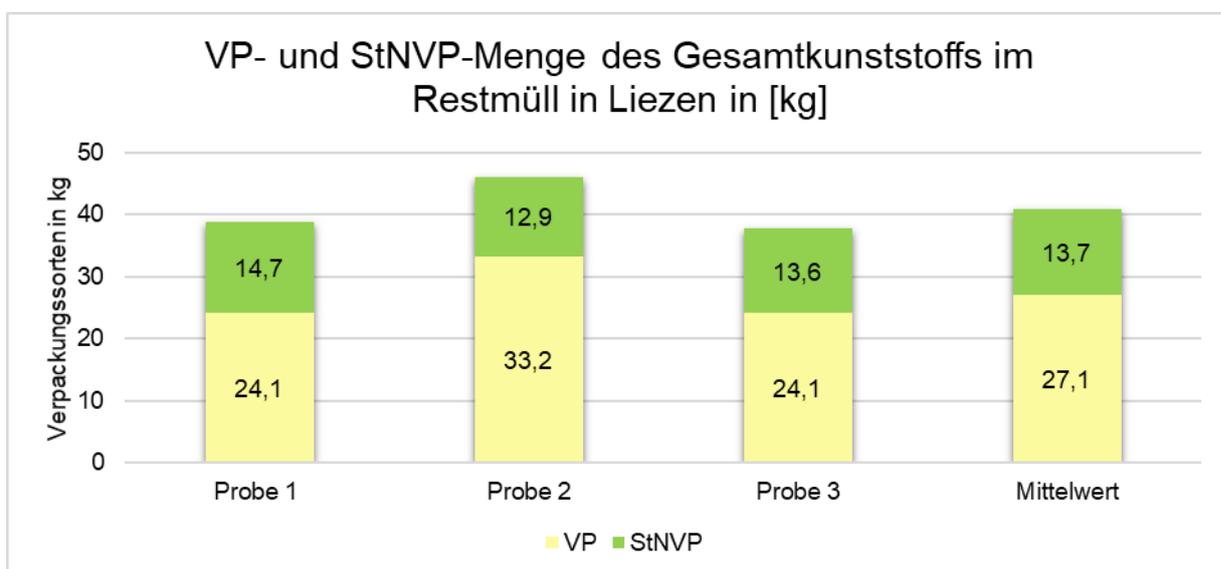


Abbildung 23: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an VP und StNVP während der Probenahmen in Liezen (Eigene Darstellung)

In Abbildung 24 sind die prozentuellen Anteile an VP und StNVP abgebildet. Während der Probenahmen wurde ein mittlerer Anteil von 66,0% an VP und 34,0% an StNVP verwogen. Die Unterschiede der einzelnen Probenahmen beliefen sich teilweise auf bis zu zehn Prozent. Bei der ersten Probe wurden 62,2% an VP aussortiert, im Vergleich dazu wurden bei der zweiten Probe 72,1% an VP getrennt erfasst.

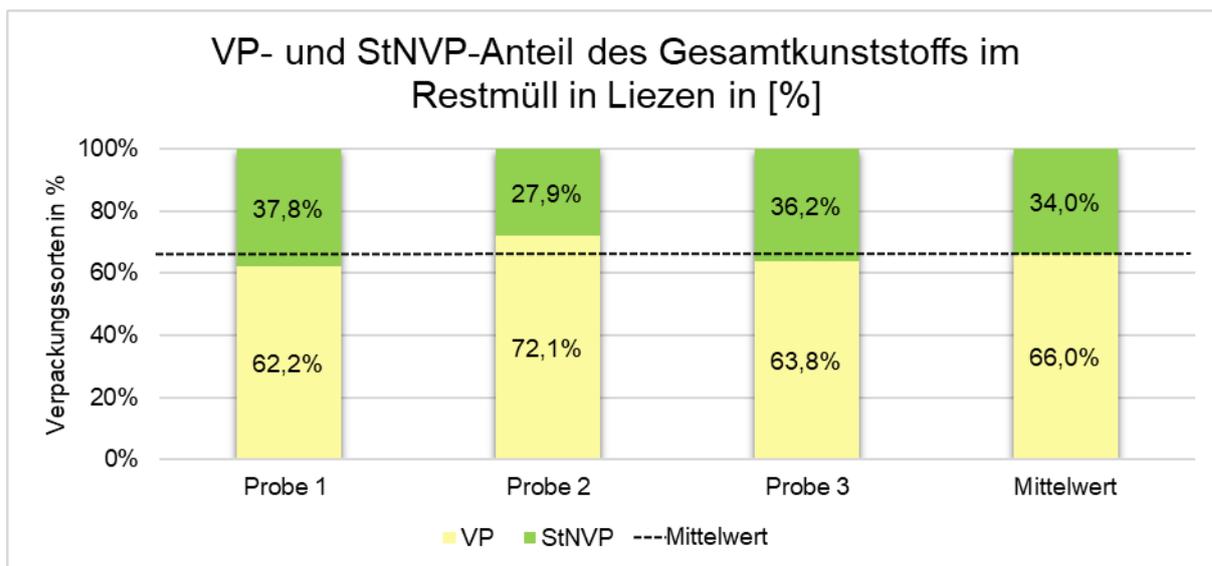


Abbildung 24: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an VP und StNVP während der Probenahmen in Liezen (Eigene Darstellung)

Weiters wurde berechnet, wie hoch der jeweilige Anteil der VP und StNVP am gesamten Restmüllaufkommen ist. Anteilsmäßig berechnet ergibt sich ein Mittelwert der VP im Restmüll von 9,0%. An StNVP wurde ein Mittelwert von 4,5% im Liezener Restmüll gemessen (Abbildung 25). 86,5% des beprobten Restmülls verteilen sich auf alle anderen im Restmüll enthaltenen Fraktionen, wie zum Beispiel organische Stoffe, Papier, Hygieneartikel oder Textilien (Innovative Umwelttechnik GmbH und Saubermacher Dienstleistungs AG, 2014).

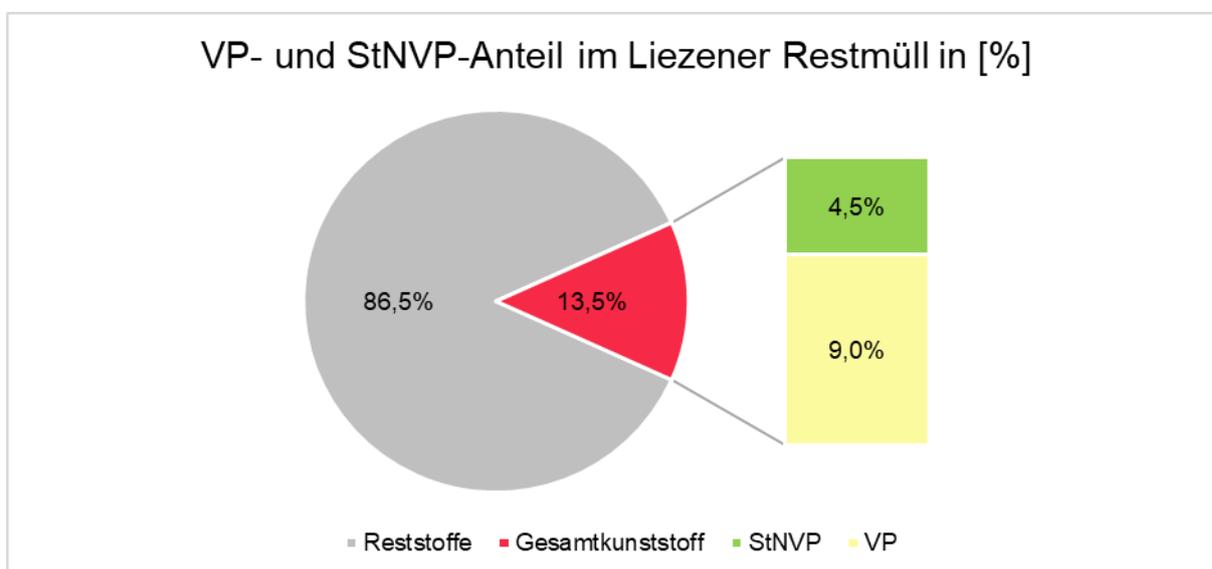


Abbildung 25: Anteile an VP und StNVP in % im Liezener Restmüll (Eigene Darstellung)

#### 4.1.3 Polyolefinanteil im Restmüll in Liezen

Der Polyolefinanteil im Liezener Restmüll betrug im Mittel der drei Probenahmen 25,9 kg und der mittlere Anteil an nicht-polyolefinen Kunststoffen belief sich auf 14,9 kg. Die Spanne des Polyolefinanteils lag zwischen 21,5 kg bei der dritten Probe und 30,1 kg

bei der zweiten Probe. Der Unterschied des NPO-Anteils war mit einer Spanne von 3,7 kg geringer als die Spanne des PO-Anteils (Abbildung 26).

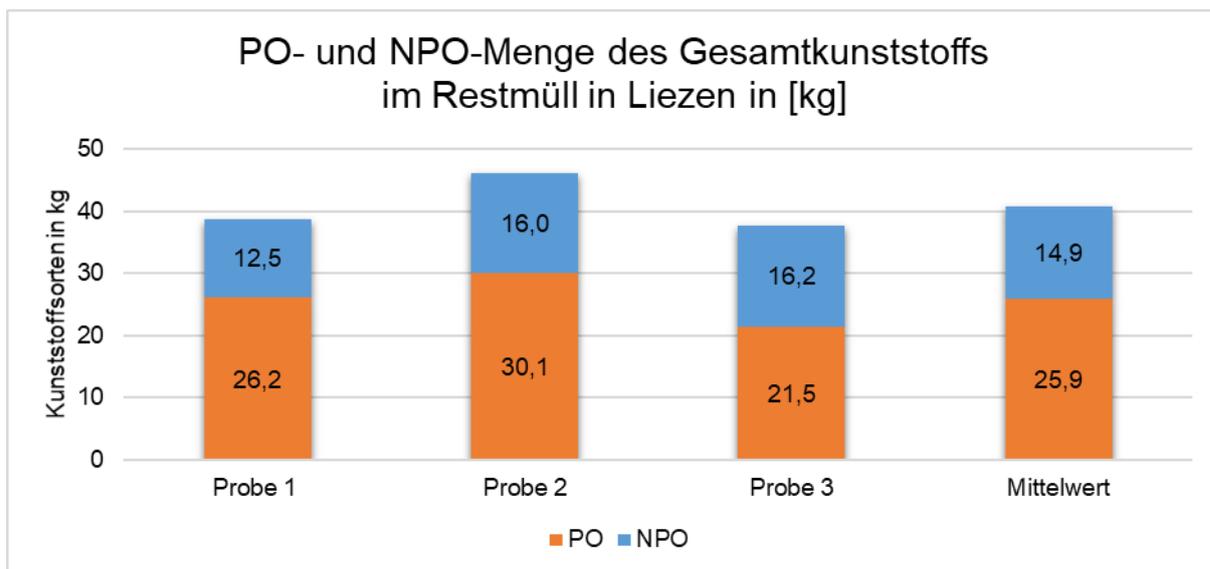


Abbildung 26: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an PO und NPO während der Probenahmen in Liezen (Eigene Darstellung)

Prozentuell betrachtet, ergab sich ein Mittelwert des PO-Anteils von 63,3% und des NPO-Anteils von 36,7%. Die Unterschiede der einzelnen Probenahmen beliefen sich auf bis zu 10,7% (Abbildung 27).

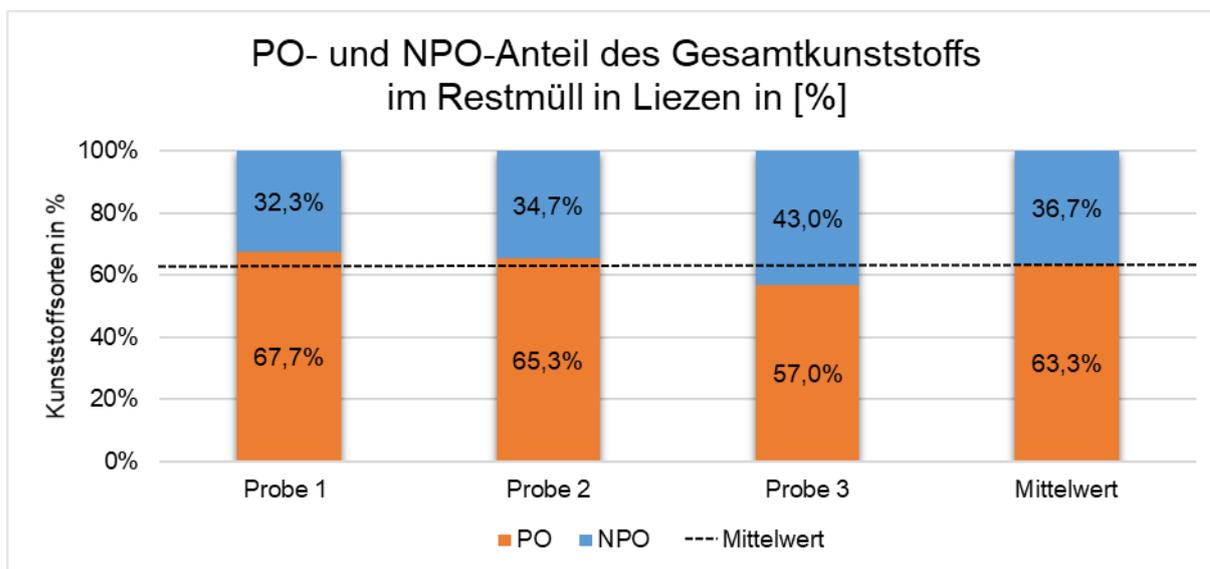


Abbildung 27: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an PO und NPO während der Probenahmen in Liezen (Eigene Darstellung)

In Abbildung 28 wurden die Ergebnisse der Probenahmen in Beziehung zur gesamten Restmüllmenge in Liezen gesetzt, um den PO- und NPO-Anteil am Restmüllaufkommen anschaulich darzustellen. Es konnte von einem mittleren PO-

Anteil von 8,6% des Restmülls ausgegangen werden. Der NPO-Anteil betrug im Mittel rund 4,9% des gesamten Restmülls.

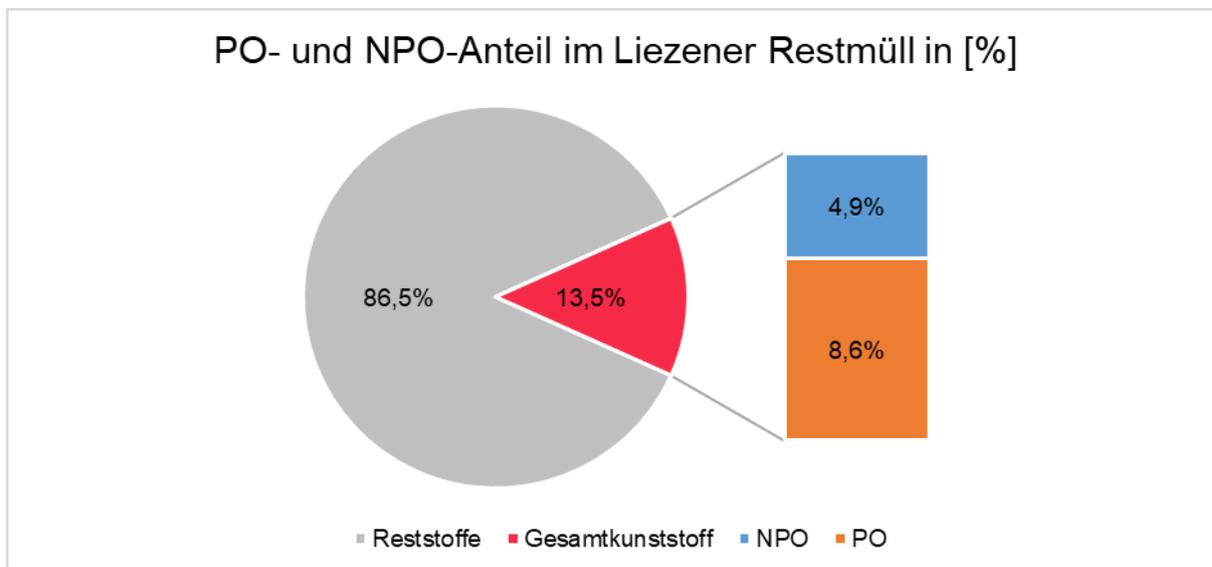


Abbildung 28: Anteile an PO und NPO in % im Liezener Restmüll (Eigene Darstellung)

## 4.2 Sortieranalyse Graz

In Graz wurde die Probenahme am Standort Recyclingcenter Sturzgasse der Holding Graz AG in der Sturzgasse 16, 8020 Graz vorgenommen. Durchgeführt wurden die Probenahmen am 1., 15. und 29. Juni 2016. Während der Probenahmen wurde eine Gesamtmenge von 912,6 kg Restmüll sortiert.

### 4.2.1 Kunststoffe im Restmüll in Graz

Über die drei Probenahmen hinweg wurde in Graz eine mittlere Menge an Kunststoffen von 37,2 kg verwogen. Die Werte der einzelnen Proben schwankten zwischen 33,4 kg und 43,1 kg (Abbildung 29).

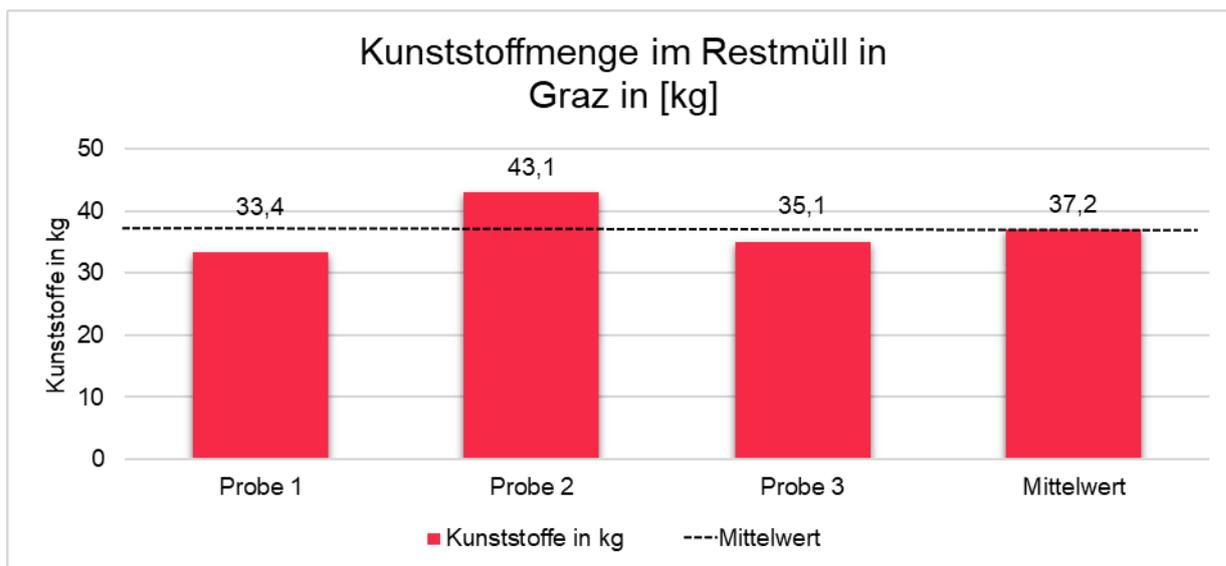


Abbildung 29: Aussortierte Menge und Mittelwert an Kunststoffen in kg während der Probenahmen in Graz (Eigene Darstellung)

In prozentueller Betrachtung ergab sich ein mittlerer Kunststoffanteil an Restmüll in Graz von 12,2%. Aus den drei Probenahmen ergab sich eine maximale Schwankungsbreite von rund 3,2%, wobei die Werte von 11,0% bis 14,2% schwanken (Abbildung 30).

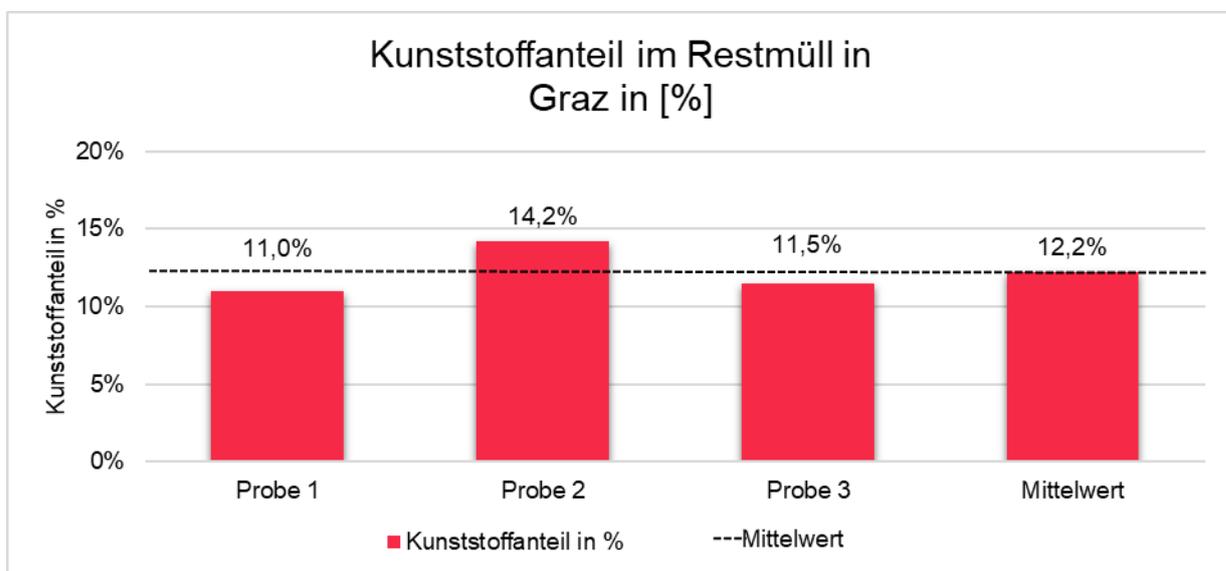


Abbildung 30: Aussortierte Anteile und Mittelwert an Kunststoffen in % während der Probenahmen in Graz (Eigene Darstellung)

#### 4.2.2 Verpackungen und Stoffgleiche Nichtverpackungen im Restmüll in Graz

Wie aus Abbildung 31 ersichtlich ist wurde eine mittlere Menge an VP von 26,0 kg und 11,1 kg an StNVP im Grazer Restmüll gemessen, wobei die Spanne an VP von 24,4 kg bis 27,6 kg und die Spanne an StNVP von 9,0 kg bis 15,5 kg reichte.

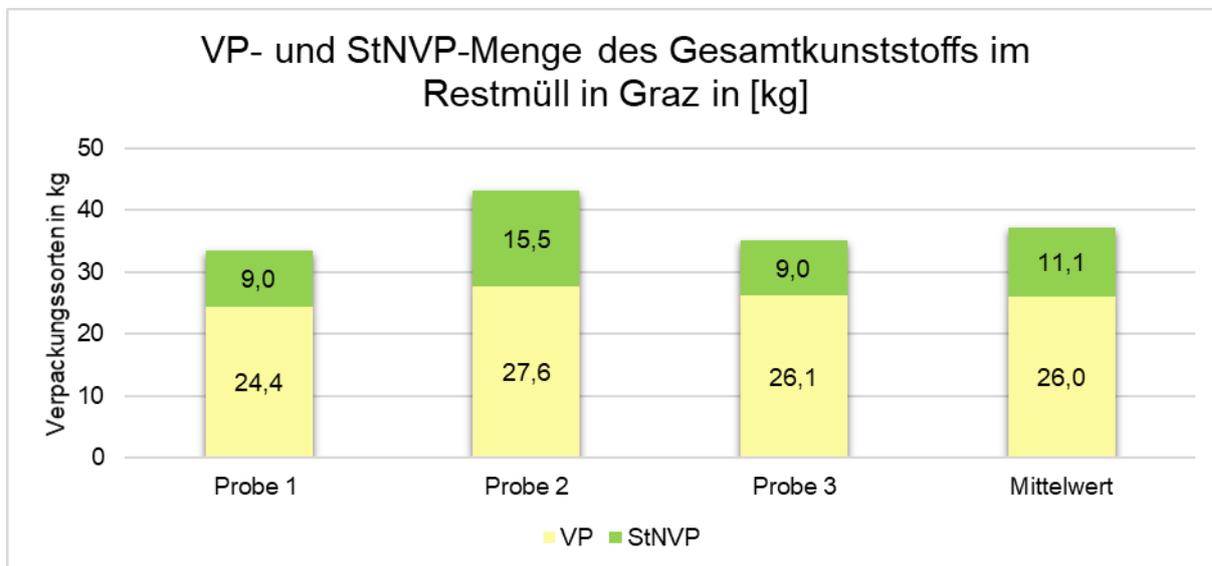


Abbildung 31: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an VP und StNVP während der Probenahmen in Graz (Eigene Darstellung)

In Prozenten gemessen ergab sich aus den oben beschriebenen Ergebnissen ein Mittelwert von 70,5% an VP und 29,5% an StNVP. Die unterschiedlichen Messungen ergaben eine Schwankung von 64,1% bis 74,4% der Fraktion VP und 25,6% bis 35,9% der Fraktion StNVP (Abbildung 32).

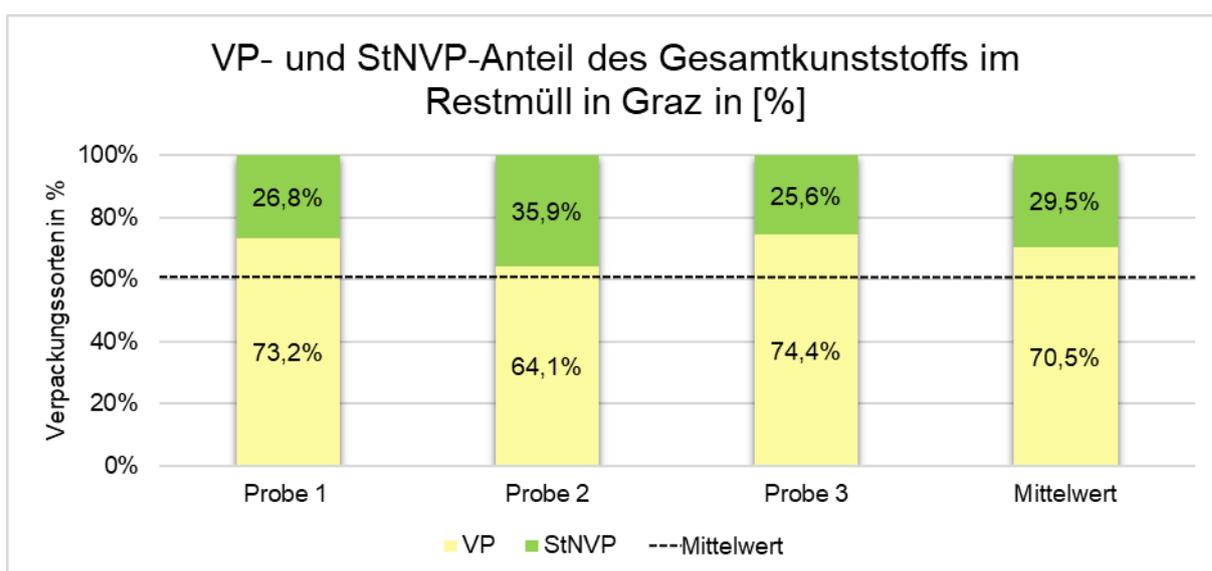


Abbildung 32: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an VP und StNVP während der Probenahmen in Graz (Eigene Darstellung)

Werden die verwogenen Mengen mit dem gesamten Restmüllaufkommen in Beziehung gesetzt, errechnet sich ein mittlerer Anteil von 8,6% an VP im Grazer Restmüll. Der Anteil der StNVP am Restmüllaufkommen betrug im Mittel rund 3,7% (Abbildung 33).

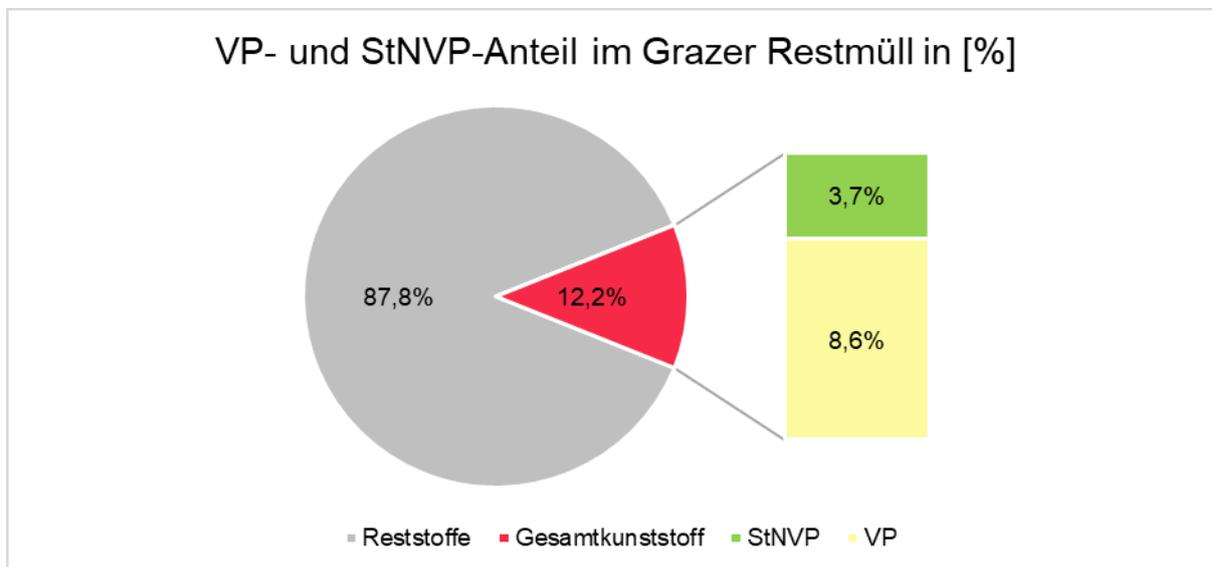


Abbildung 33: Anteile an VP und StNVP in % im Grazer Restmüll (Eigene Darstellung)

#### 4.2.3 Polyolefinanteil im Restmüll in Graz

Der PO-Anteil am gesamten Restmüllaufkommen schwankte zwischen 19,1 kg und 21,6 kg, wobei sich der Mittelwert auf 20,6 kg belief. Im Vergleich dazu wurde ein Anteil an NPO von 11,7 kg bis 24,0 kg beobachtet. Hier lag der mittlere Anteil an NPO bei 16,6 kg (Abbildung 34).

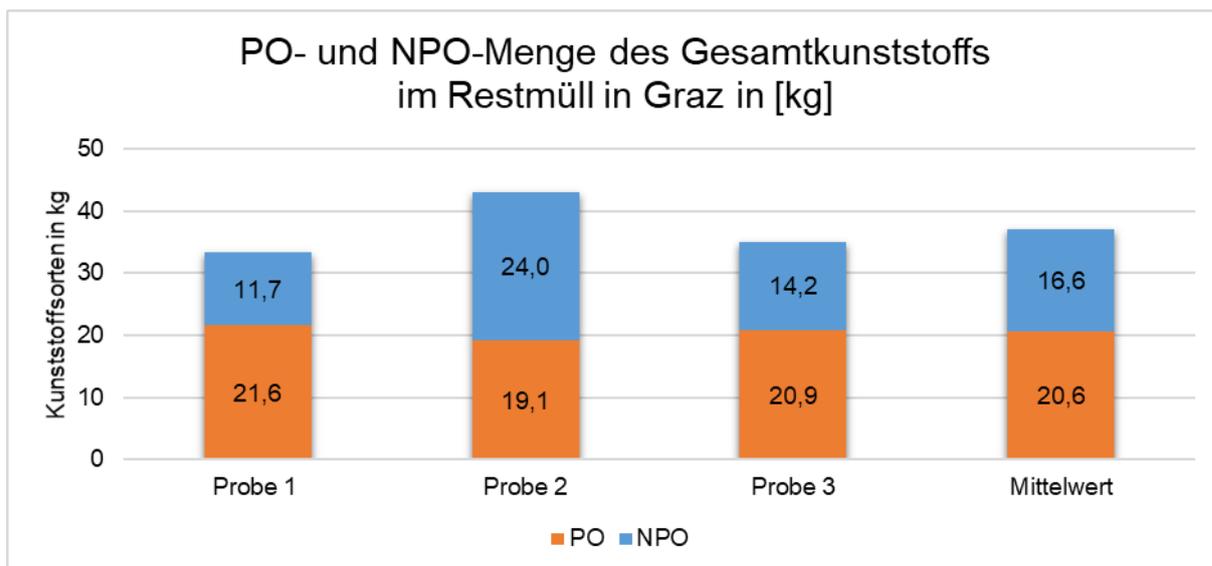


Abbildung 34: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an PO und NPO während der Probenahmen in Graz (Eigene Darstellung)

Die gesamte Kunststoffmenge im Grazer Restmüll teilte sich im Mittel in 56,3% an PO und 43,7% an NPO auf. Bei den unterschiedlichen Probenahmen ergaben sich Werte von 44,3% bis 64,8% an PO und 35,2% bis 55,7% an NPO, wobei der gravierende Unterschied in der Höhe des NPO-Anteils bei der zweiten Probenahme auf eine entsorgte Badeinsel aus PVC mit einem hohen Gewicht zurückzuführen war (Abbildung 35).

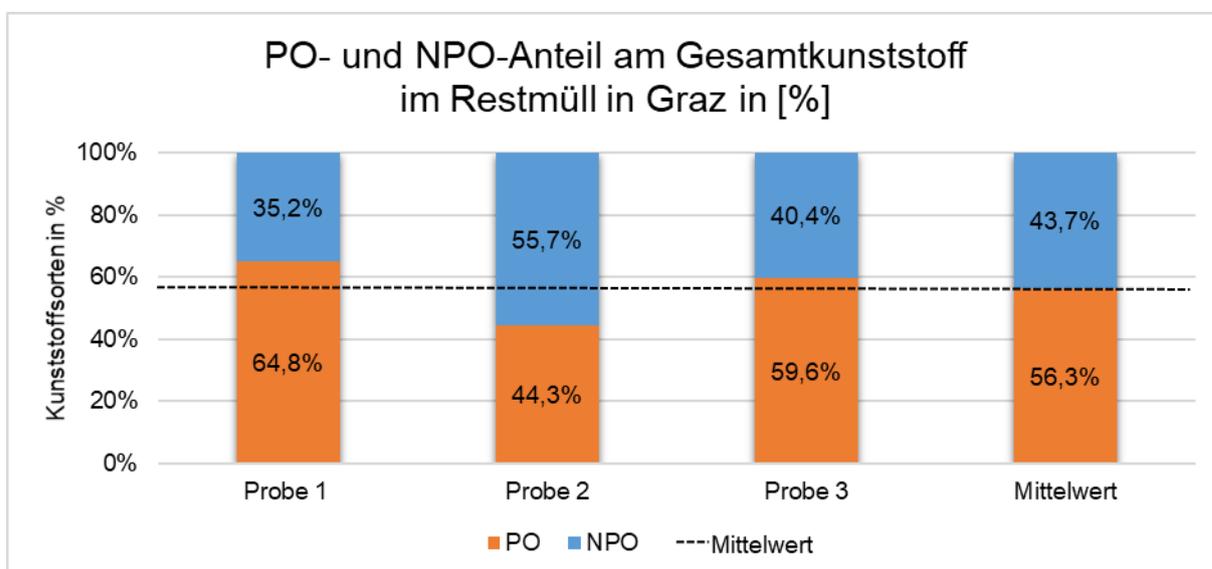


Abbildung 35: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an PO und NPO während der Probenahmen in Graz (Eigene Darstellung)

Setzt man die gemessenen Mengen an PO und NPO in Bezug zur gesamten Restmüllmenge, ergibt sich ein durchschnittlicher Anteil im Grazer Restmüll von 6,8% an PO und 5,5% an NPO (Abbildung 36).

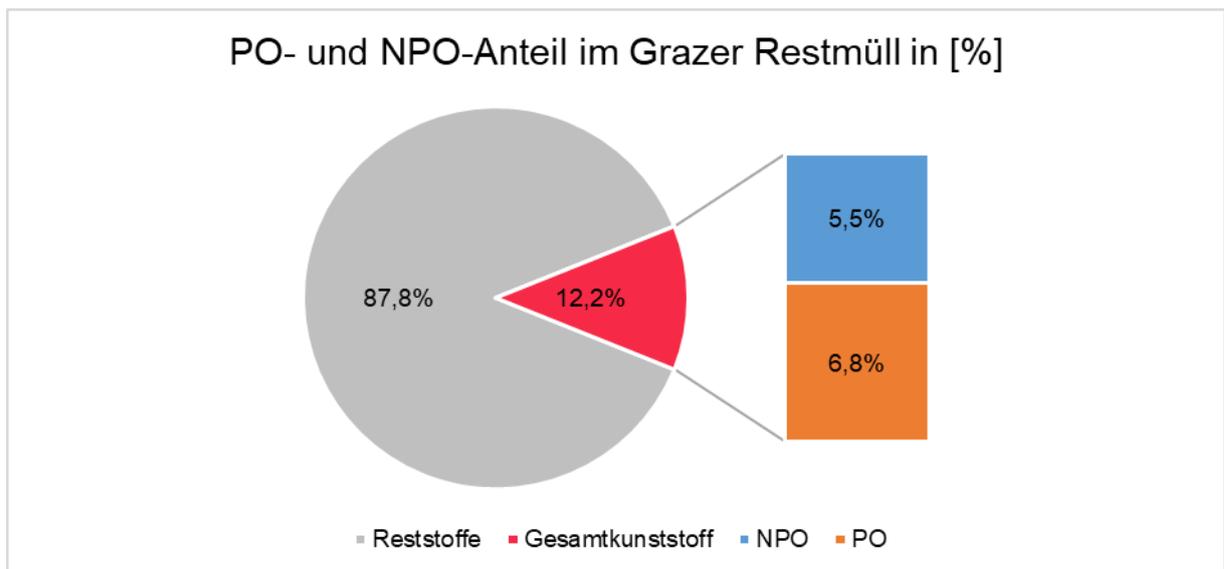


Abbildung 36: Anteile an PO und NPO in % im Grazer Restmüll (Eigene Darstellung)

### 4.3 Sortieranalyse Wien

Die Sortieranalyse in Wien wurde bei der Abfallbehandlungsanlage Rinterzelt der Magistratsabteilung 48 in der Percostraße 4, 1220 Wien durchgeführt. Die Proben wurden am 2., 16. und 30. Juni 2016 genommen. Die gesamte Probenmenge aller drei Probenahmen betrug 908,7 kg an Restmüll.

#### 4.3.1 Kunststoffe im Restmüll in Wien

Bei den drei Probenahmen in Wien betrug die durchschnittliche Kunststoffmenge im Restmüll rund 35,1 kg. Die Werte der einzelnen Proben schwankten von 32,7 kg bis 39,0 kg wie in Abbildung 37 zu sehen ist.

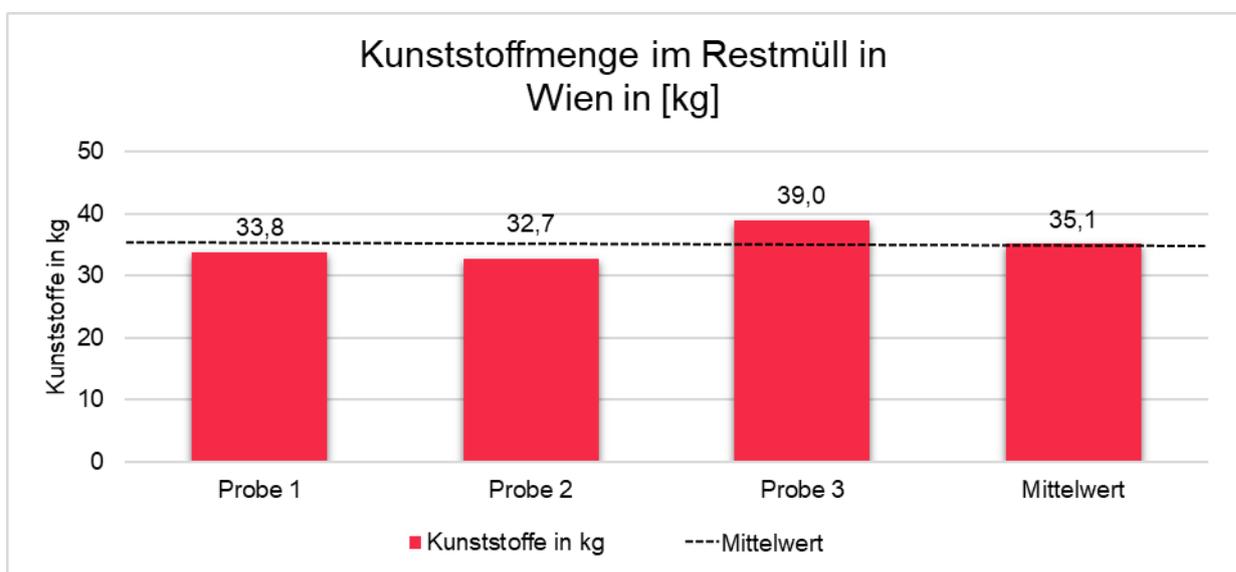


Abbildung 37: Aussortierte Menge und Mittelwert an Kunststoffen in kg während der Probenahmen in Wien (Eigene Darstellung)

Prozentuell gesehen wurde ein mittlerer Kunststoffanteil von rund 11,6% über die drei Probenahmen gemessen. Die Werte des Gesamtkunststoffanteils im Wiener Restmüll variierten zwischen 10,8% bis 12,8% (Abbildung 38).

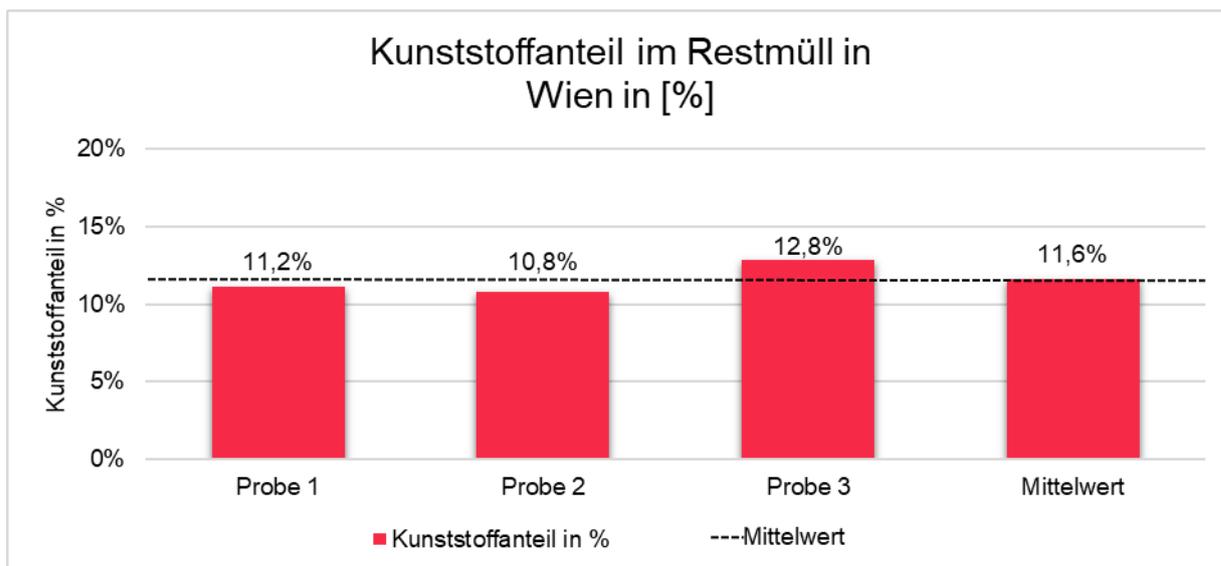


Abbildung 38: Aussortierte Anteile und Mittelwert an Kunststoffen in % während der Probenahmen in Wien (Eigene Darstellung)

#### 4.3.2 Verpackungen und Stoffgleiche Nichtverpackungen im Restmüll in Wien

Wird der Gesamtkunststoffanteil im Wiener Restmüll auf die Fraktionen VP und StNVP aufgeteilt, ergibt sich ein mittlerer VP-Anteil von 28,2 kg und ein mittlerer StNVP-Anteil von 7,0 kg. Die Ergebnisse der drei durchgeführten Probenahmen auf den VP-Anteil bezogen bewegten sich zwischen 26,1 kg und 30,4 kg. Wird der Anteil an StNVP betrachtet, waren Werte zwischen 3,4 kg und 11,0 kg zu beobachten (Abbildung 39).

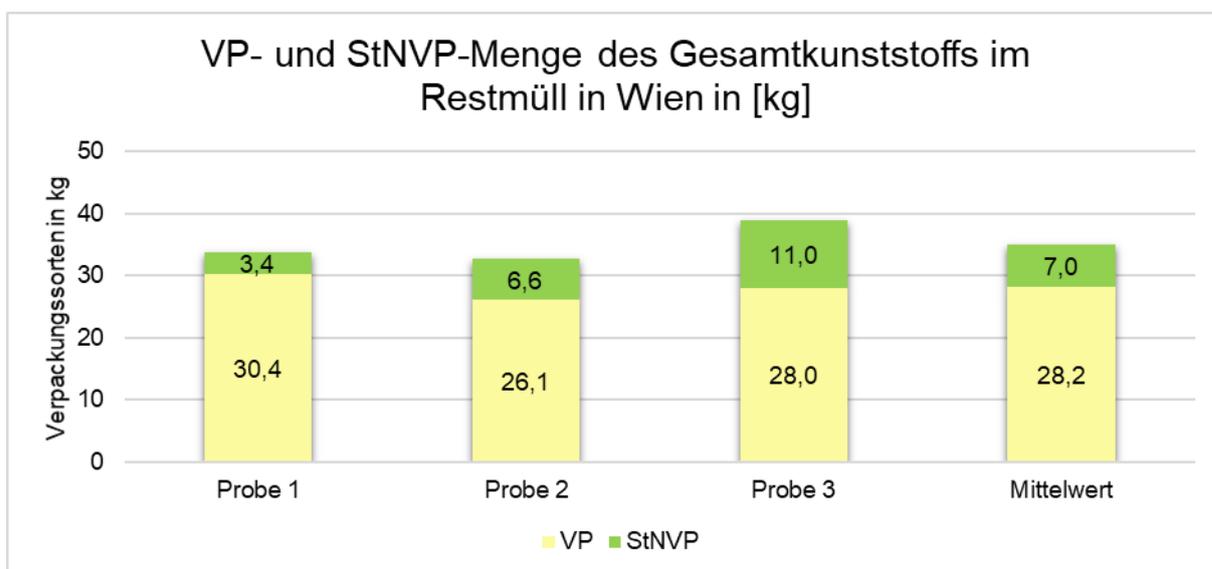


Abbildung 39: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an VP und StNVP während der Probenahmen in Wien (Eigene Darstellung)

Werden die Ergebnisse der Probenahme in Prozent umgerechnet, beläuft sich der Mittelwert an VP auf 80,1% und der Mittelwert an StNVP auf 19,9%. Über die drei Probenahmen ergaben sich Prozentwerte an VP von 71,9% bis 90,0%. Im Umkehrschluss betragen die Werte an StNVP 10,0% bis 28,1%, wie aus Abbildung 40 erkennbar ist.

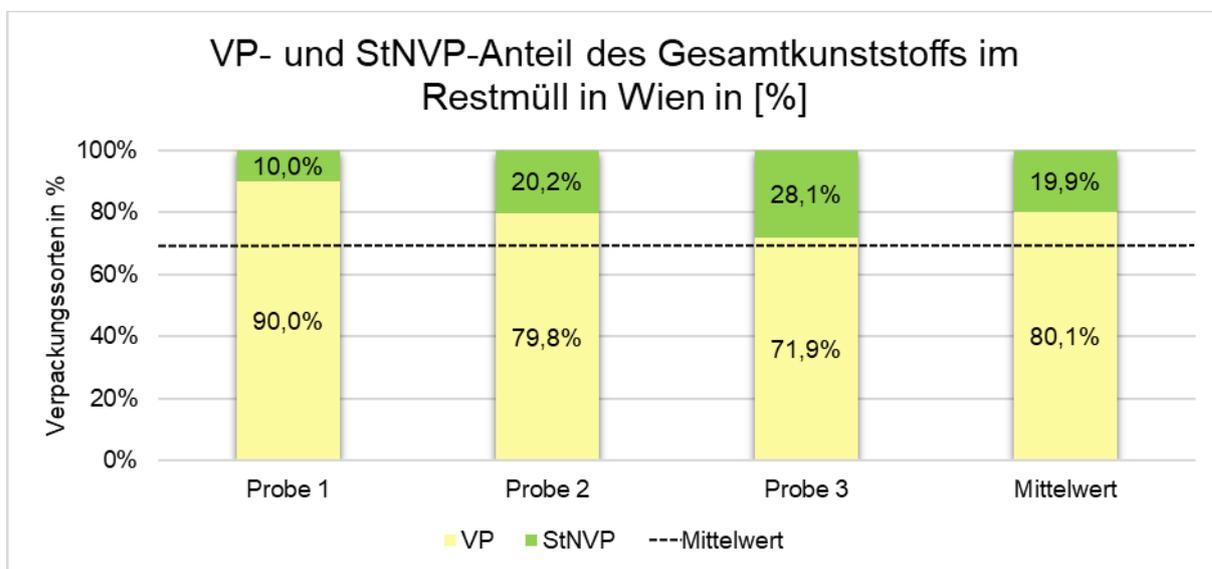


Abbildung 40: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an VP und StNVP während der Probenahmen in Wien (Eigene Darstellung)

Wenn die Prozentanteile der VP- und StNVP-Mengen in Bezug zum gesamten Restmüllaufkommen gesetzt werden, errechnet sich ein durchschnittlicher Anteil an VP im Wiener Restmüll von 9,3% und ein durchschnittlicher Anteil an StNVP von 2,3% bei einem Gesamtkunststoffanteil von 11,6% (Abbildung 41).

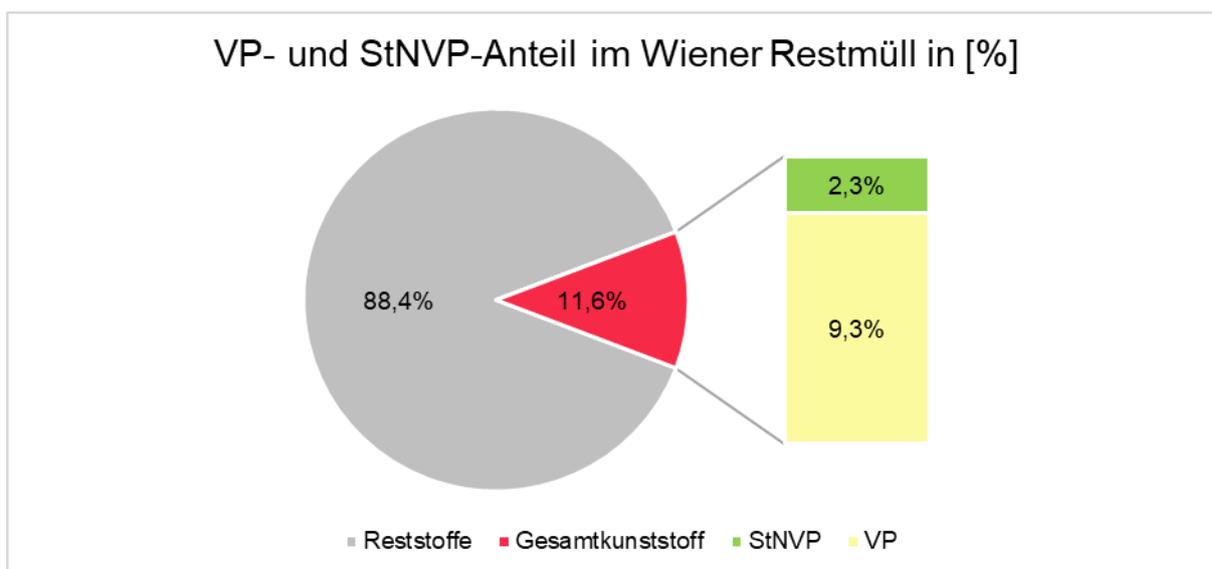


Abbildung 41: Anteile an VP und StNVP in % im Wiener Restmüll (Eigene Darstellung)

### 4.3.3 Polyolefinanteil im Restmüll in Wien

Die beprobten Mengen an Kunststoffen aus dem Wiener Restmüll ergaben Werte zwischen 20,0 kg und 23,1 kg für den PO-Anteil. Für den Anteil an NPO konnten Werte zwischen 12,6 kg und 15,9 kg gemessen werden. Somit betrug der mittlere PO-Anteil im Wiener Restmüll über die drei Probenahmen hinweg rund 21,1 kg und der mittlere Anteil an NPO rund 14,1 kg (Abbildung 42).

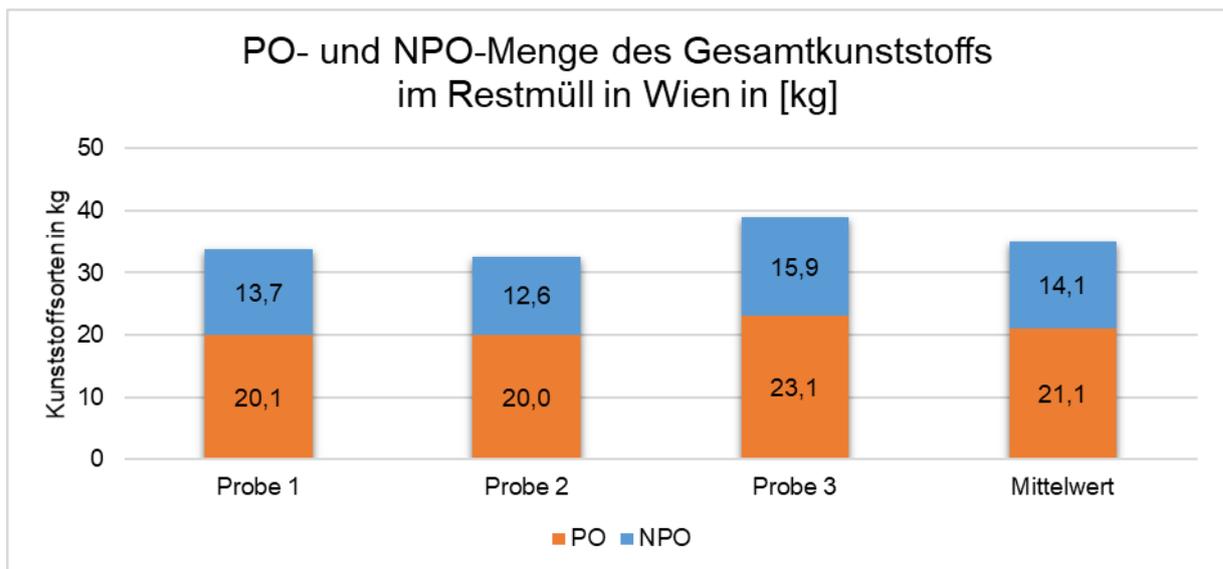


Abbildung 42: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an PO und NPO während der Probenahmen in Wien (Eigene Darstellung)

Durch die Umrechnung in Prozentwerte erreichte der mittlere PO-Anteil an der Kunststoffmenge im Wiener Restmüll einen Wert von 60,0%. Für den mittleren NPO-Anteil errechnete sich ein Wert von 40,0%, wobei die Werte der drei Proben zwischen 38,7% und 40,8% lagen. Die Werte für den PO-Anteil der verschiedenen Proben reichten von 59,2% bis 61,3% wie in Abbildung 43 dargestellt ist.

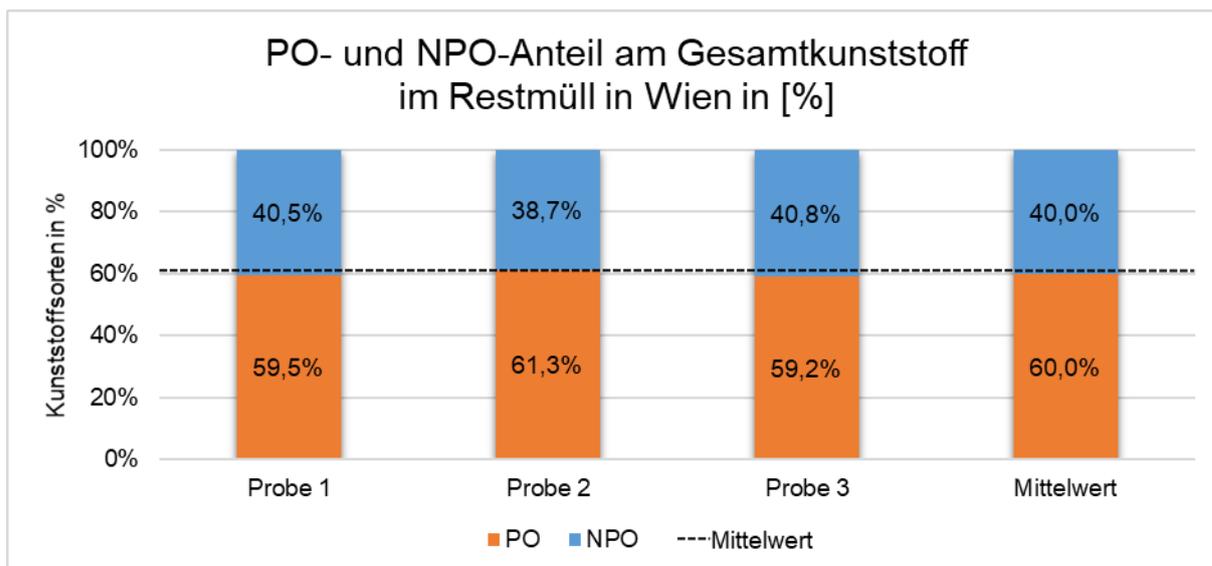


Abbildung 43: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an PO und NPO während der Probenahmen in Wien (Eigene Darstellung)

Bezogen auf die gesamte Restmüllmenge konnte ein mittlerer Wert von 7,0% an PO festgestellt werden. Die prozentuelle Menge an NPO im Wiener Restmüll belief sich, wie in Abbildung 44 ersichtlich ist, durchschnittlich auf 4,6%.

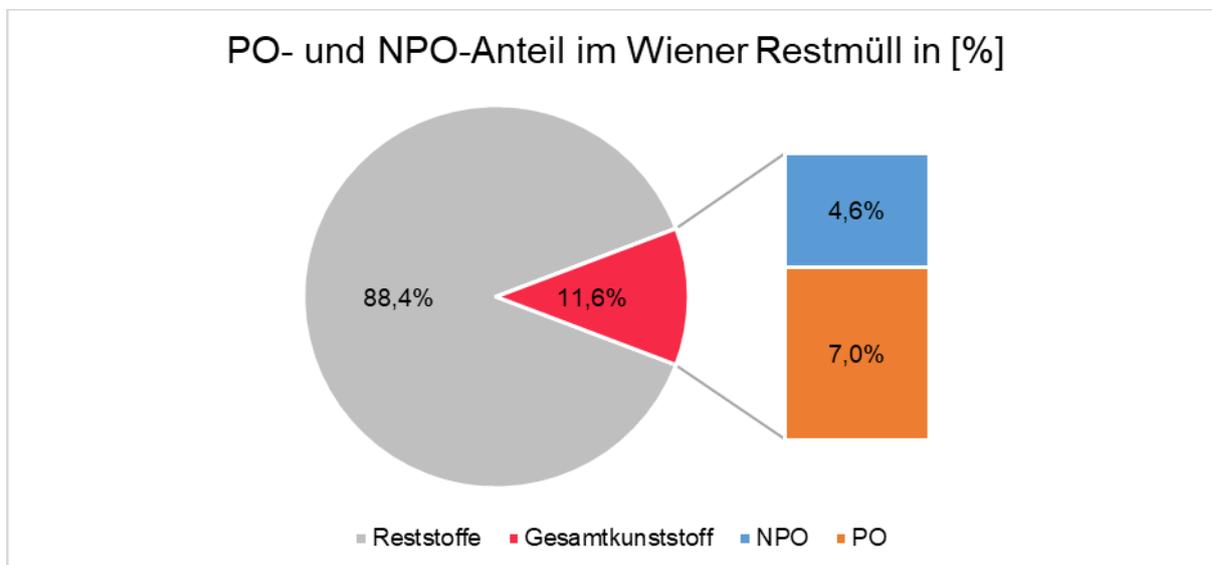


Abbildung 44: Anteile an PO und NPO in % im Wiener Restmüll (Eigene Darstellung)

## 4.4 Sortieranalyse Korneuburg

In Korneuburg wurden die Probenahmen am Standort Hagenbrunn der Firma Brantner Österreich GmbH in der Kupferschmiedgasse 57-69, 2201 Hagenbrunn durchgeführt. Gezogen wurden die Proben am 3. und 17. Juni und am 1. Juli 2016. Über alle drei Probetage wurde eine Restmüllmenge von 913,0 kg beprobt.

### 4.4.1 Kunststoffe im Restmüll in Korneuburg

In Abbildung 45 ist zu sehen, dass der Mittelwert der Kunststoffmenge im Korneuburger Restmüll 46,7 kg betrug. Die beprobten, qualitativen Stichproben beinhalteten zwischen 43,8 kg und 51,3 kg an Kunststoffmaterialien.

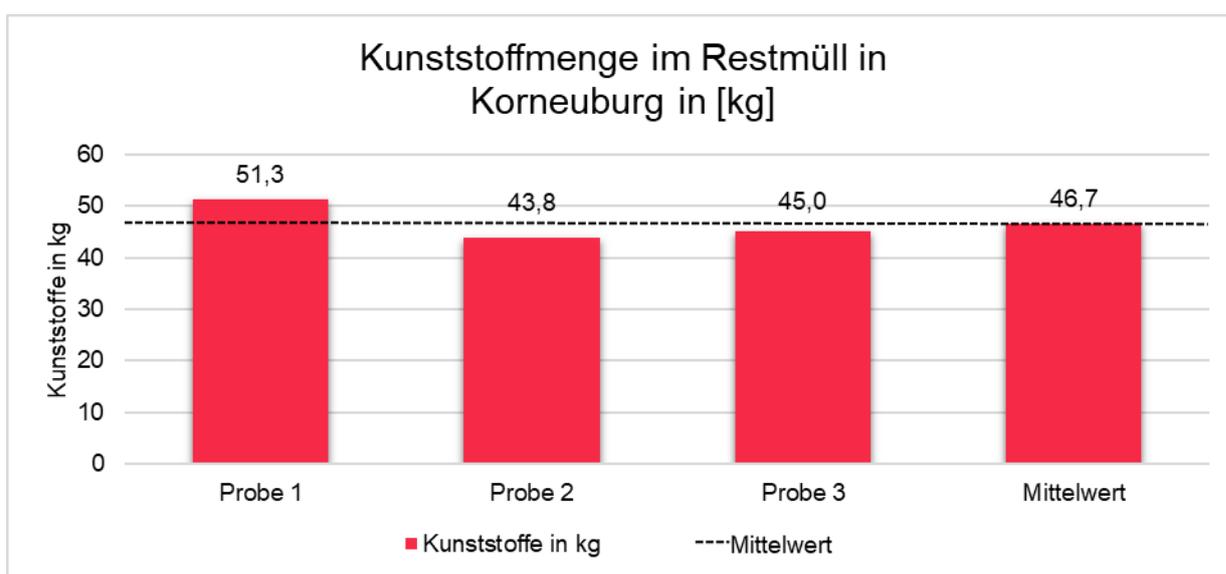


Abbildung 45: Aussortierte Menge und Mittelwert an Kunststoffen in kg während der Probenahmen in Korneuburg (Eigene Darstellung)

In Prozent ausgedrückt bedeuteten die oben genannten Mengenangaben einen Mittelwert der Kunststoffmengen im Korneuburger Restmüll von 15,3%. Die aussortierten Kunststoffmengen der einzelnen Proben beliefen sich auf 14,4% bis 16,8% (Abbildung 46).

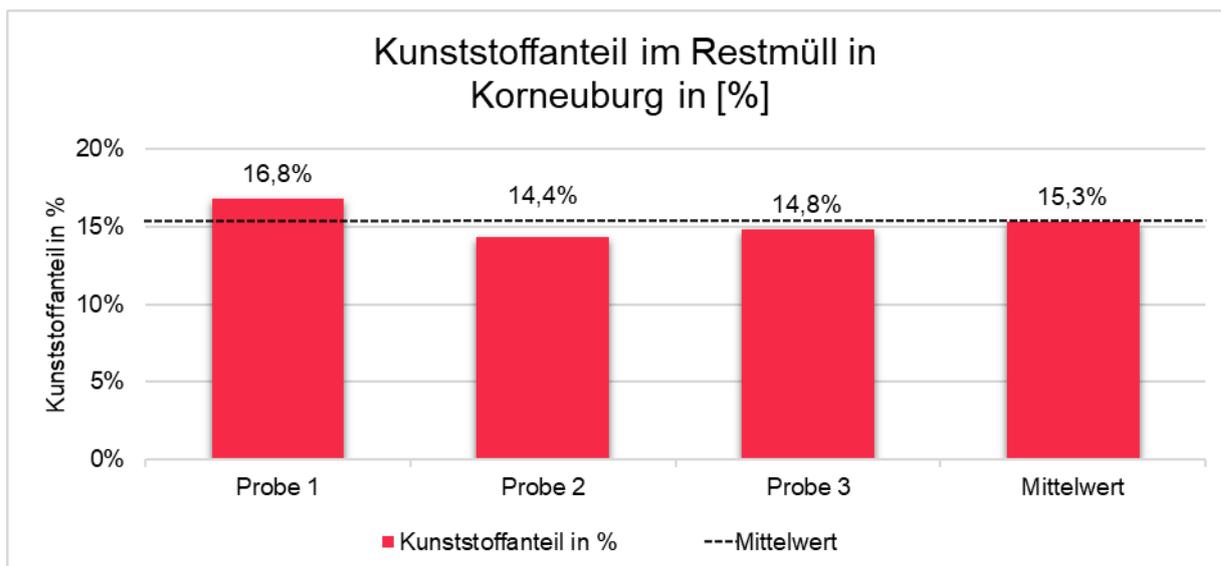


Abbildung 46: Aussortierte Anteile und Mittelwert an Kunststoffen in % während der Probenahmen in Korneuburg (Eigene Darstellung)

#### 4.4.2 Verpackungen und Stoffgleiche Nichtverpackungen im Restmüll in Korneuburg

Bei den drei Probenahmen in Korneuburg konnte eine mittlere Menge der Konzentration von VP von 36,8 kg und 9,8 kg an StNVP festgestellt werden. Die Variation lag zwischen 34,1 kg und 41,0 kg an VP und an StNVP zwischen 8,3 kg und 10,9 kg (Abbildung 47).

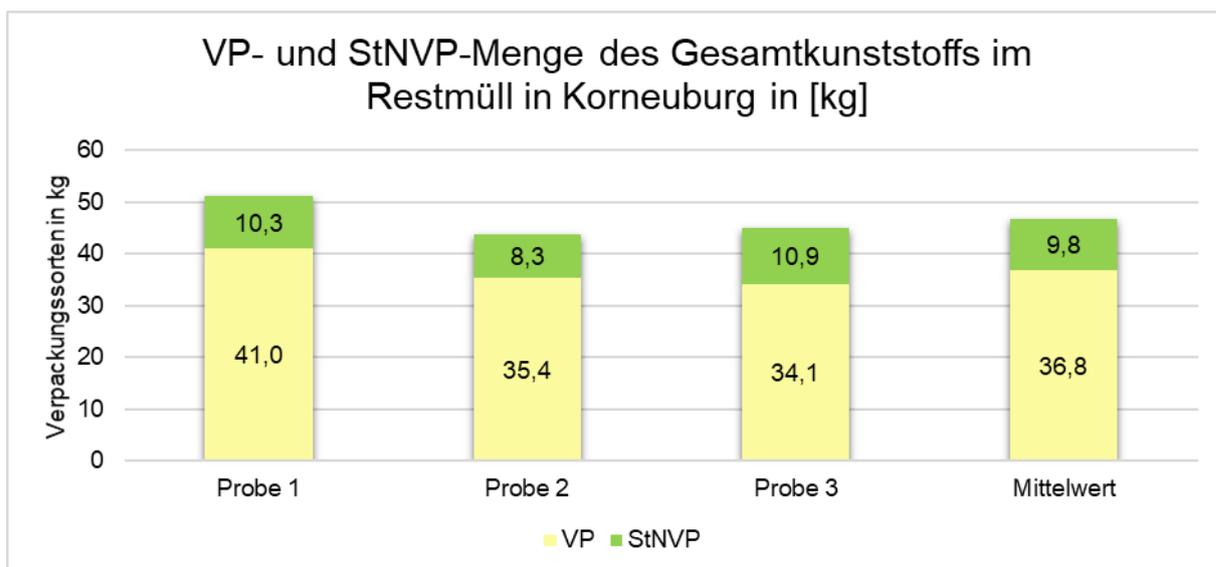


Abbildung 47: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an VP und StNVP während der Probenahmen in Korneuburg

Werden die oben genannten Werte in Prozentzahlen umgerechnet, ergab sich ein Mittelwert der Menge an VP von 78,9% und 21,1% an StNVP. Der VP-Anteil der einzelnen Probenahmen schwankte zwischen 75,8% und 81,0%. Die Werte des StNVP-Anteils variierten zwischen 19,0% und 24,2% wie aus Abbildung 48 ersichtlich ist.

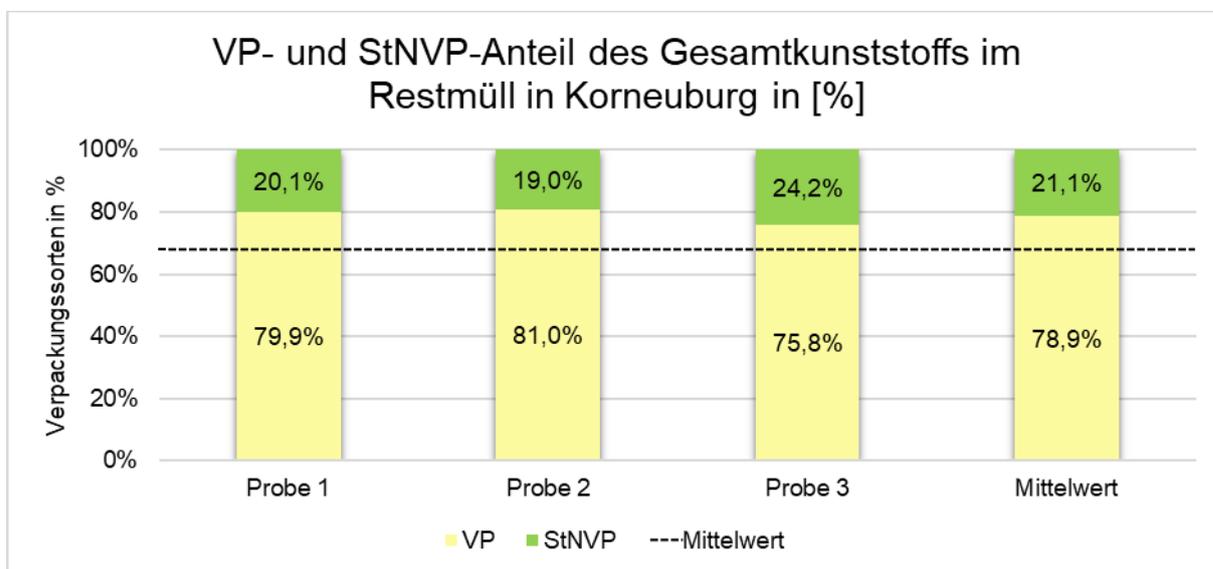


Abbildung 48: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an VP und StNVP während der Probenahmen in Korneuburg (Eigene Darstellung)

In Bezug zur gesamten Korneuburger Restmüllmenge ergab sich durch die gemessenen Werte der Probenahmen ein Kunststoffanteil von 15,3%, der sich auf einen VP-Anteil von 12,1% und einen StNVP-Anteil von 3,2% aufteilte (Abbildung 49).

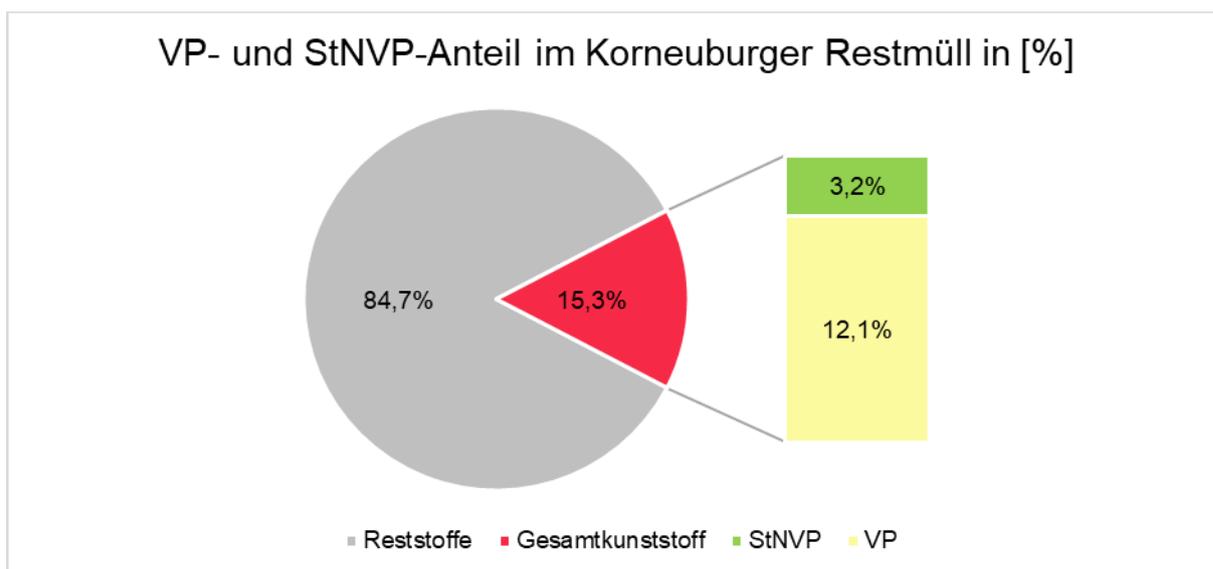


Abbildung 49: Anteile an VP und StNVP in % im Korneuburger Restmüll (Eigene Darstellung)

#### 4.4.3 Polyolefinanteil im Restmüll in Korneuburg

Der PO-Anteil der drei Probenahmen schwankte zwischen 26,0 kg und 31,9 kg. Wird der NPO-Anteil betrachtet, so zeigte sich eine Schwankung von 16,4 kg bis 19,4 kg. Im Mittel bedeutete das einen PO-Anteil von 28,4 kg und einen NPO-Anteil von 18,2 kg (Abbildung 50).

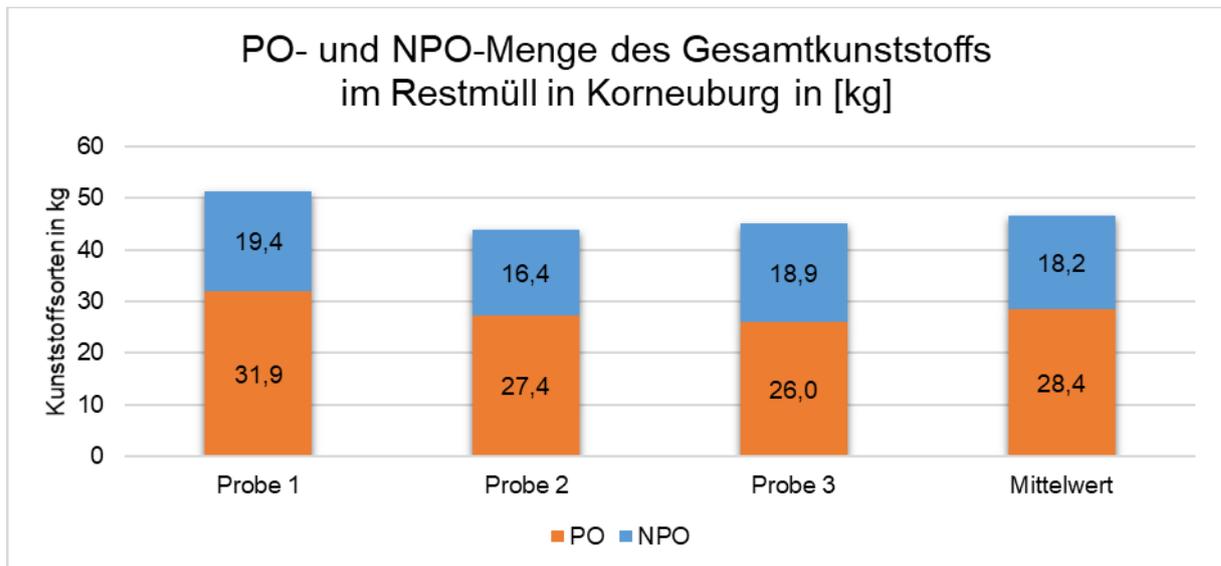


Abbildung 50: Aussortierte Mengen und Mittelwert in kg an PO und NPO während der Probenahmen in Korneuburg (Eigene Darstellung)

In Prozenten ausgedrückt zeigte sich ein mittlerer PO-Anteil von 60,9% und ein mittlerer NPO-Anteil von 39,1%. Die Schwankungsbreite des PO-Anteil betrug 4,6%, wobei die Werte zwischen 57,9% und 62,5% lagen. Aus Abbildung 51 ist zu erkennen, dass der maximale Unterschied der NPO-Konzentration im Korneuburger Restmüll ebenso 4,6% betrug, und sich die gemessenen Werte zwischen 37,5% und 42,1% befanden.

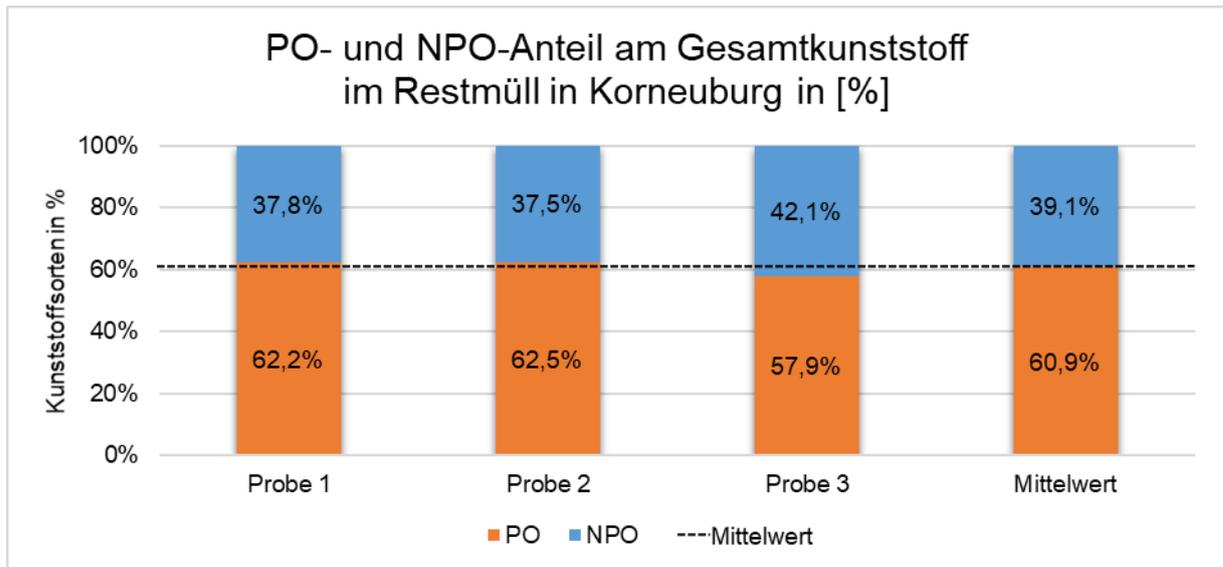


Abbildung 51: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an PO und NPO während der Probenahmen in Korneuburg (Eigene Darstellung)

Der errechnete Gesamtkunststoffanteil im Korneuburger Restmüll von 15,3% teilt sich in 9,3% an PO und 6,0% an NPO auf wie aus Abbildung 52 ersichtlich ist.

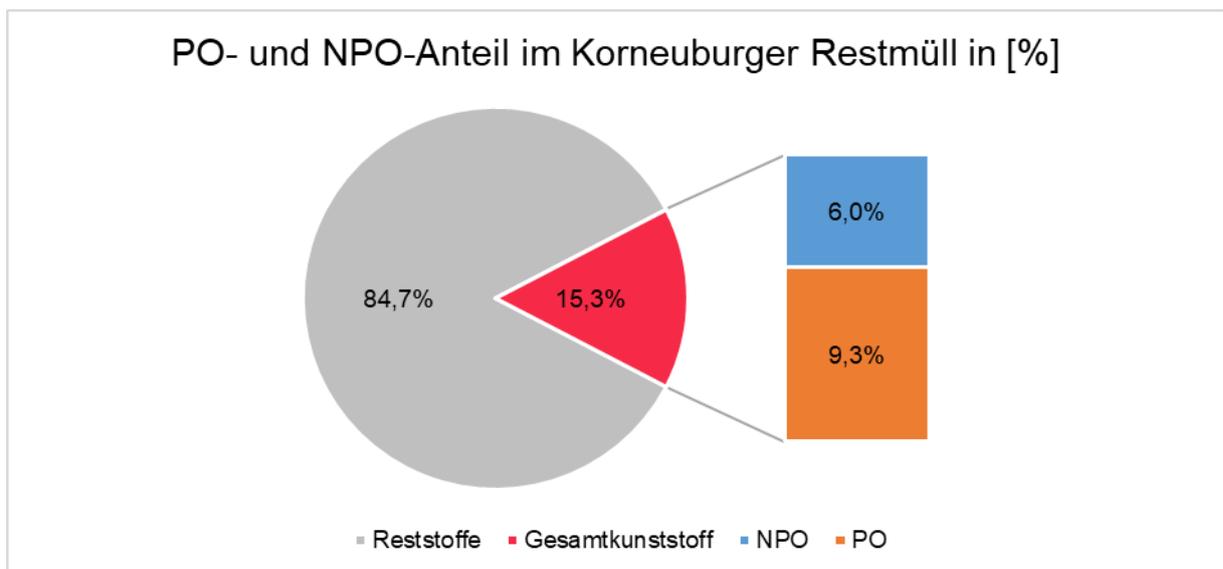


Abbildung 52: Anteile an PO und NPO in % im Korneuburger Restmüll (Eigene Darstellung)

## 4.5 Zusammengefasste Ergebnisse der Probenahmen

In den folgenden Kapiteln wird auf die gesammelten und aggregierten Ergebnisse der vier Probenahmestandorte genauer eingegangen.

### 4.5.1 Kunststoffanteil

Wien hat mit 281,7 kg/EW\*a an Restmüll und 32,7 kg/EW\*a an Kunststoffen im Restmüll die höchsten Mengen aller Probenahmestandorte wobei der Kunststoffanteil mit 11,6% der geringste ist. Korneuburg hat den höchsten Kunststoffanteil von 15,3%, jedoch aufgrund der geringsten Restmüllmenge von 135,8 kg/EW\*a auch die geringste Menge an Kunststoffen im Restmüll mit 20,8 kg/EW\*a. In Graz beträgt die Restmüllmenge pro Person und Jahr 184,0 kg und mit einem Kunststoffanteil im Restmüll von 12,2% liegt die Kunststoffmenge bei 22,5 kg/EW\*a. Die Restmüllmenge in Liezen beträgt 169,9 kg/EW\*a, der Kunststoffanteil liegt bei 13,5% und die Kunststoffmenge bei 22,9 kg/EW\*a. Der Mittelwert der Restmüllmenge aller Probenahmen liegt bei 192,9 kg/EW\*a und der Kunststoffanteil beläuft sich auf 13,2% mit einer Kunststoffmenge von 24,7 kg/EW\*a. (Abbildung 53)

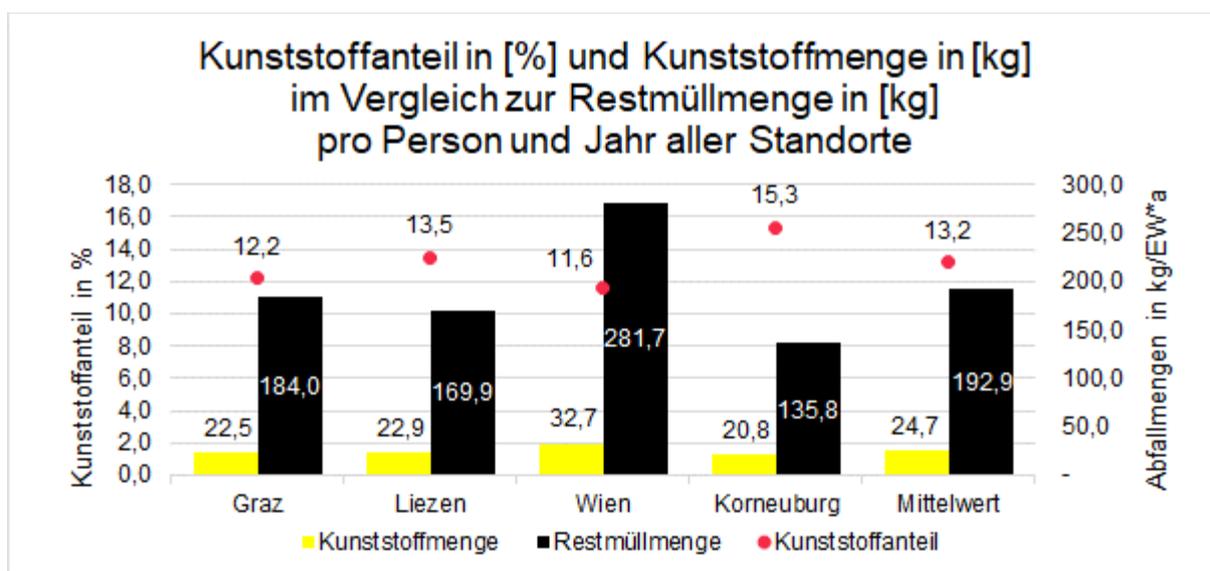


Abbildung 53: Kunststoffanteil in % und Kunststoffmenge in kg/EW\*a verglichen mit der Restmüllmenge in kg/EW\*a aller Probenahmestandorte (Eigene Darstellung)

In Abbildung 54 ist zusätzlich noch die getrennt erfasste Kunststoffmenge aller Probenahmestandorte abgebildet. Daraus ist ersichtlich das in den Gebieten mit HK-S die Sammelmenge an getrennt erfassten Kunststoffen erwartungsgemäß geringer ausfällt als in Gebieten mit LVP-S. In Wien wurden im Jahr 2015 2,6 und in Korneuburg 7,5 kg/EW\*a in der Kunststoffsammlung erfasst. Gebiete mit LVP-S weisen weitaus höhere Mengen in der getrennten Sammlung auf. So wurden in Graz 18,7 und in Liezen 21,1 kg/EW\*a gesammelt.

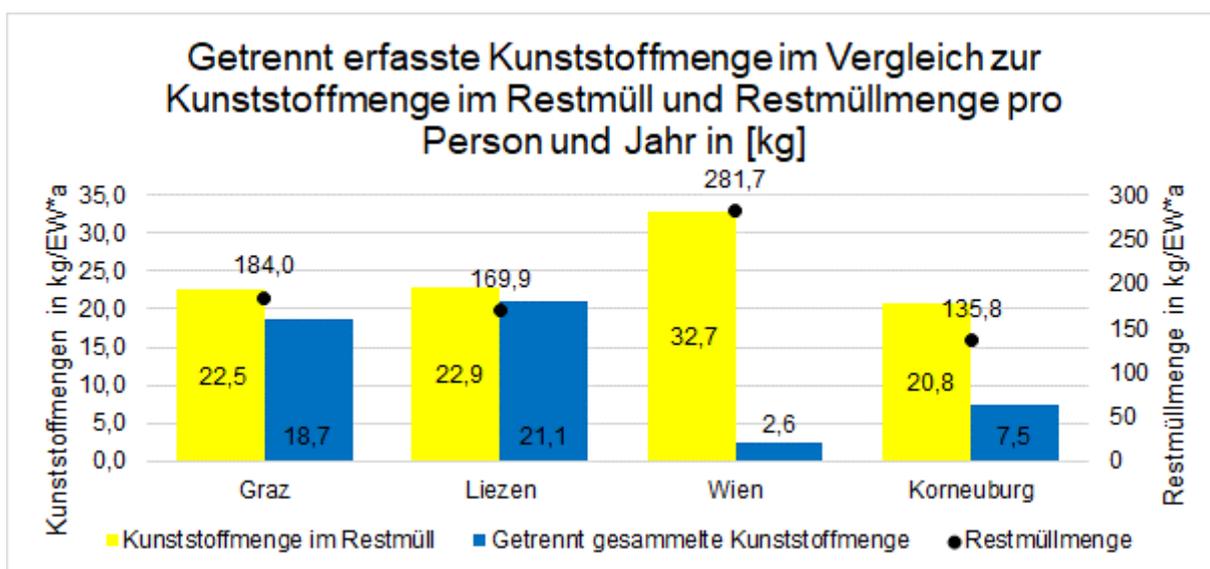


Abbildung 54: Vergleich der getrennt erfassten Kunststoffmengen mit den Kunststoffmengen im Restmüll und den Restmüllmengen pro Person und Jahr (Eigene Darstellung)

#### 4.5.2 Verpackungsanteil

Die Anteile der Verpackungs- und Nichtverpackungsfractionen ergaben einen Gesamtmittelwert über alle Probenahmen von 74,0% VP und 26% StNVP. Liezen und Graz mit Mittelwerten über alle drei Probetage von 66,0% und 70,5% an VP liegen unter dem Gesamtmittelwert, und Wien und Korneuburg mit 80,6% und 78,9% an VP liegen über dem Gesamtmittelwert von 74,0% (Abbildung 55).

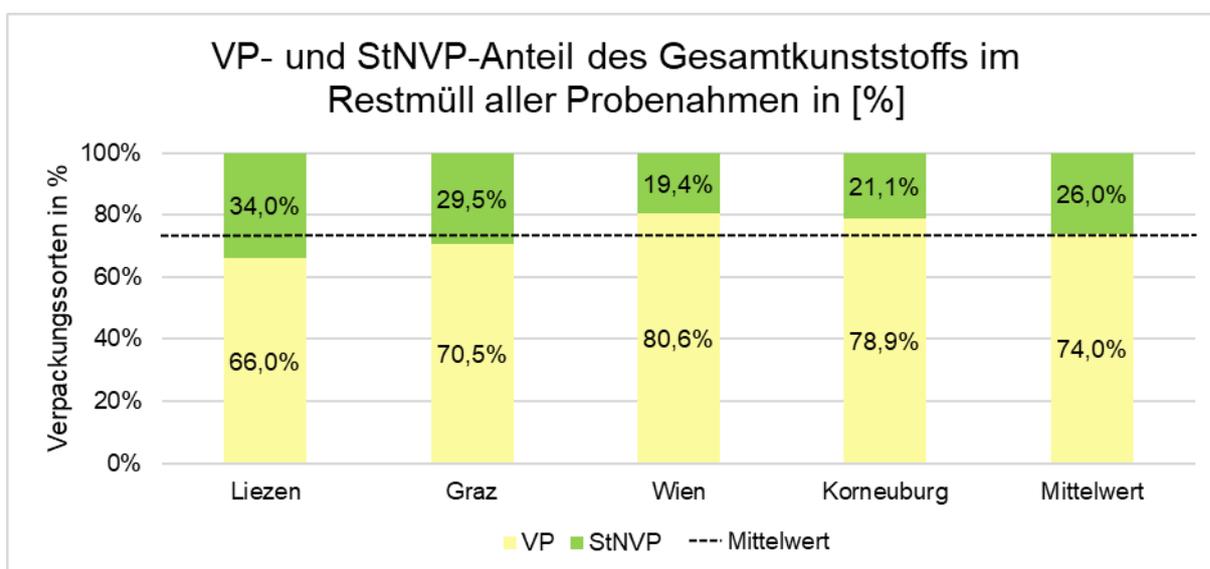


Abbildung 55: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an VP und StNVP während der Probenahmen aller Standorte (Eigene Darstellung)

Auf alle Probenahmestandorte bezogen und mit dem in dieser Studie beobachteten, mittleren Gesamtkunststoffanteil von 13,2%, berechnet sich ein VP-Anteil im Restmüll von 9,8% und ein StNVP-Anteil von 3,4% (Abbildung 56).

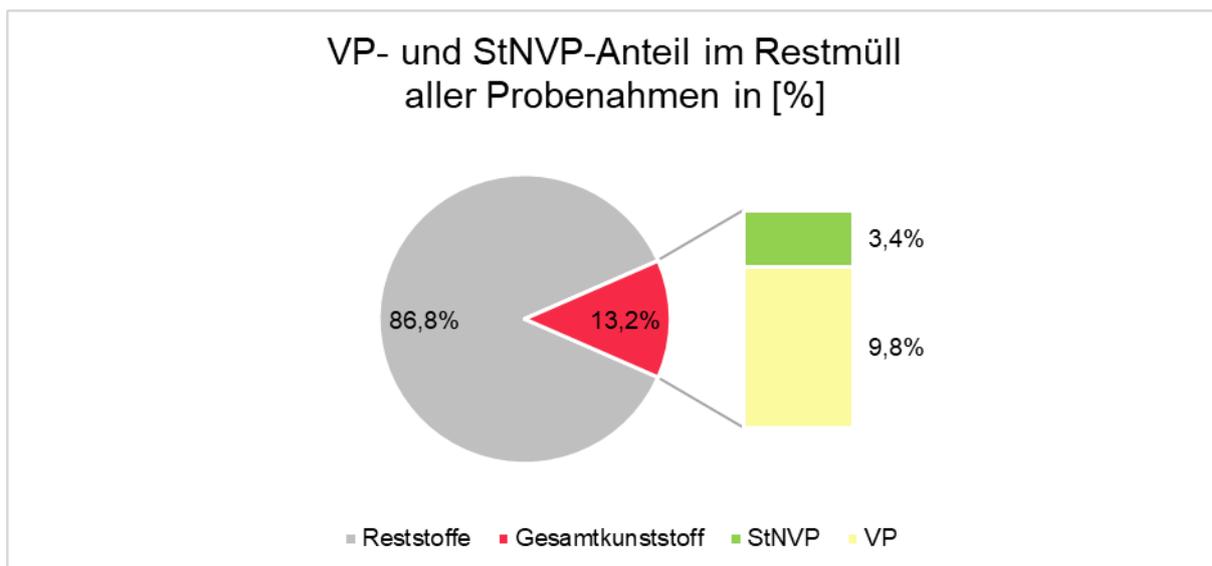


Abbildung 56: Anteile an VP und StNVP in % im Restmüll aller Probenahmen (Eigene Darstellung)

#### 4.5.3 Polyolefinanteil

In Bezug auf den Anteil an Polyolefinen und anderen Kunststoffen im Restmüll aller Probenahmestandorte ergibt sich ein Gesamtmittelwert des PO-Anteils von 60,1% und des NPO-Anteils von 39,9%. Dabei liegen Liezen und Korneuburg mit Mittelwerten des PO-Anteils von 63,3% und 60,9% über dem Gesamtmittelwert. Im Vergleich dazu zeigten sich in Graz und Wien wiederum Mittelwerte des PO-Anteils, über alle Probenahmen von 56,3% und 60,0% und bewegen sich somit unter dem Gesamtmittelwert über alle Probenahmen aller Standorte hinweg von 60,1% (Abbildung 57).

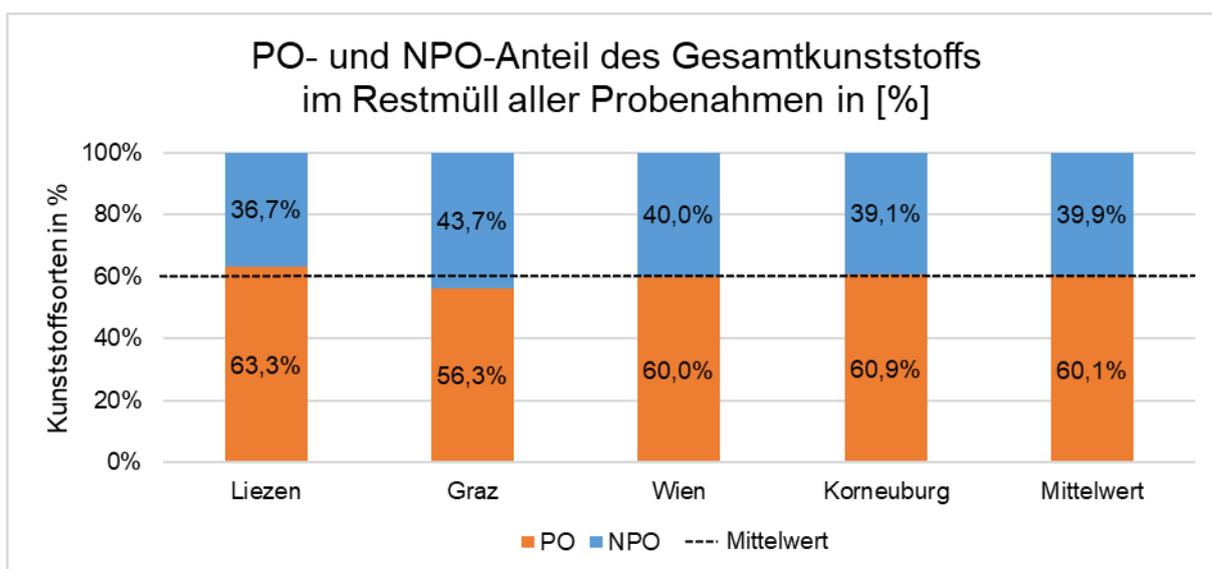


Abbildung 57: Aussortierte Anteile und Mittelwert in % an PO und NPO während der Probenahmen aller Standorte (Eigene Darstellung)

Der mittlere Gesamtkunststoffanteil im Restmüll aller Probenahmestandorte von 13,2% teilt sich aufgrund der Probenahmen der vier verschiedenen Standorte, wie in Abbildung 58 zu sehen ist, auf 7,9% an PO und 5,3% an NPO auf.

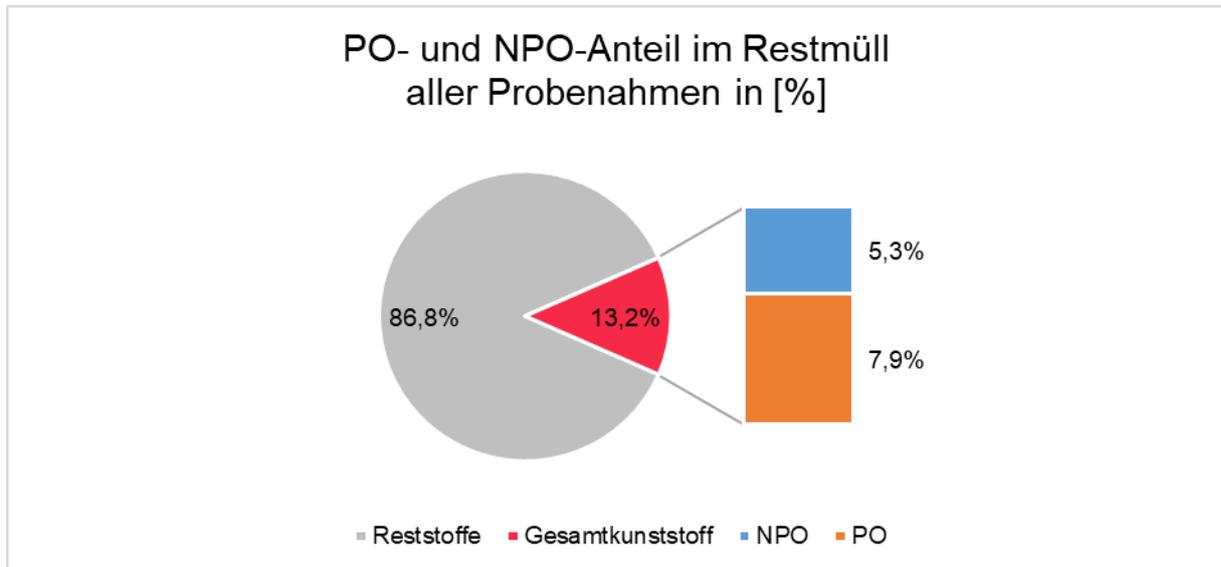


Abbildung 58: Anteile an PO und NPO in % im Restmüll aller Probenahmen (Eigene Darstellung)

#### 4.5.4 Soziodemografische Unterschiede

Im Folgenden werden die Auswirkungen der soziodemografischen Unterschiede auf die Zusammensetzung des Probematerials genauer beleuchtet. Als städtische Gebiete werden die Probenahmestandorte Graz und Wien bezeichnet, wiederum als ländliche Gebiete werden die Standorte Liezen und Korneuburg benannt.

##### 4.5.4.1 Kunststoffanteil

In Abbildung 59 sind die aggregierten Werte der städtischen und ländlichen Gebiete der Probenahmen und der Mittelwert über alle Probenahmen abgebildet. Es zeigt sich ein niedrigerer Anteil an Kunststoffen im Restmüll der städtischen Gebiete mit einem zusammengeführten Wert von 11,9%, wobei sich der Wert um 1,3% unter dem Mittelwert befindet. Der Wert für die ländlichen Gebiete beträgt 14,4% und liegt somit um 1,3% über dem Durchschnitt aller Probenahmen. Der Unterschied zwischen ländlichen und städtischen Gebieten beläuft sich insgesamt auf 2,5%.

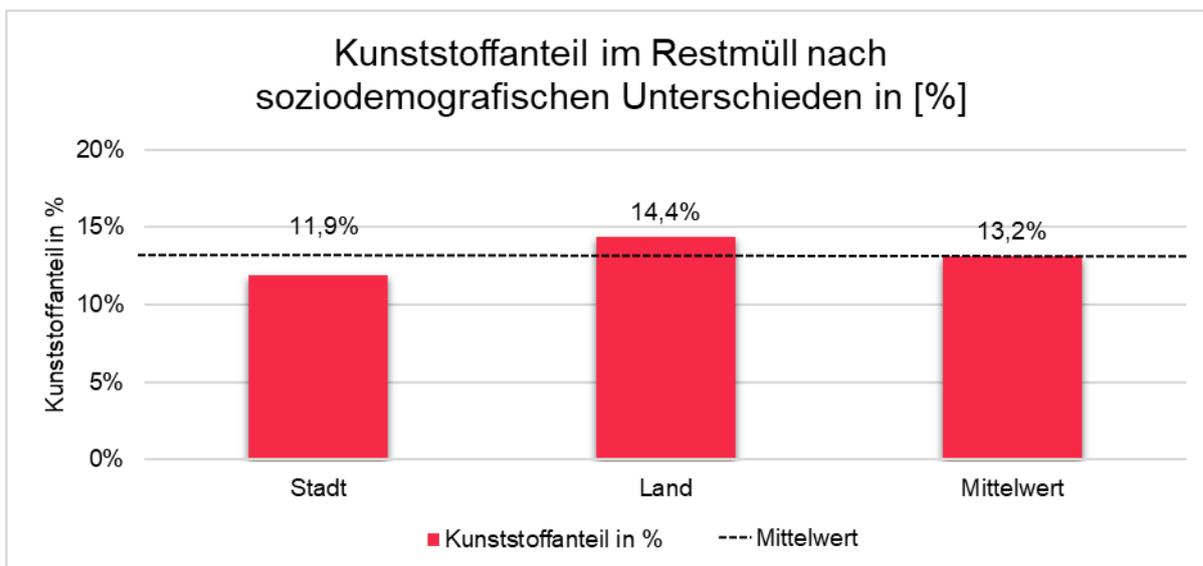


Abbildung 59: Unterschiede im Kunststoffanteil zwischen städtischen und ländlichen Gebieten in % (Eigene Darstellung)

#### 4.5.4.2 Verpackungsanteil

Abbildung 60 zeigt die Verpackungsanteile, aufgeschlüsselt nach soziodemografischen Unterschieden und zusätzlich - zum Vergleich - den Mittelwert der Verpackungsteile über alle 12 Probenahmen hinweg. In Gebieten auf dem Land liegt der Anteil an VP mit 73,1% knapp unter dem Mittelwert von 74% und der Anteil an StNVP mit 26,9% knapp über dem Mittelwert. In städtischen Gebieten ergibt sich ein umgekehrtes Bild, wobei der Anteil an VP mit einem Wert von 74,9% knapp über dem Mittelwert liegt und der Anteil an StNVP mit 25,1% knapp unterhalb. Insgesamt beträgt die Differenz zwischen städtischen und ländlichen Gebieten rund 1,8%.

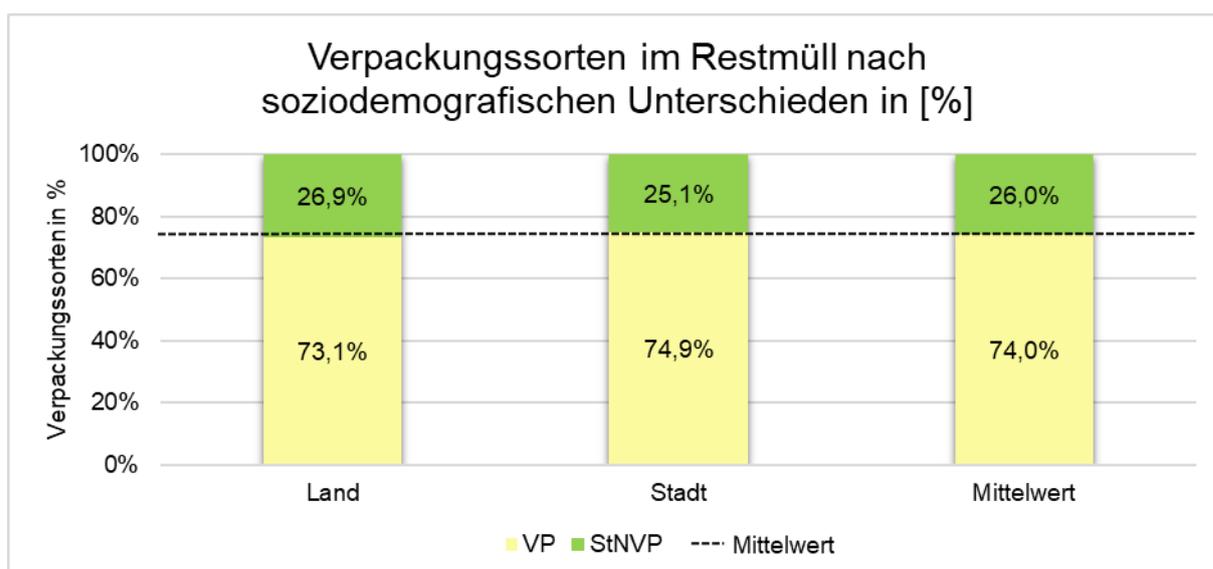


Abbildung 60: Anteile an VP und StNVP in % im Restmüll aller Probenahmen aggregiert nach soziodemografischen Unterschieden (Eigene Darstellung)

#### 4.5.4.3 Polyolefinanteil

Bezogen auf den PO-Anteil wird aus Abbildung 61 ersichtlich, dass Gebiete auf dem Land mit einem Wert von 62,1% an PO um 2% über dem Durchschnitt von 60,1% liegen.

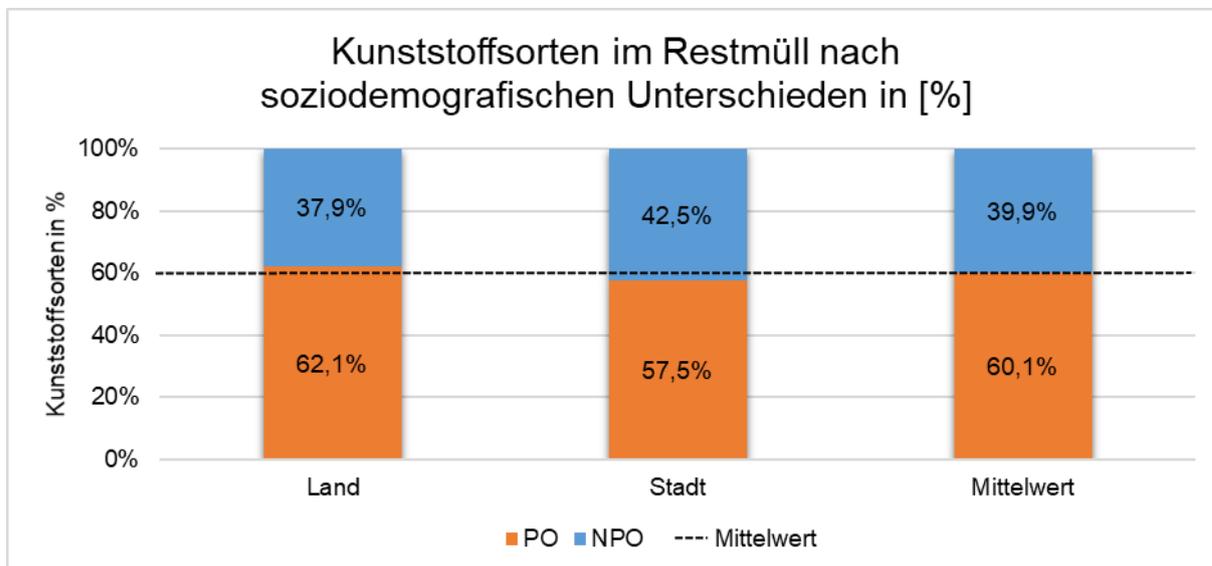


Abbildung 61: Anteile an PO und NPO in % im Restmüll aller Probenahmen aggregiert nach soziodemografischen Unterschieden (Eigene Darstellung)

Wiederum auf den NPO-Anteil bezogen, befinden sich ländliche Gebiete um 2% unter dem Mittelwert von 39,9%. In städtischen Gebieten ergibt sich ein umgekehrtes Bild, wobei sich der PO-Anteil mit 57,5% um 2,6% unter dem Mittelwert befindet. Dafür bewegt sich der NPO-Anteil mit 42,6% um 2,6% über dem berechneten, durchschnittlichen Wert. Das Gefälle zwischen Gebieten mit ländlicher und Gebieten mit städtischer Struktur ist 4,6%.

#### 4.5.5 Sammlungsspezifische Unterschiede

Dieses Kapitel widmet sich den Auswirkungen der verschiedenen Sammelsysteme in Österreich in Bezug auf die Zusammensetzung des Restmülls, wiederum bezogen auf die verschiedenen, genauer beleuchteten Kunststofffraktionen.

##### 4.5.5.1 Kunststoffanteil

In der folgenden Abbildung 62 ist der Kunststoffanteil im Restmüll nach den unterschiedlichen Kunststoffsammlensystemen dargestellt. Gebiete mit Leichtverpackungssammlung weisen einen mittleren Kunststoffanteil von 12,8% auf und liegen somit um 0,4% unter dem Mittelwert aller Probenahmen. Im Gegensatz dazu zeigt sich ein mittlerer Kunststoffanteil von 13,5% in Gebieten mit Hohlkörpersammlung und dieser Wert befindet sich um 0,3% über dem Mittelwert. Der Unterschied zwischen Gebieten mit Leichtverpackungssammlung und Gebieten mit Hohlkörpersammlung beläuft sich somit auf 0,7%.

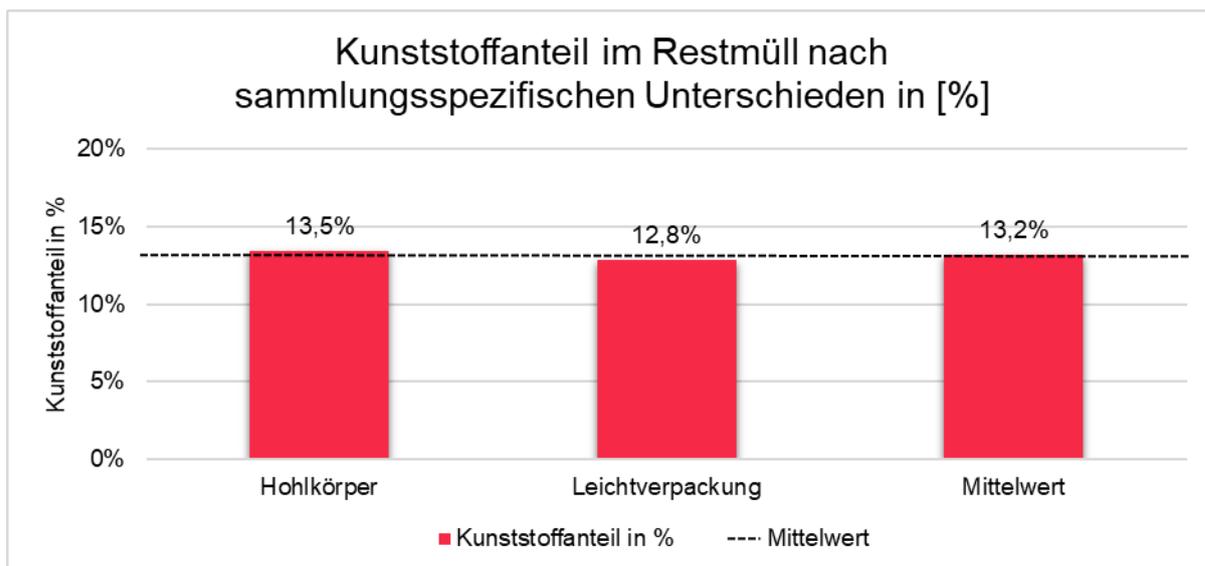


Abbildung 62: Unterschiede der Kunststoffanteile im Restmüll zwischen Gebieten mit Hohlkörpersammlung und Leichtverpackungssammlung in % (Eigene Darstellung)

#### 4.5.5.2 Verpackungsanteil

Abbildung 63 zeigt den Einfluss der verschiedenen Sammelsysteme auf den Anteil der verschiedenen Verpackungsorten im Restmüll in den verschiedenen Probenahmegebiete. Mit 68,1% an VP verfügen Gebiete mit Leichtverpackungssammlung über einen Anteil an VP, der um 5,8% unter dem Mittelwert aller Probenahmen liegt. Umgekehrt dazu liegt der Anteil an StNVP um 5,8% über dem Durchschnitt.

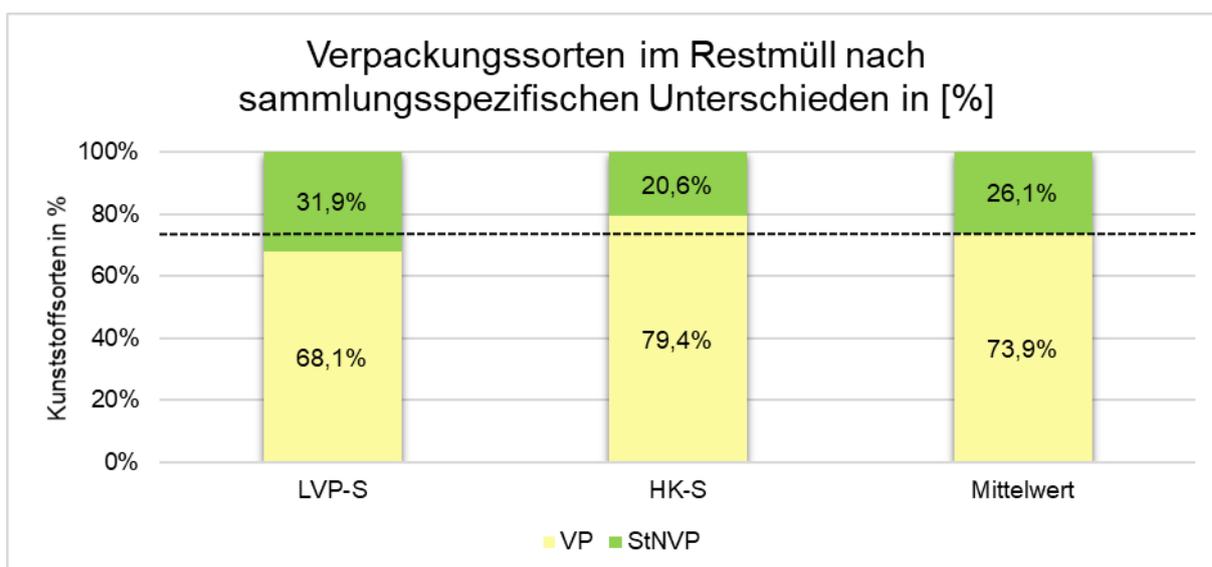


Abbildung 63: Unterschiede der Anteile an Verpackungsorten im Restmüll zwischen Gebieten mit Hohlkörpersammlung und Leichtverpackungssammlung in % (Eigene Darstellung)

In Gebieten mit Hohlkörpersammlung ergibt sich ein VP-Anteil von 79,4% und liegt somit um 5,5% über dem Mittelwert von 73,9%. Der StNVP-Anteil beläuft sich auf 20,6% und somit um 5,5% unter dem Durchschnitt von 26,1%. Gebiete mit Hohlkörpersammlung haben somit einen um 11,3% höheren Anteil an VP und einen um 11,3% niedrigeren Anteil an StNVP.

#### 4.5.5.3 Polyolefinanteil

Bezogen auf den Einfluss der Sammelsysteme auf den Anteil der verschiedenen Kunststoffsorten im Restmüll zeigt Abbildung 64 nur geringe Unterschiede auf. So haben Gebiete mit Leichtverpackungssammlung einen geringfügig niedrigeren Anteil an PO mit 59,6% als Gebiete mit Hohlkörpersammlung mit 60,5%. Bei der Fraktion NPO zeigt sich ein konträres Bild, wobei Gebiete mit Leichtverpackungssammlung einen NPO-Anteil von 40,4% und Gebiete mit Hohlkörpersammlung einen Wert von 39,5% aufweisen. Somit bewegen sich Leichtverpackungssammlungsgebiete beim PO-Anteil minimal unter dem Mittelwert und bei dem Anteil an NPO geringfügig darüber. Ein gegensätzliches Bild ergibt sich bei Hohlkörpersammlungsgebieten, wobei sie im PO-Anteil um 0,4% über und im NPO-Anteil um 0,4% unter dem Mittelwert liegen.

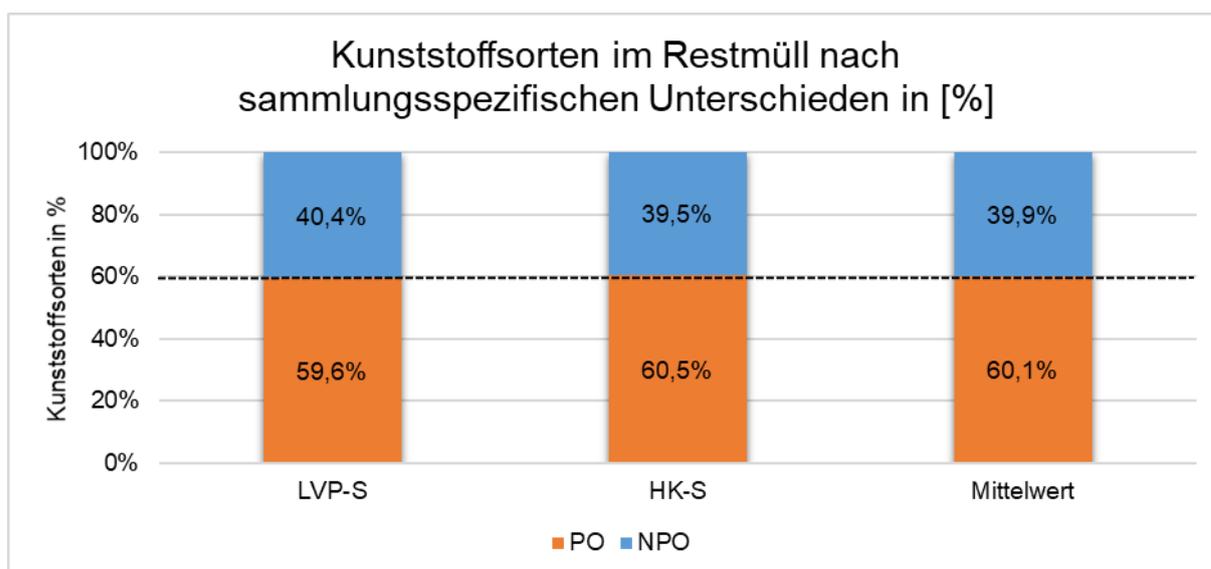


Abbildung 64: Unterschiede der Anteile an Kunststoffsorten im Restmüll zwischen Gebieten mit Hohlkörpersammlung und Leichtverpackungssammlung in % (Eigene Darstellung)

## 4.6 Österreichweite Hochrechnung

In den folgenden Unterkapiteln werden die Ergebnisse der österreichweiten Hochrechnung genauer beschrieben. Als Basis für alle Berechnungen dienen die Restmüllmenge von 1.428.351 Tonnen und die Einwohnerzahl von 8.679.425 aus der Hochrechnung der von den Landesregierungen und Statistik Austria (2016) zur Verfügung gestellten Daten.

#### 4.6.1 Kunststoffe

Aus der Hochrechnung ergibt sich ein Kunststoffanteil im österreichischen Restmüll von 182.825 Tonnen. Aus Abbildung 65 ist abzulesen, dass ländliche Gebiete mit LVP-Sammlung das größte Kunststoffpotential im Restmüll von 76.693 Tonnen aufweisen, wobei in diesen Gebieten rund 4,9 Mio. Menschen leben - dicht gefolgt von städtischen Gebieten mit HK-Sammlung mit einer jährlichen Menge von 68.116 Tonnen bei einer Einwohnerzahl von 2,1 Mio. Städtische Gebiete mit LVP-Sammlung produzieren 14.413 Tonnen an Kunststoffen im Restmüll und hier leben 0,6 Mio. Österreicher. In ländlichen Gebieten mit HK-Sammlung leben ungefähr 1,0 Mio. Personen, und es fallen jährlich 23.603 Tonnen Kunststoffe an.

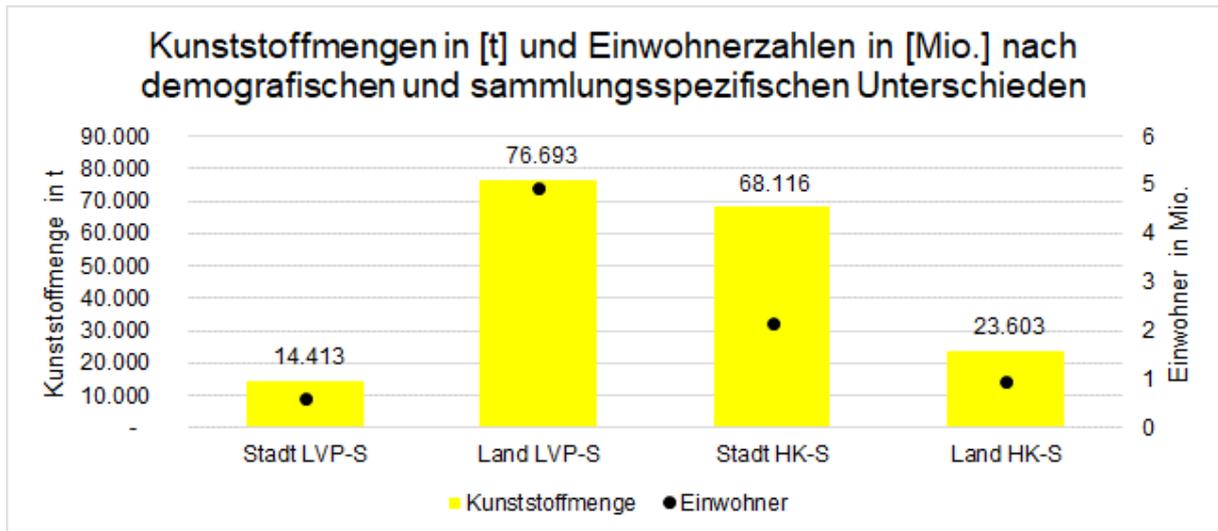


Abbildung 65: Kunststoffmengen in Tonnen je Erfassungsgebiet im Vergleich zu den Einwohnerzahlen in Mio. (Eigene Darstellung)

Um den Mittelwert des Kunststoffanteils im österreichischen Restmüll zu berechnen, wurden die Werte aller Gemeinden, auf Basis der Zuteilung zu städtischen und ländlichen Gemeinden und des vorherrschenden Sammelsystems gemittelt (Anhang 2). Auf Gesamtösterreich gesehen ergibt sich somit ein mittlerer Kunststoffanteil von 12,8% an Kunststoffen im Restmüll wie in Abbildung 66 zu sehen ist.

Heruntergebrochen auf jeden Österreicher ergibt sich somit eine Pro-Kopf-Menge pro Jahr im Mittel von rund 21,1 kg an Kunststoffen im Restmüll und einer Restmüllmenge von 164,6 kg pro Person und Jahr.

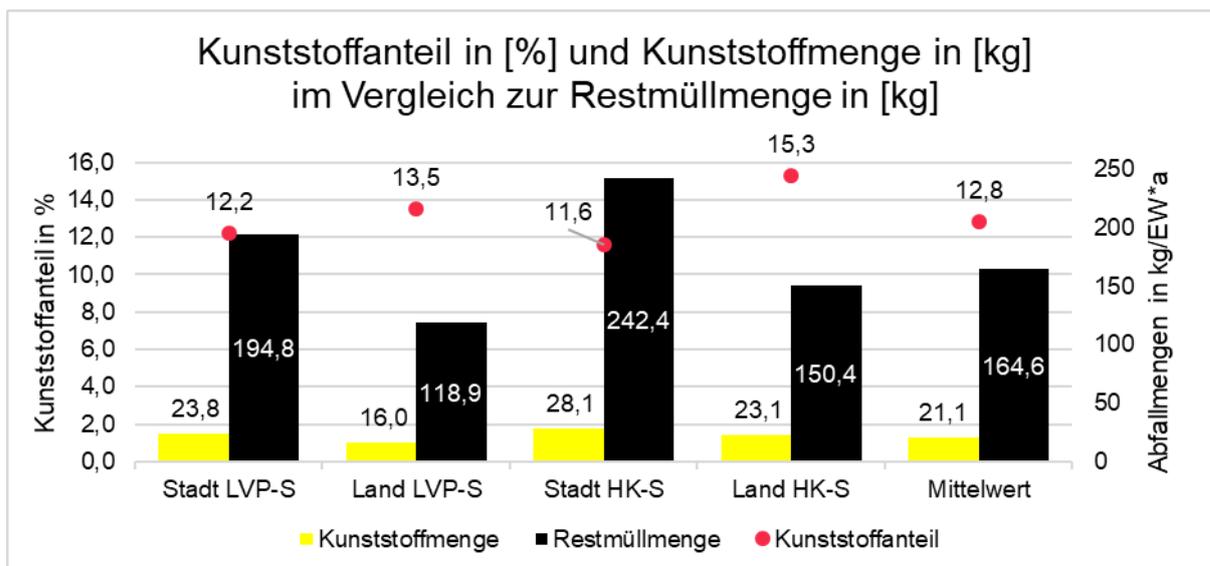


Abbildung 66: Kunststoffanteil in % und Kunststoffmenge in kg/EW\*a verglichen mit der Restmüllmenge in kg/EW\*a (Eigene Darstellung)

Auffallend ist der geringste Kunststoffanteil von 11,6% in städtischen Gebieten mit HK-Sammlung, wobei dieser in Verbindung mit der hohen Restmüllmenge pro Einwohner und Jahr von 242,4 kg steht. Betrachtet man die Kunststoffmenge im Restmüll pro Jahr zeigte sich, wie zu erwarten war, der höchste Wert von 28,1 kg in Gebieten mit HK-Sammlung in städtischen Bereichen.

Auch in städtischen Gebieten mit LVP-Sammlung zeigt sich ein im Vergleich zu ländlichen Gebieten niedrigerer Kunststoffanteil von 12,2%, jedoch liegt die Pro-Kopf verbrauchte Menge an Kunststoffen und Jahr bei 23,8 kg und das Restmüllaufkommen bei 194,8 kg pro Einwohner und Jahr.

Ländliche Gebiete mit HK-Sammlung haben den höchsten Kunststoffanteil pro Jahr von 15,3% bei einer spezifischen Kunststoffmenge von 23,1 kg und einem spezifischen Restmüllaufkommen von 150,4 kg pro Einwohner und Jahr.

In Gebieten mit LVP-Sammlung im ländlichen Bereich zeigt sich die niedrigste spezifische Kunststoffmenge pro Person und Jahr von 16,0 kg bei einem Restmüllaufkommen von 118,9 kg und einem Kunststoffanteil im Restmüll von 13,5%.

#### 4.6.2 Verpackungsorten

Auf Österreich gesehen ergibt sich ein VP-Anteil im Restmüll von 9,4% und ein StNVP-Anteil von 3,4% (Abbildung 67). Insgesamt errechnet sich eine jährliche Menge von 134.268 Tonnen an VP und 48.567 Tonnen an StNVP, die im österreichischen Restmüll entsorgt wird.

Pro Person und Jahr bedeutet das eine mittlere Menge von 15,5 kg an VP und 5,6 kg an StNVP bei einer mittleren Restmüllmenge von 164,6 kg pro Einwohner und Jahr wie in Abbildung 68 abzulesen ist.

Die jeweiligen Erfassungsgebiete weisen auch unterschiedliche Zusammensetzungen der Kunststoffverpackungsorten auf. Städtische Gebiete mit HK-Sammlung haben den höchsten Anteil pro Person und Jahr, VP mit 22,5 kg und 5,6 kg StNVP, wobei auch das spezifische Restmüllaufkommen von 242,4 kg pro Einwohner und Jahr am höchsten ist.

Ländliche Gebiete mit HK-Sammlung weisen einen VP-Anteil von 18,2 kg und einen StNVP-Anteil von 4,9 kg bei einem spezifischen Restmüllaufkommen von 150,4 kg pro Einwohner und Jahr auf.

In Gebieten mit LVP-Sammlung ist der Anteil der StNVP höher als in Gebieten mit HK-Sammlung und liegt in städtischen Gebieten bei 7,1 kg und in ländlichen Bereichen bei 5,4 kg pro Einwohner und Jahr. Der Anteil an VP ist im Vergleich zu Regionen mit HK-Sammlung erwartungsgemäß niedriger und liegt in städtischen Gebieten bei 16,7 kg und in ländlichen Gebieten bei 10,6 kg pro Kopf und Jahr. Das spezifische Restmüllaufkommen liegt in städtischen Regionen bei 194,8 kg und in ländlichen Bereichen bei 118,9 kg pro Einwohner und Jahr.

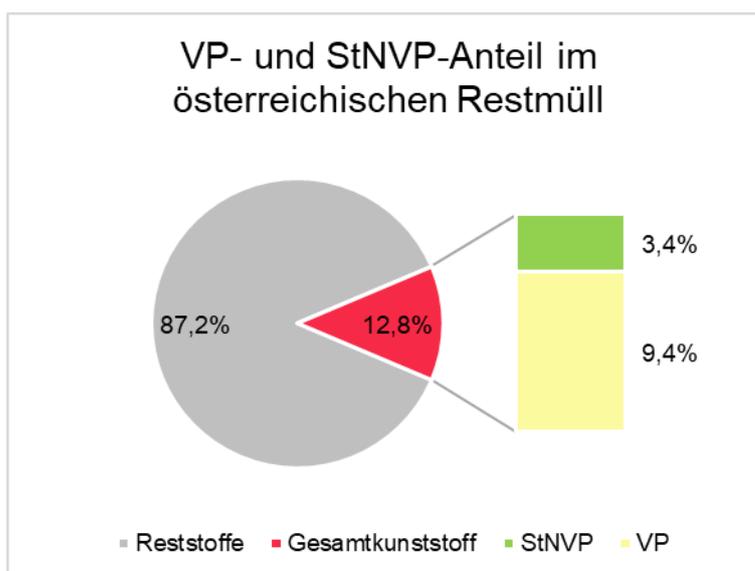


Abbildung 67: Prozentanteile der Verpackungsorten im österreichischen Restmüll (Eigene Darstellung)

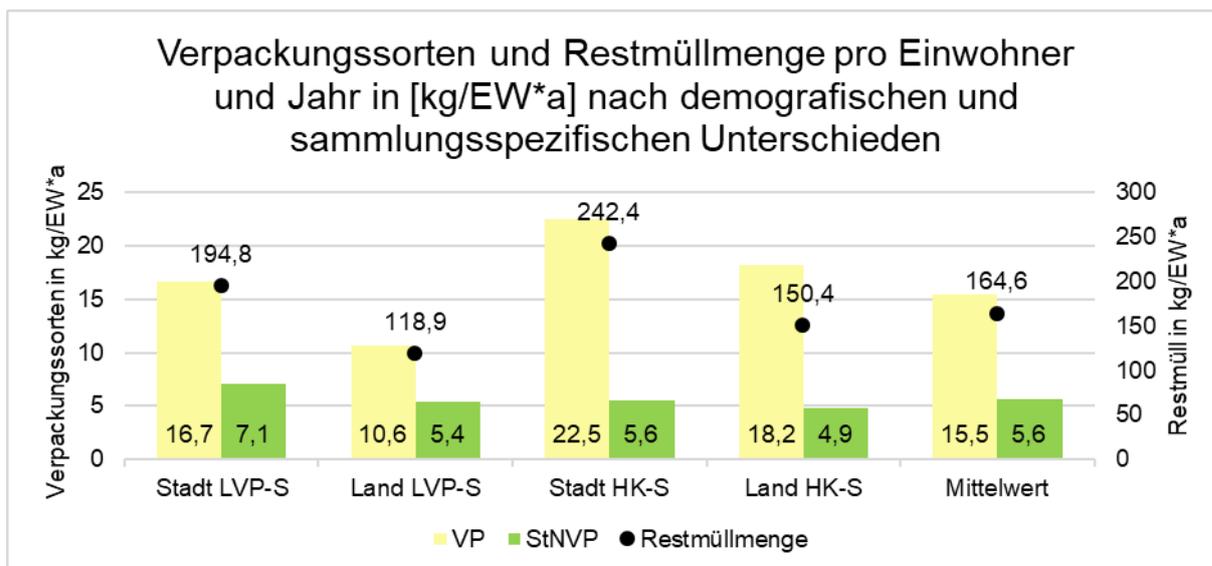


Abbildung 68: Vergleich der Mengen an Verpackungsorten und Restmüll pro Kopf und Jahr in den unterschiedlichen Erfassungsgebieten in kg/EW\*a (Eigene Darstellung)

Vergleicht man die gesamten Mengen der Verpackungsorten in den jeweiligen Erfassungsgebieten in Abbildung 69, so zeigt sich, dass städtische Gebiete mit HK-Sammlung die größten Mengen an VP im österreichischen Restmüll mit 54.586 Tonnen anfallen, wobei hier lediglich 2,1 Mio. Österreicher leben. An StNVP werden im selben Gebiet rund 13.517 Tonnen im Restmüll entsorgt.

Im Vergleich dazu zeigt sich in ländlichen Gebieten mit LVP-Sammlung eine Gesamtmenge von 50.958 Tonnen an VP und die höchste Menge an StNVP von rund 25.753 Tonnen. Dies ist beachtlich, da an dieses Erfassungsgebiet österreichweit rund 4,9 Mio. Menschen angeschlossen sind.

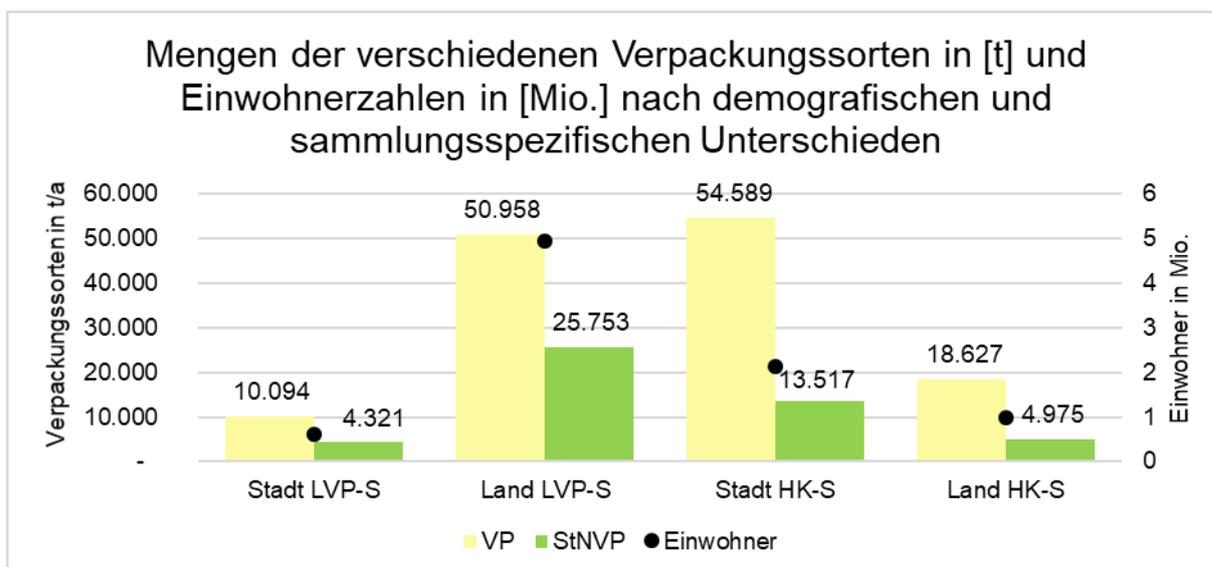


Abbildung 69: Vergleich der jährlich anfallenden Mengen an Verpackungsorten in Tonnen und Einwohnerzahlen in Mio. in den verschiedenen Erfassungsgebieten (Eigene Darstellung)

Betrachtet man ländliche Gebiete mit HK-S errechnet sich eine jährliche Menge an VP von rund 18.627 Tonnen und an StNVP von ungefähr 4.975 Tonnen bei einer Einwohnerzahl von rund 1,0 Mio. Personen.

Städtische Gebiete mit LVP-Sammlung, in denen rund 0,6 Mio. Menschen leben, entsorgen ungefähr 10.094 Tonnen an VP und 4.321 Tonnen an StNVP im Restmüll und haben somit den geringsten Beitrag auf Gesamtösterreich bezogen.

#### 4.6.3 Kunststoffsorten

Österreichweit berechnet sich ein PO-Anteil von 7,8% und ein NPO-Anteil von 5,0% im Restmüll wie in Abbildung 70 zu sehen ist.

In Abbildung 71 werden die Ergebnisse heruntergebrochen auf die Pro-Kopf-Menge pro Jahr. Bei der Fraktion PO bedeutet das eine Menge von 12,9 kg und für die Fraktion NPO eine Menge von 8,2 kg bei einem durchschnittlichen Restmüllaufkommen von 164,6 kg pro Einwohner und Jahr.

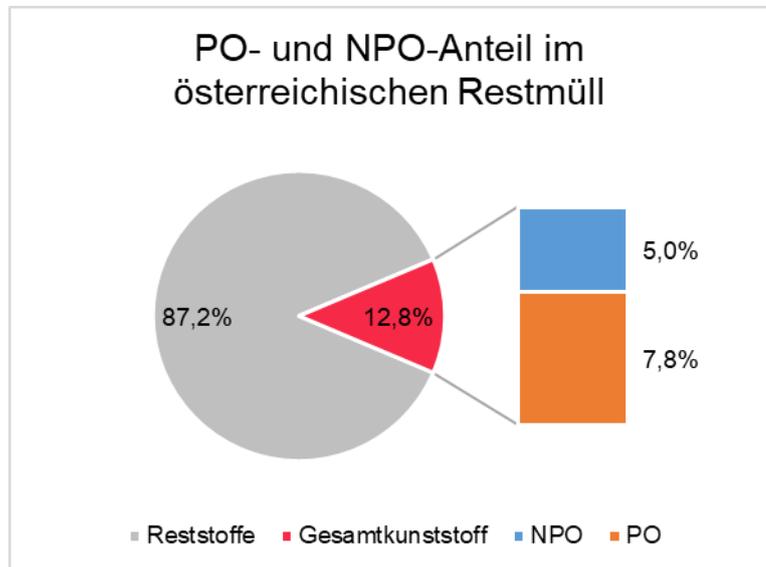


Abbildung 70: Prozentanteile der Kunststoffsorten im österreichischen Restmüll (Eigene Darstellung)

Abbildung 72 zeigt das größte PO-Potential in städtischen

Gebieten mit HK-Sammlung mit 16,9 kg, und ebenso das größte NPO-Potential mit 11,2 kg bei einem Restmüllaufkommen von 242,4 kg pro Person und Jahr.

Ländliche Regionen mit HK-Sammlung weisen durchschnittlich 14,0 kg an PO und 9,0 kg an NPO pro Jahr und Person im Restmüll auf, wobei das spezifische Restmüllaufkommen bei 150,4 kg pro Einwohner und Jahr liegt.

Gefolgt werden die Regionen mit HK-Sammlung von städtischen Gebieten mit LVP-Sammlung. Für dieses Erfassungsgebiet berechnet sich ein PO-Anteil von 13,4 kg und ein NPO-Anteil von 10,4 kg pro Einwohner und Jahr. Die durchschnittliche Restmüllmenge liegt in diesen Gebieten bei rund 194,8 kg pro Person und Jahr.

Das Schlusslicht der Pro-Kopf-Mengen bilden Gebiete mit LVP-Sammlung im ländlichen Bereich. Hier finden sich rund 10,1 kg an PO und 5,9 kg an NPO pro Einwohner und Jahr im Restmüll. Das jährliche Pro-Kopf-Aufkommen an Restmüll liegt bei ungefähr 118,9 kg.

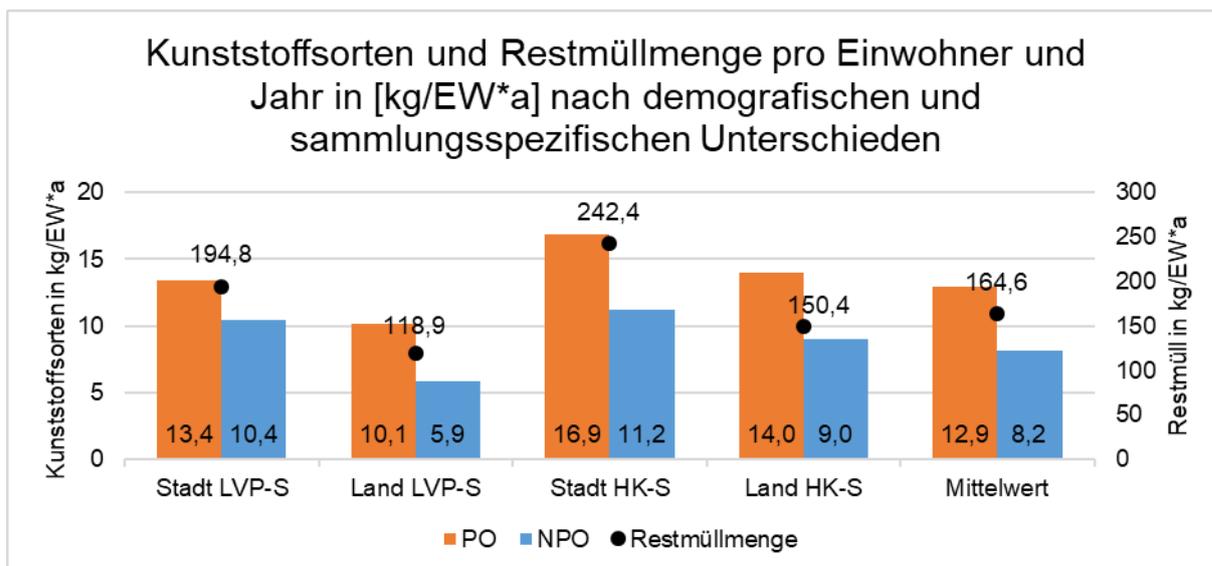


Abbildung 71: Vergleich der Mengen an Kunststoffsorten und Restmüll pro Kopf in den unterschiedlichen Erfassungsgebieten in kg/EW\*a (Eigene Darstellung)

Abbildung 72 zeigt die gesamten Mengen an PO und NPO, die in den einzelnen Erfassungsgebieten pro Jahr anfallen. Das höchste Potential an PO und NPO findet sich in ländlichen Gebieten mit LVP-Sammlung mit 48.562 Tonnen an PO und 28.131 Tonnen an NPO, wobei hier auch mehr als die Hälfte aller Österreicher, rund 4,9 Mio., leben.

Im Vergleich dazu weisen städtische Gebiete mit HK-Sammlung eine höhere spezifische Menge an PO und NPO auf, da in diesen Regionen nur 2,1 Mio. Menschen leben, aber rund 40.880 Tonnen an PO und rund 27.236 Tonnen an NPO im Restmüll entsorgt werden.

Ländliche Gebiete mit HK-S weisen hingegen ein vergleichsweise geringes Potential an Kunststoffsorten auf. In diesen Regionen fallen pro Jahr ungefähr 14.367 Tonnen an PO und 9.235 Tonnen an NPO an und es leben hier rund 1,0 Mio. Österreicher.

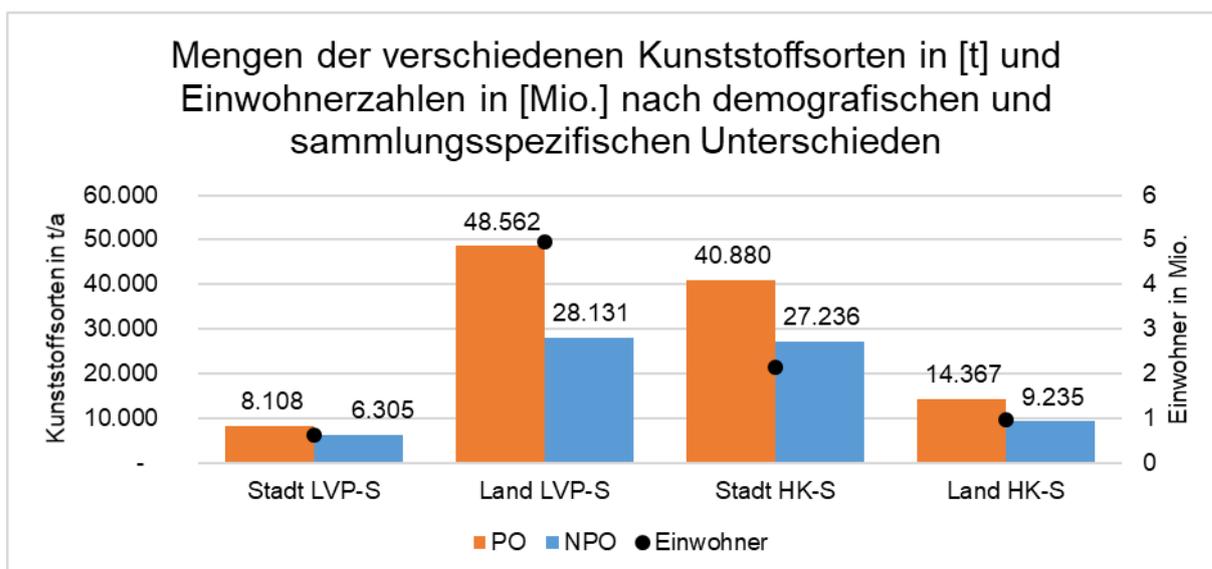


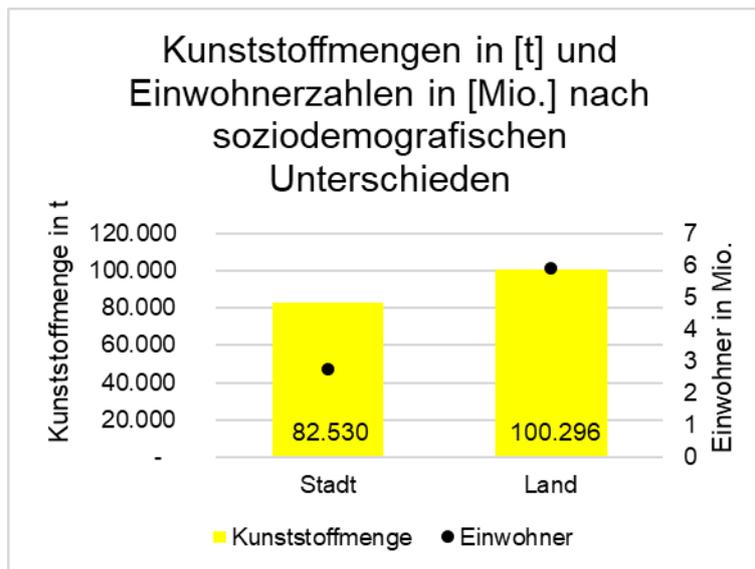
Abbildung 72: Vergleich der jährlich anfallenden Mengen an Kunststoffsorten in [t] und Einwohnerzahlen in [Mio.] in den verschiedenen Erfassungsgebieten (Eigene Darstellung)

Die geringste Menge an Kunststoffen im Restmüll zeigt sich in städtischen Gebieten mit LVP-Sammlung. Es finden sich jährlich rund 8.108 Tonnen an PO und 6.305 an NPO im Restmüll dieser Gebiete, in den ungefähr 0,6 Mio. Menschen ihren Abfall entsorgen.

#### 4.6.4 Demografische Unterschiede

In den folgenden Abschnitten werden die auf Österreich hochgerechneten Ergebnisse nach demografischen Unterschieden dargestellt.

##### 4.6.4.1 Kunststoffe



Auf Österreich gesehen fallen in ländlichen Gebieten mit 54,9% die größte Kunststoffmenge im Restmüll an, wobei in ländlichen Gebieten fast 6,0 Mio. Österreicher leben. Städtische Gebiete, in denen 2,8 Mio. Menschen leben sind für 45,1%, rund 82.000 t, des Kunststoffes im Restmüll verantwortlich (Abbildung 73). Pro Kopf errechnet sich eine Kunststoffmenge von 26,0 kg für Bewohner städtischer Gebiete bei einer durchschnittlichen Restmüllmenge von 218,6 kg und einem Kunststoffanteil von 11,9%. In ländlichen

Abbildung 73: Kunststoffmengen in Tonnen je Erfassungsgebiet im Vergleich zu den Einwohnerzahlen in Mio. nach demografischen Unterschieden (Eigene Darstellung)

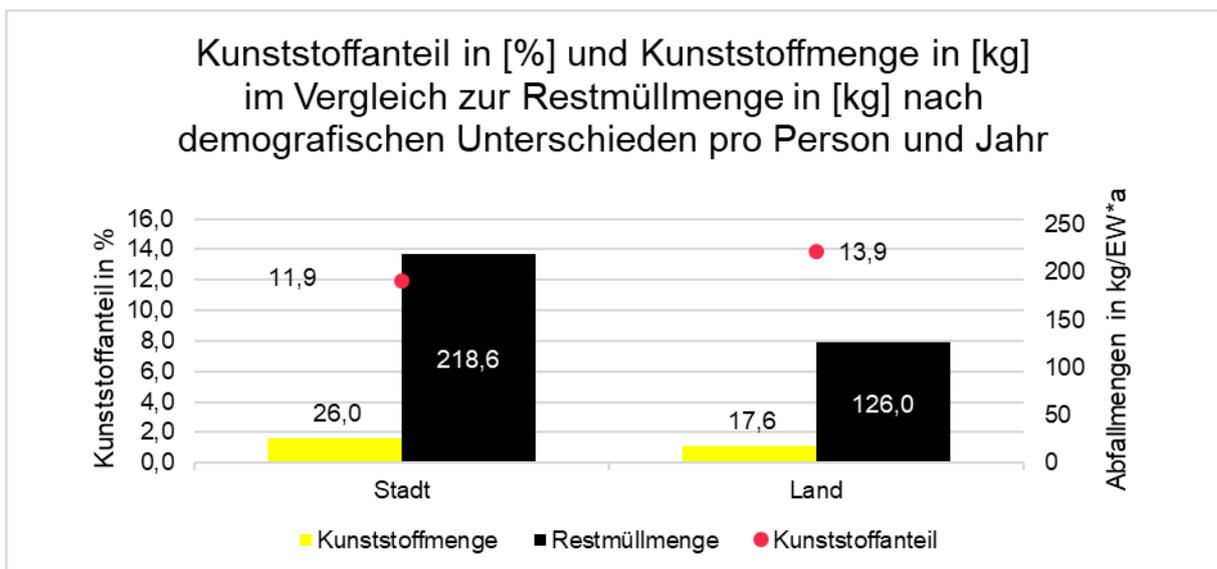


Abbildung 74: Kunststoffanteil in % und Kunststoffmenge in kg/EW\*a verglichen mit der Restmüllmenge in kg/EW\*a nach demografischen Unterschieden (Eigene Darstellung)

Gebieten zeigt sich eine durchschnittliche Kunststoffmenge von 17,6 kg bei einem

Restmüllaufkommen von 126,0 kg und einem Kunststoffanteil von 13,9% (Abbildung 74).

#### 4.6.4.2 Verpackungssorten

Werden die verschiedenen Verpackungssorten betrachtet zeigt sich ein prozentuell höherer Anteil an VP in städtischen Gebieten mit 19,6 kg pro Person und Jahr bei einem Restmüllaufkommen von 218,6 kg als in ländlichen Gebieten mit 12,3 kg und einer Restmüllmenge von 126,0 kg pro Person und Jahr. Der Anteil an StNVP ist städtischen Gebieten mit 6,4 kg pro Kopf und Jahr geringfügig höher als in ländlichen Gebieten mit 5,3 kg (Abbildung 75).

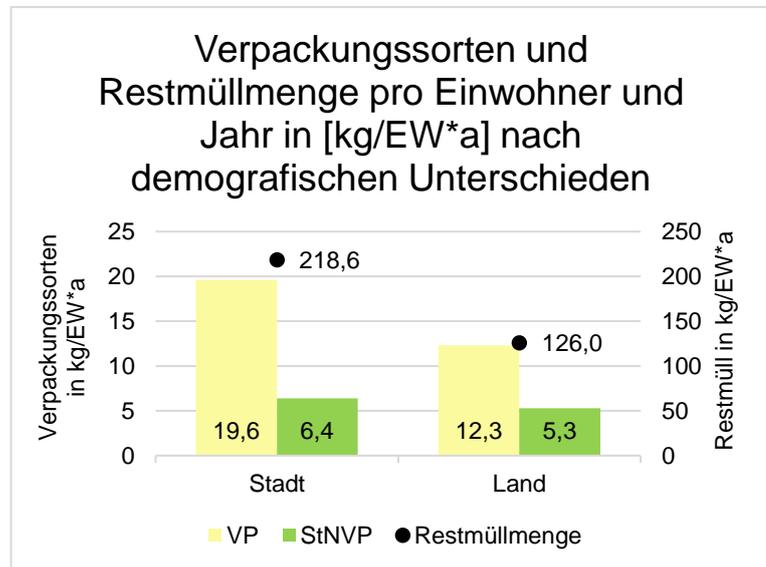
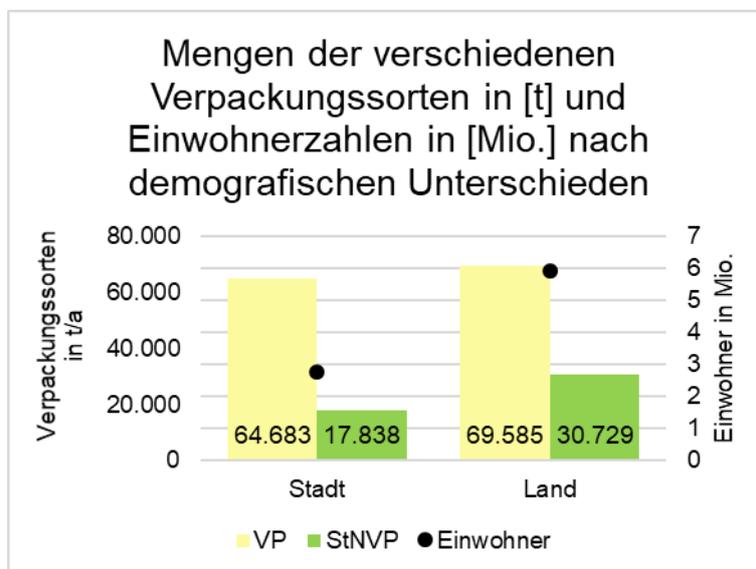


Abbildung 75: Vergleich der Mengen an Verpackungs-sorten und Restmüll pro Kopf und Jahr in kg/EW\*a nach demografischen Unterschieden (Eigene Darstellung)

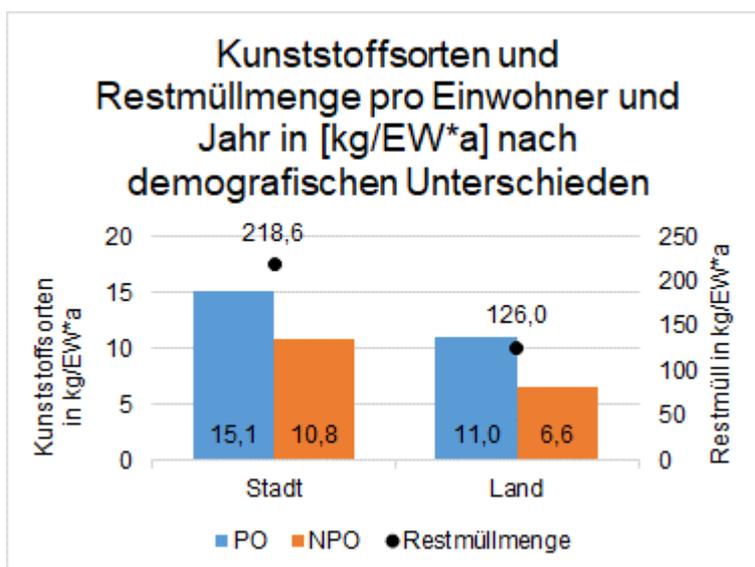
Es errechnet sich, wie in Abbildung 76 zu sehen ist, eine Menge von rund 65.000 Tonnen an VP in städtischen Gebieten mit Einwohnerzahlen von 2,7 Mio. und rund 70.000 Tonnen an VP in ländlichen Gebieten wobei in diesen Gebieten rund 6,0 Mio. Österreicher leben. Die Mengen an StNVP aus städtischen Gebieten belaufen sich auf rund 18.000 Tonnen und in ländlichen Gebieten auf rund 31.000 Tonnen.



Aus Abbildung 75 und Abbildung 76 ist zu erkennen das ein signifikanter demografischer Einfluss auf die Verpackungsmengen im österreichischen Restmüll besteht.

Abbildung 76: Vergleich der jährlich anfallenden Mengen an Verpackungssorten in Tonnen und Einwohnerzahlen in Mio. nach demografischen Unterschieden (Eigene Darstellung)

## 4.6.4.3 Kunststoffsorten



Die Menge an PO im Restmüll von städtischen Gebieten beträgt im Durchschnitt 15,1 kg pro Person und Jahr und in ländlichen Gebieten 11,0 kg. Im Vergleich dazu belaufen sich die Mengen an NPO in ländlichen Gebieten auf 6,6 kg mit einer durchschnittlichen Restmüllmenge von 126,0 kg und in städtischen Gebieten 10,8 kg bei einem durchschnittlichen Restmüllaufkommen von 218,6 kg (Abbildung 77).

Abbildung 77: Vergleich der Mengen an Kunststoffsorten und Restmüll pro Kopf nach demografischen Unterschieden in kg/EW\*a (Eigene Darstellung)

In Abbildung 78 sind die errechneten Mengen an PO und NPO nach demografischen Unterschieden abgebildet und es zeigt sich das in ländlichen Gebieten höhere Mengen an beiden Kunststoffsorten (63.000 Tonnen an PO, 37.000 an NPO) anfallen. Dies ist auf die höhere Anzahl an dort lebenden Personen (5,9 Mio. Einwohner) zurückzuführen. Städtische Gebiete weisen Mengen von rund 49.000 Tonnen an PO und rund 34.000 Tonnen an NPO bei einer Einwohnerzahl von 2,8 Mio. Österreichern.

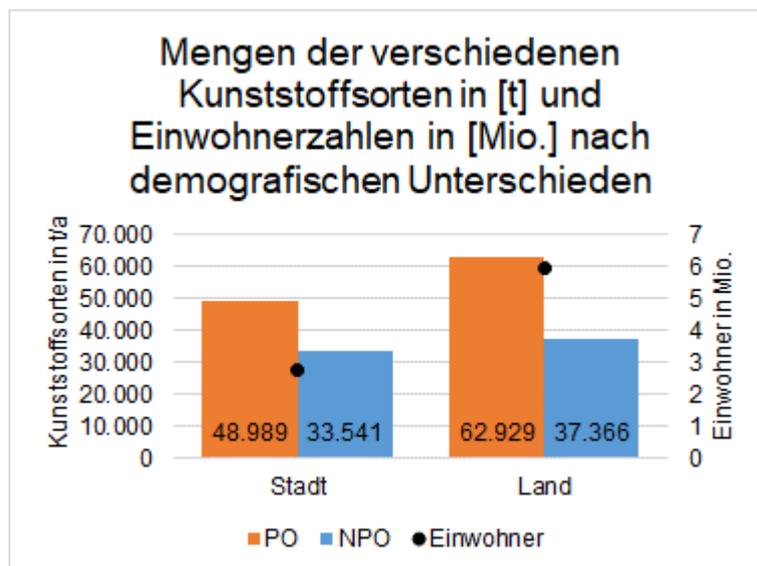


Abbildung 78: Vergleich der jährlich anfallenden Mengen an Kunststoffsorten in Tonnen und Einwohnerzahlen in Mio. nach demografischen Unterschieden (Eigene Darstellung)

#### 4.6.5 Sammlungsspezifische Unterschiede

Die folgenden Abschnitte behandeln die Ergebnisse der sammlungsspezifischen Unterschiede auf Österreich hochgerechnet.

##### 4.6.5.1 Kunststoffe

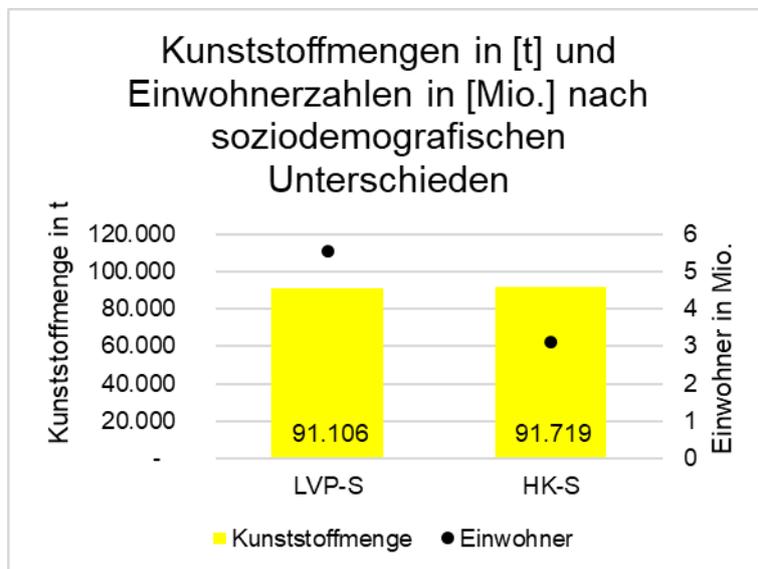


Abbildung 79: Kunststoffmengen in Tonnen je Erfassungsgebiet im Vergleich zu den Einwohnerzahlen in Mio. nach sammlungsspezifischen Unterschieden (Eigene Darstellung)

Gebiete mit HK-S und LVP-S weisen ungefähr die gleichen Mengen (rund 91.000) an Kunststoffen im Restmüll auf, obwohl die Einwohnerzahlen mit 5,5 Mio. LVP-S-Gebieten deutlich höher liegen als in HK-S-Gebieten (Abbildung 79). Dies ist auf die unterschiedlichen Zuweisungskataloge der verschiedenen Sammelsysteme zurückzuführen. In Gebieten mit LVP-S fallen pro Kopf und Jahr 16,4 kg an Kunststoffen und 122,6 kg an Restmüll an woraus sich ein Kunststoffanteil von 13,4% im Restmüll errechnet. Die Kunststoffmenge pro Kopf in

HK-S-Gebieten beträgt 23,9 kg, bei einer Restmüllmenge von 164,9 kg und einem errechneten Kunststoffanteil von 14,7% (Abbildung 80).

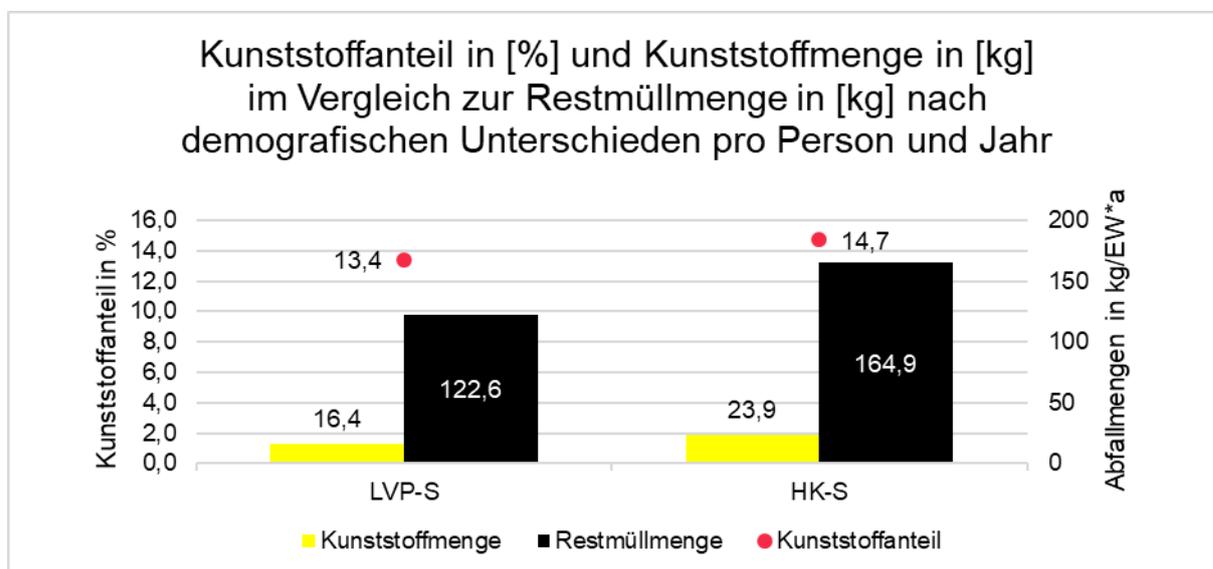


Abbildung 80: Kunststoffanteil in % und Kunststoffmenge in kg/EW\*a verglichen mit der Restmüllmenge in kg/EW\*a nach sammlungsspezifischen Unterschieden (Eigene Darstellung)

#### 4.6.5.2 Verpackungsorten

Gebiete, in denen eine HK-S durchgeführt wird, weisen einen signifikant höheren Anteil (18,9 kg) an VP im Restmüll auf als Gebiete mit LVP-S (10,9 kg). Die Mengen an StNVP unterscheiden sich in den verschiedenen Sammelsystemen nur geringfügig mit 5,5 kg in Gebieten mit LVP-S und 5,0 kg in Gebieten mit HK-S. Die durchschnittlich entsorgte Menge an Restmüll pro Einwohner und Jahr beträgt in Gebieten mit LVP-S 122,6 kg und in Gebieten mit HK-S 164,9 kg (Abbildung 81).

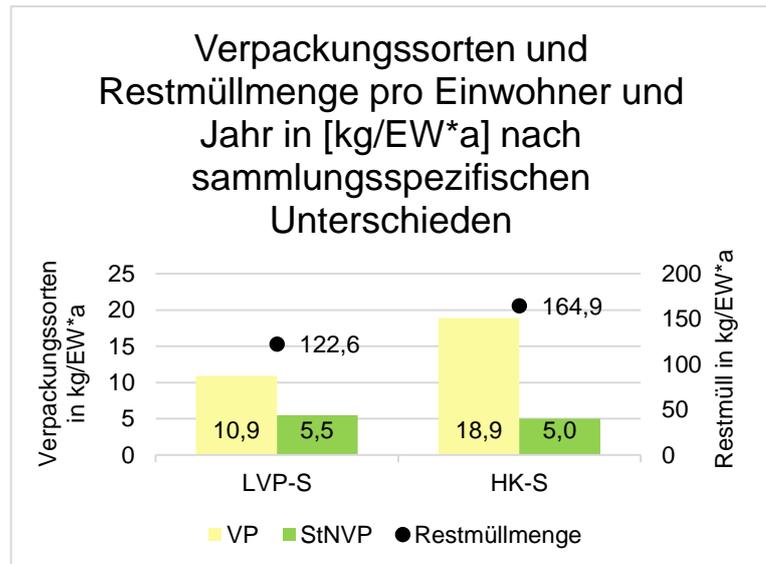


Abbildung 81: Vergleich der Mengen an Verpackungsorten und Restmüll pro Kopf und Jahr in kg/EW\*a nach sammlungsspezifischen Unterschieden (Eigene Darstellung)

Werden die jährlich anfallenden Mengen an VP in den Gebieten der verschiedenen Sammelsysteme verglichen, so zeigt sich ein größerer Anteil (73.000 t) in Gebieten mit

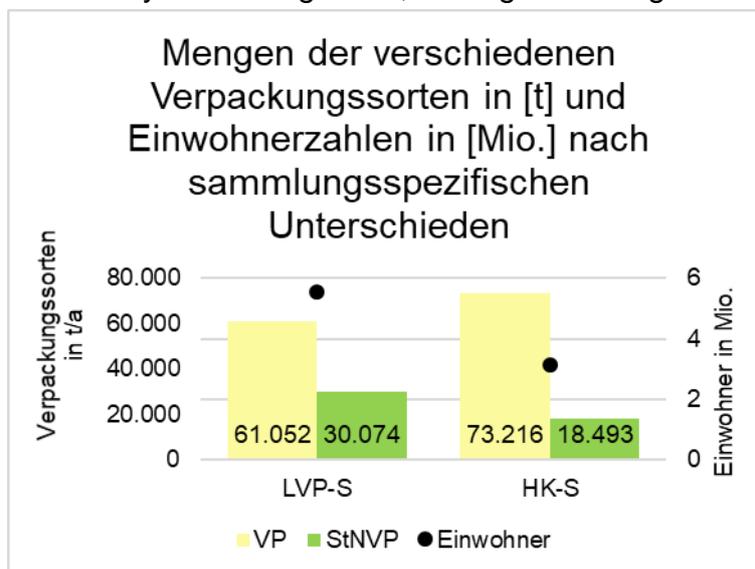


Abbildung 82: Vergleich der jährlich anfallenden Mengen an Verpackungsorten in Tonnen und Einwohnerzahlen in Mio. nach sammlungsspezifischen Unterschieden (Eigene Darstellung)

HK-S wobei an dieses Sammelsystem rund 3,1 Mio. Menschen angeschlossen sind. In Gebieten mit LVP-S leben ungefähr 5,5 Mio. Personen und es fallen pro Jahr rund 61.000 Tonnen an VP an. Die Menge an StNVP in Gebieten mit LVP-S beläuft sich auf rund 30.000 Tonnen und in Gebieten mit HK-S auf rund 18.000 Tonnen (Abbildung 82).

Es zeigt sich ein spezifischer Einfluss des Sammelsystems auf die Mengen an VP und StNVP im österreichischen Restmüll in den Abbildungen 81 und 82.

## 4.6.5.3 Kunststoffsorten

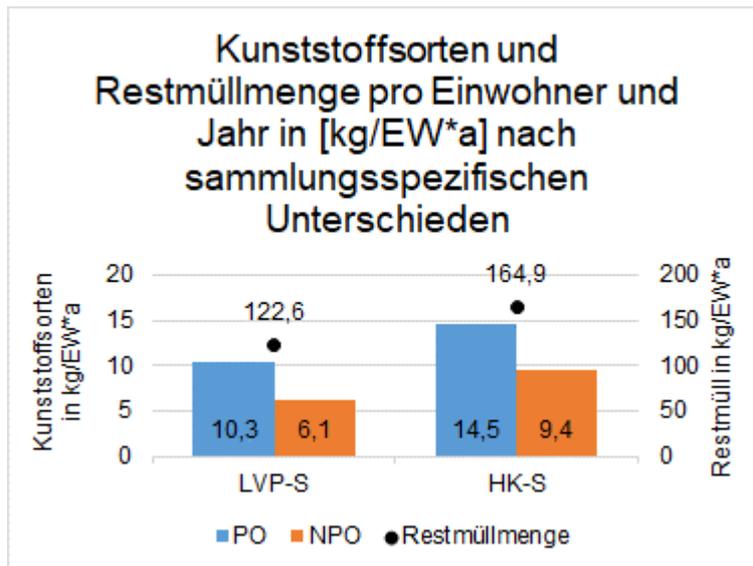


Abbildung 83: Vergleich der Mengen an Kunststoffsorten und Restmüll pro Kopf nach sammlungsspezifischen Unterschieden in kg/EW\*a (Eigene Darstellung)

Aus Abbildung 83 wird ersichtlich, dass die Mengen von PO und NPO in Gebieten mit HK-S höher sind als in Gebieten mit LVP-S. In HK-S-Gebieten beträgt die durchschnittliche PO-Menge pro Kopf und Jahr 14,5 kg und die NPO-Menge 9,4 kg bei einem durchschnittlichen Restmüllaufkommen von 164,9 kg pro Person und Jahr. Im Vergleich dazu zeigen sich in LVP-S-Gebieten Sammelmengen von 10,3 kg an PO und 6,1 kg an NPO im Restmüll bei einer durchschnittlichen Restmüllmenge von 122,6 kg pro Einwohner und Jahr.

In Abbildung 84 sind die PO- und NPO-Mengen nach sammlungsspezifischen Unterschieden dargestellt und ist ersichtlich, dass die Mengen in beiden Sammelsystemen (LVP-S, HK-S) annähernd gleich sind. Gebiete mit LVP-S weisen Mengen an PO und NPO von 57.000 Tonnen und 34.000 Tonnen auf. Die Mengen in Gebieten mit HK-S belaufen sich auf 55.000 Tonnen an PO und 36.000 Tonnen an NPO. Unterschiedlich sind jedoch die Einwohnerzahlen der Gebiete, mit 5,5 Mio. Personen in LVP-S-Gebieten und 3,1 Mio. Personen in HK-S-Gebieten.

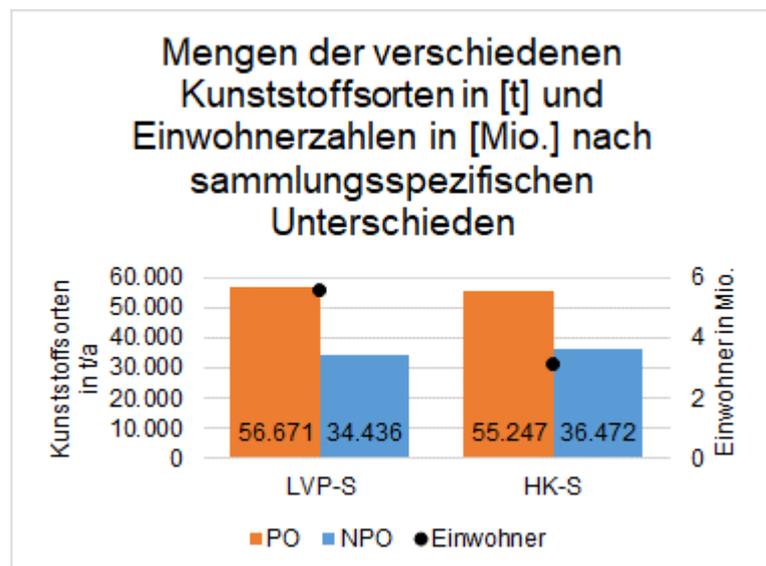


Abbildung 84: Vergleich der jährlich anfallenden Mengen an Kunststoffsorten in Tonnen und Einwohnerzahlen in Mio. nach sammlungsspezifischen Unterschieden (Eigene Darstellung)

## 5. Diskussion

Die Daten der vorliegenden Arbeit weisen darauf hin, dass der spezifische Anteil an Kunststoffen im Restmüll mit dem spezifischen Restmüllaufkommen korreliert. Je höher das Restmüllaufkommen ist, desto höher ist auch der Kunststoffanteil. Bei der Auswertung der Daten der Sortieranalyse und der weiteren Hochrechnung der Ergebnisse auf Österreich hat sich ein Wert von 12,8% für den Kunststoffanteil im Restmüll ergeben. Vergleicht man diesen Wert mit Ergebnissen anderer Studien, liegt der Wert im Mittelfeld (Tabelle 8). Der Wert des BAWP 2017 liegt mit 16,5% über den Werten dieser Arbeit und der anderen Studien, wobei nicht genauer erläutert ist, wie sich dieser signifikante Unterschied zusammensetzt.

Tabelle 8: Kunststoffanteile im Restmüll und Restmüllmengen verschiedener Studien (Eigene Darstellung)

	<b>Eigene Daten (2016)</b>	<b>Restmüll-analyse Steiermark (2010)</b>	<b>BAWP (2011)</b>	<b>BAWP (2017)</b>
<b>Kunststoffanteil im Restmüll (%)</b>	10,0%	12,3%	11,5%	16,5%
<b>Restmüllmenge (kg/EW*a)</b>	164	(130)*	168	166
*bezieht sich nur auf die Steiermark				

Ebenfalls in Tabelle 8 dargestellt ist die spezifische Restmüllmenge in kg/EW\*a. Hier liegt der Wert dieser Arbeit mit 164 kg/EW\*a auf demselben Niveau wie die Werte vergleichbarer Studien. Der Wert der Restmüllanalyse aus der Steiermark ist nicht vergleichbar, da er sich lediglich auf ein Bundesland und nicht auf das gesamte Bundesgebiet bezieht.

Erwartungsgemäß sollten an den Standorten mit LVP-S, also Graz und Liezen, die geringsten Mengen an Kunststoffen im Restmüll zu finden sein. Durch die Probenahme und die weitere Hochrechnung der gewonnenen Daten hat sich gezeigt, dass die Kunststoffmenge im Restmüll in Korneuburg jedoch den geringsten Wert aller vier beprobten Standorte aufweist, obwohl der Kunststoffanteil mit 15,3% den höchsten Wert darstellt. Dieser Umstand ist auf die Restmüllmenge in Korneuburg zurückzuführen, die mit 135,8 kg/EW\*a wesentlich geringer ausfällt als an den anderen beprobten Standorten. Wien weist mit 281,7 kg/EW\*a mehr als doppelt so viel Restmüllmenge in kg/EW\*a auf als Korneuburg. Unter Umständen ist die geringe Restmüllmenge der in Korneuburg der Nähe zu Wien geschuldet, da viele Korneuburger in Wien arbeiten und dadurch einen Großteil ihrer Zeit in Wien verbringen und in dieser Zeit ihren Abfall in Wien entsorgen.

Vergleicht man die Kunststoffmenge im Restmüll mit der getrennt erfassten Kunststoffmenge, zeigt sich, dass in Wien der geringste Anteil (2,6 kg/EW\*a) in der getrennten Sammlung landet und dafür die größte Menge (32,7 kg/EW\*a) im Restmüll. Interessant ist der Umstand, dass die Gesamtmenge an Kunststoffen in Liezen mit 43,0 kg/EW\*a am höchsten ist und in Korneuburg mit 28,3 kg/EW\*a am geringsten. Aus den Quellen lässt sich jedoch leider nicht erklären, worauf diese Mengenunterschiede zurückzuführen sind. Möglicherweise ist das sozioökonomischen Faktoren wie

Haushaltsgrößen oder aber auch verschiedenen Berechnungsmaßstäben geschuldet. Aus den zitierten Studien geht nicht hervor welche Mengen zur Berechnung der getrennt erfassten Kunststoffmengen herangezogen wurden. Möglicherweise wurden nicht nur Mengen aus der Haushaltssammlung für die Mengenangaben einbezogen.

In dieser Arbeit hat sich gezeigt, dass in Gebieten mit HK-S (23,9 kg/EW\*a) ein signifikant höherer Anteil an Kunststoffen über die kommunale Restmüllsammlung entsorgt wird als in Gebieten mit LVP-S (16,4 kg/EW\*a). Dies ist auf den reduzierten Umfang des Zuweisungskataloges zurückzuführen, da in der HK-S lediglich Kunststoffhohlkörper getrennt erfasst werden. Im Gegenteil dazu werden in der LVP-S die gesamten Leichtverpackungsabfälle in der Gelben Tonne oder dem Gelben Sack getrennt gesammelt, und somit geht in der HK-S ein beträchtliches Rohstoffpotential durch die Entsorgung im Restmüll verloren.

Außerdem ist davon auszugehen, dass die Pro-Kopf-Menge an Kunststoffen im Restmüll in städtischen Gebieten (26,0 kg/EW\*a) höher ist als in ländlichen Gebieten (17,6 kg/EW\*a). Dieser Umstand ist wahrscheinlich auf den höheren Grad der Urbanisierung und die damit einhergehenden veränderten Lebensumstände zurückzuführen. Zum einen kann das möglicherweise durch den höheren Anteil an Singlehaushalten in städtischen Gebieten gegenüber ländlichen Gebieten erklärt werden, zum anderen ist das wahrscheinlich auch durch andere Gewohnheiten bei der Lebensmittelbeschaffung wie zum Beispiel der direkte Einkauf beim Produzenten mit vergleichsweise geringerem Anfall von Verpackungsabfällen zu erklären. Der höhere Anteil an Singlehaushalten hat die Auswirkung, dass die meisten Lebensmittel und Gebrauchsgüter für den Haushalt in kleineren Mengen gekauft werden und dabei mehr Verpackungsabfälle anfallen als zum Beispiel in einem Familienhaushalt mit mehreren Personen.

Interessant ist auch der Umstand, dass prozentuell gesehen der Kunststoffanteil in ländlichen Gebieten (14,4%) höher ist als in städtischen Gebieten (11,9%). Dies ist vermutlich einer veränderten Zusammensetzung des Restmülls, zum Beispiel durch einen höheren Anteil an Eigenkompostierung in Haushalten auf dem Land, geschuldet. Durch den erhöhten Grad der Eigenkompostierung in ländlichen Gebieten sinkt die Gesamtmenge des Restmülls und dadurch ergibt sich gewichtsspezifisch ein erhöhter Kunststoffanteil im Restmüll.

Das größte Kunststoffpotential im österreichischen Restmüll ist in ländlichen Gebieten mit LVP-Sammlung zu finden. Die jährlich entsorgte Kunststoffmenge in Regionen mit diesen Strukturen beträgt rund 77.000 t, was durch die hohe Anzahl der hier lebenden Menschen von 4,9 Mio. zu erklären ist, obwohl die spezifische Kunststoffmenge in kg/EW\*a mit 16,0 das, im Vergleich, geringste ist. Städtische Gebiete mit HK-S besitzen hingegen ein viel höheres Potential an der Pro-Kopf-Menge mit 28,1 kg/EW\*a und einer beachtlichen Gesamtkunststoffmenge von über 68.000 t, obwohl in diesen Gebieten mit rund 2,1 Mio. Einwohner weniger als die Hälfte der Einwohner leben. Ländliche Gebiete mit HK-Sammlung und städtische Gebiete mit LVP-Sammlung mit gesamt 1,6 Mio. Einwohnern steuern nur einen vergleichsweise geringen Beitrag zum Rohstoffpotential mit knapp 38.000 Tonnen bei.

Betrachtet man den PO-Anteil im gesamten österreichischen Restmüll, so ergibt sich ein Anteil von 7,8% und ein PO-Anteil an der Kunststoffmenge im Restmüll von 60,1%. Dieser Anteil ist durch den hohen PO-Anteil der gängigsten Kunststoffprodukte wie Haushaltsverpackungen jeglicher Art, Tragetaschen und Müllsäcke zu erklären. Somit errechnet sich eine Gesamtmenge von fast 112.000 Tonnen an PO pro Jahr im

---

österreichischen Restmüll. Dies ist eine beachtliche Menge an Rohstoffen, die durch die Entsorgung im Restmüll für den Recyclingprozess verloren gehen.

Durch eine Umlenkung dieses Abfallstromes aus dem Restmüll hin zur getrennten Sammlung wäre eine nennenswerte Erhöhung der Recyclingquoten in Österreich zu erreichen, und es wäre eine signifikante Einsparung von Primärrohstoffen möglich, was wiederum dem Ziel der Kreislaufführung von Rohstoffen zugutekommen würde. Österreich hat bereits die von der EU (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2018) geforderten Quoten von 60% bis 2025 und 65% bis 2030 erreicht. Zurzeit wird jedoch eine Änderung der Berechnungsmethode der Recyclingquoten diskutiert und dadurch könnte Österreich, eine weitere Erhöhung der Quoten benötigen, um das ambitionierte Ziel der EU zu erreichen (Kranzinger et al., 2017a).

Zusätzlich wäre durch die Umlenkung des Kunststoffstromes aus dem Restmüll in die getrennte Sammlung eine gravierende Reduzierung des Volumenstromes zu bewerkstelligen. Die Restmüllsortieranalyse aus der Steiermark gibt an, dass rund 32,5% des Volumens von Restmüll auf die Kunststofffraktion fällt, wobei die Masse an Kunststoffen lediglich 12,3% des Restmülls beträgt (Innovative Umwelttechnik GmbH; Saubermacher Dienstleistungs AG, 2014). Dadurch könnte wiederum ein Beitrag zur effizienteren und ressourcenschonenderen Planung der Sammelrouten geleistet werden.

Durch die Reduzierung der Kunststoffmengen im Restmüll würden aber die Mengen in der getrennten Sammlung steigen, und somit ist keine direkte Abnahme der 148.600 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente der österreichischen Abfallsammlung (Schwarz et al., 2015) durch verminderte Abfuhrmengen zu erwarten.

Keine Probleme sind durch die Reduzierung von Kunststoffen im Restmüll in der thermischen Verwertung von Siedlungsabfällen zu erwarten, da Kunststoffe einen hohen Brennwert haben aber zur Stabilisierung der Heizwerte von Müllverbrennungsanlagen nicht benötigt werden. Durch die Extraktion aller Kunststoffe ist der Heizwert von Restmüll zwar um ein Drittel reduziert werden, aber der Schwellenwert von 5 MJ/kg wird nicht unterschritten (Kranzinger et al., 2017b).

In Gebieten mit LVP-Sammlung wäre zielführend eine Verbesserung der Trennmoral in der Bevölkerung anzustreben, da noch immer ein beträchtlicher Teil der Altkunststoffe (16,4 kg/EW\*a) in der kommunalen Restmüllsammlung landet und somit einer stofflichen Verwertung entzogen wird. Die Mengen sind nicht auf die Sortierkataloge zurückzuführen da sonst lediglich Kunststoffe der Fraktion StNVP im Restmüll enthalten sein sollten. Eine Steigerung der Trennmoral wäre möglicherweise durch breit aufgestellte Kampagnen zur Bewusstseinsbildung und Flugblattaktionen mit der genauen Auflistung der Sortierkataloge zu erreichen. Des Weiteren wäre eine Smartphone-Applikation zur Identifikation des Leichtverpackungsabfalles über eine Barcode-Scan-Funktion anzudenken, um jegliche Abfälle anhand des Barcodes der jeweiligen Abfallfraktion zuzuordnen.

Eines der schwerwiegendsten Probleme dieser Arbeit beruht auf der Tatsache, dass es in Österreich bei Beginn der Probenahmeplanung keine einheitlichen Sortierkataloge für Restmüllanalysen gab. Daher konnte auf keine einheitlichen Daten aus den neun verschiedenen Bundesländern mit ihren neun verschiedenen Abfallwirtschaftsgesetzen zurückgegriffen werden. Während der Dauer dieser Arbeit haben sich aber alle Stakeholder freiwillig bereit erklärt den, von der Technischen Arbeitsgruppe Sortieranaylisen (2017b) ausgearbeiteten, Leitfaden für die

Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen als Grundlage für kommende Sortieranalysen zu verwenden. Somit sollten kommende Sortieranalysen der Bundesländer vergleichbar werden und zumindest alle Fraktionen nach den Vorgaben des Leitfadens einteilen, auch wenn manche Länder noch tiefere Sortierstufen durchführen wollen. Dadurch sollte es für kommende Berichte des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus einen Konsens der Berichterlegung und der Datenaufbereitung geben.

Um die Aussage und die Genauigkeit der Daten dieser Arbeit zu bestätigen, beziehungsweise zu untermauern, sollten noch weitere Restmüll-Sortieranalysen in einem größeren Maßstab und einem größeren Stichprobenumfang durchgeführt werden. Im Rahmen dieser Arbeit war das aufgrund der beschränkten zeitlichen und finanziellen Mittel nicht möglich, aber die Ergebnisse liefern erste Anhaltspunkte für die ungefähren Mengen der PO- und VP-Fraktion im österreichischen Restmüll.

---

## 6. Schlussfolgerungen

Während der Fertigstellung dieser Arbeit wurde ein Leitfaden zur Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen in Österreich publiziert (BMLFUW, 2017b). Dieser soll als Grundlage für alle Restmüll-Sortieranalysen dienen und wird die Vergleichbarkeit der Daten aus den verschiedenen Bundesländern und von verschiedenen Auftraggebern um ein Vielfaches erleichtern. Somit sollten Arbeiten dieser Art in Zukunft einfacher werden, weil sich die Konzeption der Probenahme leichter gestalten wird da auf den Leitfaden zurückgegriffen werden kann und soll.

Tendenziell ist davon auszugehen, dass städtische Gebiete einen höheren Kunststoffanteil im Restmüll aufweisen als ländliche Gebiete. Außerdem haben Gebiete mit HK-S ebenso einen höheren Anteil an Kunststoffen im Restmüll als Gebiete mit LVP-S. Das größte Rohstoffpotential an Kunststoffen im Restmüll ist in Österreich in ländlichen Gebieten mit LVP-S zu finden, da in diesen Gebieten der Großteil der Bevölkerung lebt. Jedoch sind in städtischen Gebieten mit HK-S die spezifischen Mengen an Kunststoffen höher wodurch das Rohstoffpotential in diesen Gebieten fast gleich groß ist wie in ländlichen Gebieten mit LVP-S, obwohl hier nur die Hälfte der Menschen leben.

In Gebieten mit LVP-S wäre es sinnvoll weitere Kampagnen zur Bewusstseinsbildung und zur Steigerung der Trennmoral der Bevölkerung zu lancieren, da ein beachtlicher Teil der Kunststoffe in diesen Gebieten im Restmüll anstatt der getrennten LVP-S landen.

Durch eine Umlenkung des Kunststoffstromes aus dem Restmüll in Österreich hin zur getrennten Sammlung wäre eine Volumenreduktion des Restmülls vorstellbar, jedoch ist keine Reduktion von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in der Abfallsammlung zu erwarten da sich die Mengen aus dem Restmüll in die getrennte Altstoffsammlung verschieben würden. Kein Problem würde die Umlenkung des Kunststoffstromes aus dem Restmüll für die thermische Verwertung darstellen da die benötigten Heizwerte auch ohne dem Kunststoffstrom erreicht werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass, trotz einer gut funktionierenden getrennten Sammlung, durch die Entsorgung im Restmüll ein beachtlicher Teil an Ressourcen einer anderwärtigen Verwertung entzogen wird und somit für das Recycling verloren gehen. Wenn dieser Stoffstrom aus dem Restmüll in die getrennte Sammlung umgelenkt werden würde, könnte die Recyclingrate von Kunststoffen in Österreich beachtlich erhöht werden und damit eine Unterstützung zur Erreichung der EU-Recyclingquoten sein. Jedoch bedarf es für so eine weitreichende Veränderung eine gesamtheitliche Revision der Restmüll-Verwertungsstrukturen in Österreich, um die Wirtschaftlichkeit einer Umlenkung des Stoffstromes zu betrachten, bzw. möglichen Problemen entgegenwirken zu können. Außerdem müssten für die Verwertung der durch die Umlenkung anfallenden Mengen entsprechende Kapazitäten für eine rohstoffliche Verwertung bereitgestellt werden.

## 7. Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war es den Polyolefin- und Verpackungsanteil im österreichischen Restmüll anhand einer Restmüllsortieranalyse zu untersuchen, und der Frage nachzugehen, wie groß der soziodemografische sowie der sammlungsspezifische Einfluss auf die Zusammensetzung des Restmülls ist.

Bei der Sortierung an vier Standorten über Österreich verteilt (Graz, Liezen, Wien, Korneuburg) ergab sich ein mittlerer Kunststoffanteil von 12,8% für das Bundesgebiet. Pro Kopf bedeutet das eine jährliche Menge von 21,1 kg an Kunststoffen bei einer Restmüllmenge von 164,6 kg. Aufgrund dieses Anteils ergibt sich eine Gesamtmenge von 183.000 Tonnen an Kunststoffen, die jährlich über die österreichische Restmüllsammlung entsorgt werden. Gebiete im städtischen Bereich (26,0 kg/EW\*a) weisen einen höheren Anteil an Kunststoffen im Restmüll auf als Gebiete im ländlichen Bereich (17,6 kg/EW\*a). Erwartungsgemäß sind die Pro-Kopf-Mengen in Gebieten mit Hohlkörpersammlung mit 23,9 kg/EW\*a höher als in Gebieten mit Leichtverpackungssammlung mit 16,4 kg/EW\*a.

Der Anteil an Polyolefinen beträgt rund 60,1% des Gesamtkunststoffanteils im Restmüll, wodurch sich ein Anteil von 7,8% im österreichischen Restmüll ergibt. Dadurch zeigt sich, dass pro Einwohner rund 12,9 kg an Polyolefinen pro Jahr anfallen. Auf das gesamte Bundesgebiet gesehen bedeutet das eine Menge von 112.000 Tonnen an Polyolefinen im österreichischen Restmüll pro Jahr. Auch bei den Polyolefinen ist der Anteil in städtischen Gebieten (15,1 kg/EW\*a) höher als in ländlichen (11,0 kg/EW\*a) und Hohlkörpersammlungsgebieten (14,5 kg/EW\*a) haben einen höheren Anteil als Leichtverpackungssammlungsgebiete (10,3 kg/EW\*a).

Wird der Anteil an Verpackungen betrachtet, ergibt sich ein Anteil von 74,0% am Kunststoffanteil im Restmüll und ein Gesamtanteil an Verpackungen im Restmüll von 9,4%. Auf jeden Einwohner fällt somit eine Menge von 15,5 kg Verpackungen pro Jahr. Auf ganz Österreich errechnet sich dadurch eine Menge von rund 134.000 Tonnen an Verpackungen im Restmüll pro Jahr. In städtischen Gebieten fallen pro Kopf rund 19,6 kg/EW\*a an, wobei der Anteil höher ist als in ländlichen Gebieten mit rund 12,3 kg/EW\*a. Gebiete mit Hohlkörpersammlung (18,9 kg/EW\*a) weisen einen signifikant höheren Pro-Kopf-Anteil an Verpackungen auf als Gebiete mit paralleler Leichtverpackungssammlung (10,9 kg/EW\*a).

Das größte Rohstoffpotential an Kunststoffen, Polyolefinen und Verpackungen ist aufgrund der hohen Einwohnerzahl von 4,9 Mio. in ländlichen Gebieten mit Leichtverpackungssammlung zu finden. Die jährliche Kunststoffmenge, die in diesen Erfassungsgebieten im Restmüll anfällt, beträgt rund 77.000 Tonnen. Bezogen auf den Polyolefinanteil ergibt sich eine Menge von rund 48.000 t, und die Mengen an Verpackungen, die in diesen Gebieten im Restmüll entsorgt werden, belaufen sich auf 51.000 Tonnen. Dicht gefolgt werden ländliche Gebiete mit Leichtverpackungssammlung von städtischen Gebieten mit Hohlkörpersammlung, wobei die Einwohnerzahl in diesen Gebieten nur 2,9 Mio. beträgt. Die jährliche Kunststoffmenge im Restmüll in diesen Erfassungsgebieten macht ungefähr 68.000 Tonnen aus. In Bezug auf die Fraktion der Polyolefine ergab sich eine Menge pro Jahr von rund 41.000 Tonnen. Bei den Verpackungen ist der Anteil mit knapp 55.000 Tonnen im Restmüll sogar höher als in ländlichen Gebieten mit Leichtverpackungssammlung.

## 8. Literaturverzeichnis

- Agilent, 2018. Cary 630 FTIR Spectrometer. Agilent Technologies, Inc. <https://www.agilent.com/en/products/ftir/ftir-benchtop-systems/cary-630-ftir-spectrometer> (abgefragt am 06.09.2018)
- APA, 2013. ARA Sammeljahr 2012: Deutlicher Anstieg bei der Sammlung von Kunststoffverpackungen. [http://www.ots.at/presseaussendung/OTS\\_20130104\\_OTS0029](http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20130104_OTS0029) (abgefragt am 19.03.2018).
- ARA, s.a. Jahresganglinien der Altstoffsammlung aus Haushalten. Altstoff Unveröffentlichte Präsentation, Altstoff Recycling Austria AG. Wien.
- ARA, 2012. Verteilung der LVP-Sammlung auf Regionsebene nach 8 Sammeltypen. Übermittelte Daten per Mail im Jahr 2017. Wien.
- ARA, 2014. ARA Leistungsreport 2014. [https://www.ara.at/fileadmin/user\\_upload/Downloads/Publikationen/Leistungsreport/ARA\\_Leistungsreport2014\\_WEB\\_A4.pdf](https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/Leistungsreport/ARA_Leistungsreport2014_WEB_A4.pdf) (abgefragt am 15.03.2018)
- Austrian Standards Institute, 2005. ÖNORM S2097 Sortieranalyse von Abfällen. Austrian Standards International. Wien.
- Austrian Standards Institute, 2011. ÖNORM S 2127 Grundlegende Charakterisierung von Abfallhaufen oder von festen Abfällen aus Behältnissen und Transportfahrzeugen. Austrian Standards International. Wien.
- AWG, 2002. Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 - AWG 2002) BGBl. I Nr. 102/2002 idF 12.12.2017.
- B-VG, 2016. Bundesverfassungsgesetz Artikel 10. BGBl. Nr. 1/1930 zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 62/2016 idF 13.03.2018
- Baden-Powell, R.S.S., 1941. Lord Robert Baden-Powell's Last Message <http://www.scoutsrecords.org/aboutus.php?dil=&icerik=142&bparent=2DDE9EE70124C2DFF313E5FA3B7E9CC4&caption=The last message&> (abgefragt am 28.02.2018).
- Bauer, B.W., 2002. Sortieranalysen von Restmüll und Altstoffen: Untersuchungen zu den Verschmutzungen und Feuchteübergängen ausgewählter Stoffgruppen. Universität für Bodenkultur Institut. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Abfallwirtschaft, Wien.
- Blanco, G., Gerlagh, R., Suh, S., Barrett, J., de Coninck, H.C., Diaz Morejon, C.F., Mathur, R., Nakicenovic, N., Ofosu Ahenkora, A., Pan, J., Pathak, H., Rice, J., Richels, R., Smith, S.J., Stern, D.I., Toth, F.L., Zhou, P., 2014. Drivers, Trends and Mitigation in Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change 351–412.

- BMLFUW, 2009. Thermische Abfallbehandlung in Österreich, Weißbuch - Zahlen, Daten, Fakten. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. [https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:217b8402-5262-4df2-9dbb-0dbbc7384771/Weißbuch\\_Verbrennung\\_2009.pdf](https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:217b8402-5262-4df2-9dbb-0dbbc7384771/Weißbuch_Verbrennung_2009.pdf) (abgefragt am 21.12.2016)
- BMLFUW, 2011. Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2011 Teil 1. Wien. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. [https://www.bmmt.gv.at/dam/jcr:127e18cc-9c93-4ba4-8bbe-0648f0f83b55/BAWP\\_2011\\_Teil\\_1\\_13.pdf](https://www.bmmt.gv.at/dam/jcr:127e18cc-9c93-4ba4-8bbe-0648f0f83b55/BAWP_2011_Teil_1_13.pdf) (abgefragt am 22.11.2016)
- BMLFUW, 2015. Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich - Statusbericht 2015. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. [https://www.bmmt.gv.at/dam/jcr:dcb379ae-9512.../AW\\_Statusbericht\\_2015\\_final.pdf](https://www.bmmt.gv.at/dam/jcr:dcb379ae-9512.../AW_Statusbericht_2015_final.pdf) (abgefragt am 22.11.2016)
- BMLFUW, 2017a. Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2017 - Teil 1. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. [https://www.bmmt.gv.at/dam/jcr:d4d1d849-1d34-452d-95b4-2a1af1bc138d/BAWPL\\_2017\\_Teil\\_1\\_Veroeffentlichung](https://www.bmmt.gv.at/dam/jcr:d4d1d849-1d34-452d-95b4-2a1af1bc138d/BAWPL_2017_Teil_1_Veroeffentlichung) 2018-01-05\_BMNT.pdf (abgefragt am 09.01.2018)
- BMLFUW, 2017b. Leitfaden für die Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Technische Arbeitsgruppe Sortieranalysen. Wien.
- Brunner, S., 2015. Fouriertransformations-Infrarotspektroskopie (FTIR) in Abgeschwächter Totalreflexion (ATR) und Externer Reflexion (ER) an Kunststoffen Aufbau einer Spektren-Datenbank, Identifikation der Zusammensetzung und Alterungserscheinungen mittels FTIR. Technische Universität München.
- BMNT, 2018. Verpackungsverordnung - Marktanteile der Haushaltsverpackungen. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus. (EDM-Abfrage am 23.11.2018)
- Chemistry Australia, 2017. Plastics Identification Code. <https://chemistryaustralia.org.au/Content/PIC.aspx> (abgefragt am 13.06.2018)
- Clauson, D., 2013. Modernizing the Resin Identification Code. Standardization News.
- DVO, 2008. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien (Deponieverordnung 2008 – DVO 2008) StF: BGBl. II Nr. 39/2008 idF 21.12.2016.
- Europäische Kommission, 2015. Den Kreislauf schließen - Ein Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2015/DE/1-2015-614-DE-F1-1.PDF> (abgefragt am 18.11.2016)

- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2004. Richtlinie 2004/12/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004 zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle.
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2018. Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinien 2008-98-EG über Abfälle.
- European Environment Agency, 2013. Managing municipal solid waste - a review of achievements in 32 European counties, Publications Office of the European Union.
- Eurostat, 2018a. Municipal waste statistics. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal\\_waste\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistics) (abgefragt am 22.11.2018)
- Eurostat, 2018b. Recycling rate of municipal waste. [https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=t2020\\_rt120](https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=t2020_rt120) (abgefragt am 12.11.2018)
- Eyerer, P., Hirth, T., Elsner, P., 2008. Polymer Engineering. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Faißner, K., 2003. Deponieverordnung "neu" kommt. Wiener Zeitung. [https://www.wienerzeitung.at/nachrichten/oesterreich/chronik/318511\\_Deponieverordnung-neu-kommt.html?em\\_cnt=318511](https://www.wienerzeitung.at/nachrichten/oesterreich/chronik/318511_Deponieverordnung-neu-kommt.html?em_cnt=318511) (abgefragt am 21.12.2016)
- Felsberger, G., 2017. Jahresbericht zur Abfallwirtschaft in der Steiermark 2015. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 14 – Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit, Referat „Abfallwirtschaft und Nachhaltigkeit“. Graz.
- Franck, A., 2011. Kunststoff-Kompendium: Herstellung, Aufbau, Verarbeitung, Anwendung, Umweltverhalten und Eigenschaften der Thermoplaste, Polymerlegierungen, Elastomere und Duroplaste, Vogel Fachbuch. Vogel Buchverlag. Würzburg.
- Frohner, D., Punesch, E., 2016. Abfallwirtschaft Niederösterreich - Daten 2015. Amt der NÖ Landesregierung, Gruppe Raumordnung, Umwelt und Verkehr, Abteilung Umwelt- und Energiewirtschaft.
- Hellerich, W., Harsch, G., Haenle, S., 2004. Werkstoff-Führer Kunststoff - Eigenschaften, Prüfungen, Kennwerte, 9. völlig. ed. Carl Hanser Verlag, München.
- Innovative Umwelttechnik GmbH; Saubermacher Dienstleistungs AG;, 2014. Sortieranaylsen für Restmüll aus der Steiermark - Endbericht. Graz.
- Kaiser, W., 2011. Kunststoffchemie für Ingenieure - Von der Synthese bis zur Anwendung, 3. Auflage. ed. Carl Hanser Verlag, München.
- Kaiser, W., 2015. Kunststoffchemie für Ingenieure: Von der Synthese bis zur Anwendung. Carl Hanser Verlag GmbH & Company KG, München.

- Kaminsky, W., 2008. Trends in polyolefin chemistry. *Macromolecular Chemistry and Physics* 209, 459–466.
- Kranzinger, L., Pomberger, R., Schwabl, D., Bauer, M., 2017a. Charakterisierung und Potential polyolefinreicher Abfallströme für die rohstoffliche Verwertung. *Recycling und Rohstoffe Band 10*, 219–228.
- Kranzinger, L., Schopf, K., Pomberger, R., Punesch, E., 2017b. Case study: Is the "catch-all-plastics bin" useful in unlocking the hidden resource potential in the residual waste collection system? *Waste Management & Research* 35 (2), 155-162.
- Mastny, M., 2018. Getrennt erfasste Menge an Kunststoffhohlkörpern in Wien 2015. Persönliche Mitteilung per E-Mail. Magistrat der Stadt Wien, MA 48 - Abfallwirtschaft, Straßenreinigung und Furpark, Leiter Stoffstrom- und Datenmanagement.
- Plastics Europe, 2016. *Plastics – the Facts 2016*. An analysis of European plastics production, demand and waste data. <https://www.plasticseurope.org/application/files/4315/1310/4805/plastic-the-fact-2016.pdf> (abgefragt am 07.12.2016)
- Rat der Europäischen Union, 1999. Richtlinie 1999/31/EG des Rates vom 26. April 1999 über Abfalldeponien. *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften* L 182, 1–19. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:31999L0031&from=DE> (abgefragt am 18.12.2017)
- Schwarz, T., Rübenbauer, W., Kreindl, G., 2015. Abfallsammlung und -transporte: eine gesamtheitliche Umweltbetrachtung für Österreich. *Osterreichische Wasser- und Abfallwirtschaft* 67, 384–390.
- Statistik Austria, 2013. Grad der Urbanisierung der Europäischen Kommission nach Gemeinden. Bundesanstalt Statistik. Wien.
- Statistik Austria, 2016a. Endgültige Bevölkerungszahl für das Finanzjahr 2016 je Gemeinde. Bundesanstalt Statistik. Wien.
- Statistik Austria, 2016b. Bevölkerung der Politischen Bezirke mit 1.1.2016 1–2. Bundesanstalt Statistik. Wien.
- Technisches Büro Hauer Umweltwirtschaft GmbH, 2014. Clusterung von Sammeltypen für Leicht-, Metall- und Glasverpackungen aus Haushalten (Ist-Zustand). Wien.
- UNFCCC, 2015. Übereinkommen von Paris. United Nations Framework Convention on Climate Change. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:22016A1019\(01\)&from=DE](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:22016A1019(01)&from=DE) (abgefragt am 13.03.2018)
- VKS, s.a. Sammel- und Verwertungssysteme. Verpackungskordinierungsstelle GmbH <http://www.vks-gmbh.at/metamenu/wissenswertes/sammel-und-verwertungssysteme.html> (abgefragt am 15.02.2018)
- VÖEB, 2006. Entwurf des Bundesabfallwirtschaftsplanes 2006 - Stellungnahme des Verband Österreichischer Entsorgungsbetrieb (VÖEB). Verband Österreichischer Entsorgungsbetriebe Wien. [https://www.voeb.at/fileadmin/user\\_upload/voeb.at/Dokumente/Stellungnahmen/bawpl\\_stellungnahme\\_220306pdf.pdf](https://www.voeb.at/fileadmin/user_upload/voeb.at/Dokumente/Stellungnahmen/bawpl_stellungnahme_220306pdf.pdf) (abgefragt am 12.12.2016)

- 
- VVO, 2014. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen und bestimmten Warenresten (Verpackungsverordnung 2014) StF: BGBl. II Nr. 184/2014 idF 13.12.2016
- Wilhelm, R., 2008. Resin Identification Codes - New ASTM Standard Based on Society of the Plastics Industry Code Will Facilitate Recycling. Standardization News.
- Wolf, G., 2017. Branchenbericht Kunststoffverarbeitung. UniCredit Bank Austria AG, Economics & Market Analysis Austria. <https://www.bankaustria.at/files/Kunststoffverarbeitung.pdf> (abgefragt am 19.03.2018)

## 9. Anhang

Anh. 1: Probenahmeprotokolle .....	1
Anh. 2: Österreichweite Hochrechnung .....	13
Anh. 3: Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur .....	26

## **Anh. 1: Probenahmeprotokolle**

Alle Mengenangaben in Anhang 1 sind in kg angegeben.

<b>Probenahmeprotokoll 1</b>									
<b>Datum: 30.05.2016</b>					<b>Ort: Liezen</b>				
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>
30,06	30,36	30,03	30,06	30,58	30,35	30,41	30,30	30,09	30,24
<b>Qualitative Stichprobe</b>	<b>Kunststoff- anteil</b>								
302,48	44,83								
<b>PO LVP</b>	<b>?PO?/LVP</b>	<b>NPO/LVP</b>							
9,16	19,06	5,96							
<b>PO/StNVP</b>	<b>?PO?/StNVP</b>	<b>NPO/StNVP</b>							
1,41	8,98	0,26							

<b>Probenahmeprotokoll 2</b>									
<b>Datum: 01.06.2016</b>					<b>Ort: Graz</b>				
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>
30,79	30,67	30,17	30,14	30,27	30,10	30,40	30,65	30,08	30,60
<b>Qualitative Stichprobe</b>	<b>Kunststoff-anteil</b>								
303,87	35,06								
<b>PO LVP</b>	<b>?PO?/LVP</b>	<b>NPO/LVP</b>							
13,83	7,10	6,92							
<b>PO/StNVP</b>	<b>?PO?/StNVP</b>	<b>NPO/StNVP</b>							
3,01	2,55	1,65							

<b>Probenahmeprotokoll 3</b>									
<b>Datum: 02.06.2016</b>					<b>Ort: Wien</b>				
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>
30,14	30,33	30,09	30,01	30,53	30,31	30,02	30,08	30,50	30,15
<b>Qualitative Stichprobe</b>		<b>Kunststoff-anteil</b>							
302,16		35,51							
<b>PO LVP</b>	<b>?PO?/LVP</b>	<b>NPO/LVP</b>							
13,34	8,14	10,51							
<b>PO/StNVP</b>	<b>?PO?/StNVP</b>	<b>NPO/StNVP</b>							
0,71	1,83	0,98							

<b>Probenahmeprotokoll 4</b>									
<b>Datum: 03.06.2016</b>		<b>Ort: Klosterneuburg</b>							
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>
30,28	30,36	30,06	30,46	31,58	30,66	30,40	30,18	30,42	30,04
<b>Qualitative Stichprobe</b>		<b>Kunststoff-anteil</b>							
304,44		55,26							
<b>PO LVP</b>	<b>?PO?/LVP</b>	<b>NPO/LVP</b>							
25,38	10,20	11,35							
<b>PO/StNVP</b>	<b>?PO?/StNVP</b>	<b>NPO/StNVP</b>							
0,66	1,72	5,95							

<b>Probenahmeprotokoll 5</b>									
<b>Datum: 13.06.2016</b>					<b>Ort: Liezen</b>				
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>
30,13	30,01	30,54	30,22	30,04	30,09	30,64	30,37	30,15	30,17
<b>Qualitative Stichprobe</b>		<b>Kunststoff-anteil</b>							
302,36		47,13							
<b>PO LVP</b>	<b>?PO?/LVP</b>	<b>NPO/LVP</b>							
18,07	5,14	11,05							
<b>PO/StNVP</b>	<b>?PO?/StNVP</b>	<b>NPO/StNVP</b>							
1,02	11,03	0,82							

<b>Probenahmeprotokoll 6</b>									
<b>Datum: 15.06.2016</b>					<b>Ort: Graz</b>				
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>
30,29	30,04	30,24	30,13	30,80	30,33	30,52	30,56	30,22	30,62
<b>Qualitative Stichprobe</b>	<b>Kunststoff-anteil</b>								
303,75	45,34								
<b>PO LVP</b>	<b>?PO?/LVP</b>	<b>NPO/LVP</b>							
11,26	7,10	10,66							
<b>PO/StNVP</b>	<b>?PO?/StNVP</b>	<b>NPO/StNVP</b>							
1,20	7,71	7,41							

<b>Probenahmeprotokoll 7</b>									
<b>Datum: 16.06.2016</b>					<b>Ort: Wien</b>				
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>
30,07	30,02	30,39	30,31	30,21	30,01	30,52	30,49	30,58	30,13
<b>Qualitative Stichprobe</b>	<b>Kunststoff-anteil</b>								
302,73	35,44								
<b>PO LVP</b>	<b>?PO?/LVP</b>	<b>NPO/LVP</b>							
12,99	4,04	9,67							
<b>PO/StNVP</b>	<b>?PO?/StNVP</b>	<b>NPO/StNVP</b>							
0,22	8,17	0,35							

<b>Probenahmeprotokoll 8</b>									
<b>Datum: 17.06.2016</b>					<b>Ort: Klosterneuburg</b>				
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>
30,15	30,46	30,36	30,50	30,96	30,66	30,74	30,45	30,52	30,17
<b>Qualitative Stichprobe</b>		<b>Kunststoff-anteil</b>							
304,97		47,53							
<b>PO LVP</b>	<b>?PO?/LVP</b>	<b>NPO/LVP</b>							
19,80	4,53	11,33							
<b>PO/StNVP</b>	<b>?PO?/StNVP</b>	<b>NPO/StNVP</b>							
1,09	8,16	2,62							

<b>Probenahmeprotokoll 9</b>									
<b>Datum: 27.06.2016</b>					<b>Ort: Liezen</b>				
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>
30,47	30,72	30,07	30,77	30,50	30,17	30,55	30,64	30,40	30,61
<b>Qualitative Stichprobe</b>		<b>Kunststoff-anteil</b>							
304,90		37,79							
<b>PO LVP</b>	<b>?PO?/LVP</b>	<b>NPO/LVP</b>							
11,58	0,74	11,82							
<b>PO/StNVP</b>	<b>?PO?/StNVP</b>	<b>NPO/StNVP</b>							
8,43	4,87	0,35							

<b>Probenahmeprotokoll 10</b>									
<b>Datum: 29.06.2016</b>					<b>Ort: Graz</b>				
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>
30,45	30,55	30,38	30,66	30,54	30,30	30,37	30,27	30,84	30,63
<b>Qualitative Stichprobe</b>		<b>Kunststoff-anteil</b>							
304,99		35,23							
<b>PO LVP</b>	<b>?PO?/LVP</b>	<b>NPO/LVP</b>							
14,24	0,37	11,57							
<b>PO/StNVP</b>	<b>?PO?/StNVP</b>	<b>NPO/StNVP</b>							
6,09	1,47	1,49							

<b>Probenahmeprotokoll 11</b>									
<b>Datum: 30.06.2016</b>					<b>Ort: Wien</b>				
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>
30,05	30,34	30,38	30,01	30,73	30,62	30,53	30,71	30,04	30,37
<b>Qualitative Stichprobe</b>		<b>Kunststoff-anteil</b>							
303,78		39,00							
<b>PO LVP</b>	<b>?PO?/LVP</b>	<b>NPO/LVP</b>							
14,76	0,49	12,82							
<b>PO/StNVP</b>	<b>?PO?/StNVP</b>	<b>NPO/StNVP</b>							
7,84	1,63	1,46							

<b>Probenahmeprotokoll 12</b>									
<b>Datum: 01.07.2016</b>					<b>Ort: Klosterneuburg</b>				
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>
30,07	30,63	30,25	30,39	30,92	30,46	30,00	30,66	30,00	30,20
<b>Qualitative Stichprobe</b>		<b>Kunststoff-anteil</b>							
303,58		45,06							
<b>PO LVP</b>	<b>?PO?/LVP</b>	<b>NPO/LVP</b>							
18,85	0,40	14,86							
<b>PO/StNVP</b>	<b>?PO?/StNVP</b>	<b>NPO/StNVP</b>							
6,27	2,69	1,99							

## Anh. 2: Österreichweite Hochrechnung

Österreichweite Hochrechnung								
Bezirk	Einheit	Graz Stadt	Graz Umgebung	Deutschlandsberg	Leibnitz	Leoben	Liezen	Murau
Einwohner	EW	280.258	148.830	60.657	81.315	61.558	79.860	28.390
Demografie		Stadt	Land	Land	Land	Land	Land	Land
Fraktion		LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP
Restmüll	t*a	51.579	13.711	6.404	7.818	9.338	13.570	3.358
	kg/EW*a	184,0	92,1	105,6	96,1	151,7	169,9	118,3
Kunststoff	%	12,2%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%
	t*a	6.305	1.847	863	1.053	1.258	1.828	452
	kg/EW*a	22,5	12,4	14,2	13,0	20,4	22,9	15,9
Verpackung	%	8,6%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%
	t*a	4.416	1.227	573	700	836	1.215	301
	kg/EW*a	15,8	8,2	9,5	8,6	13,6	15,2	10,6
Stoffgleiche Nichtverpackung	%	3,7%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
	t*a	1.890	620	290	354	422	614	152
	kg/EW*a	6,7	4,2	4,8	4,3	6,9	7,7	5,4
Polyolefine	%	6,9%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%
	t*a	3.547	1.170	546	667	797	1.158	286
	kg/EW*a	12,7	7,9	9,0	8,2	12,9	14,5	10,1
Nicht-Polyolefine	%	5,3%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%
	t*a	2.758	677	316	386	461	671	166
	kg/EW*a	9,8	4,6	5,2	4,8	7,5	8,4	5,8

Österreichweite Hochrechnung								
Bezirk	Einheit	Voitsberg	Weiz	Murtal	Bruck- Mürzzuschlag	Hartberg- Fürstenfeld	Südost- steiermark	
Einwohner	EW	51.851	89.104	73.150	100.349	90.546	86.144	
Demografie		Land	Land	Land	Land	Land	Land	
Fraktion		LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	
Restmüll	t*a	6.706	7.056	9.480	12.173	6.912	7.784	
	kg/EW*a	129,3	79,2	129,6	121,3	76,3	90,4	
Kunststoff	%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	
	t*a	903	951	1.277	1.640	931	1.049	
	kg/EW*a	17,4	10,7	17,5	16,3	10,3	12,2	
Verpackung	%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	
	t*a	600	632	849	1.090	619	697	
	kg/EW*a	11,6	7,1	11,6	10,9	6,8	8,1	
Stoffgleiche Nichtverpackung	%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	
	t*a	303	319	429	551	313	352	
	kg/EW*a	5,9	3,6	5,9	5,5	3,5	4,1	
Polyolefine	%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	
	t*a	572	602	809	1.038	590	664	
	kg/EW*a	11,0	6,8	11,1	10,3	6,5	7,7	
Nicht-Polyolefine	%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	
	t*a	331	349	468	601	342	385	
	kg/EW*a	6,4	3,9	6,4	6,0	3,8	4,5	

Österreichweite Hochrechnung								
Bezirk	Einheit	Amstetten	Baden	Bruck an der Leitha	Gänserndorf	Gmünd	Hollabrunn	Horn
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	124.811	141.750	42.112	98.304	37.348	50.221	31.229
<b>Demografie</b>		Land	Land	Land	Land	Land	Land	Land
<b>Fraktion</b>		LVP	LVP	LVP	HK	HK	HK	LVP
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	16.621	18.629	5.105	14.059	5.218	6.494	3.801
	<b>kg/EW*a</b>	133,2	131,4	121,2	143,0	139,7	129,3	121,7
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	13,5%	13,5%	13,5%	15,3%	15,3%	15,3%	13,5%
	<b>t*a</b>	2.239	2.510	688	2.156	800	996	512
	<b>kg/EW*a</b>	17,9	17,7	16,3	21,9	21,4	19,8	16,4
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	9,0%	9,0%	9,0%	12,1%	12,1%	12,1%	9,0%
	<b>t*a</b>	1.488	1.667	457	1.702	632	786	340
	<b>kg/EW*a</b>	11,9	11,8	10,9	17,3	16,9	15,7	10,9
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	4,5%	4,5%	4,5%	3,2%	3,2%	3,2%	4,5%
	<b>t*a</b>	752	843	231	455	169	210	172
	<b>kg/EW*a</b>	6,0	5,9	5,5	4,6	4,5	4,2	5,5
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	8,5%	8,5%	8,5%	9,3%	9,3%	9,3%	8,5%
	<b>t*a</b>	1.418	1.589	435	1.312	487	606	324
	<b>kg/EW*a</b>	11,4	11,2	10,3	13,4	13,0	12,1	10,4
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	4,9%	4,9%	4,9%	6,0%	6,0%	6,0%	4,9%
	<b>t*a</b>	821	920	252	844	313	390	188
	<b>kg/EW*a</b>	6,6	6,5	6,0	8,6	8,4	7,8	6,0

Österreichweite Hochrechnung								
Bezirk	Einheit	Korneuburg	Krems	Laa	Lilienfeld	Melk	Mistelbach	Mödling
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	75.094	53.181	17.287	39.758	76.808	57.120	116.878
<b>Demografie</b>		Land	Land	Land	Land	Land	Land	Land
<b>Fraktion</b>		HK	HK	HK	LVP	LVP	HK	LVP
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	10.200	6.307	2.311	4.651	12.731	7.936	19.742
	<b>kg/EW*a</b>	135,8	118,6	133,7	117,0	165,8	138,9	168,9
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	15,3%	15,3%	15,3%	13,5%	13,5%	15,3%	13,5%
	<b>t*a</b>	1.564	967	354	627	1.715	1.217	2.659
	<b>kg/EW*a</b>	20,8	18,2	20,5	15,8	22,3	21,3	22,8
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	12,1%	12,1%	12,1%	9,0%	9,0%	12,1%	9,0%
	<b>t*a</b>	1.235	763	280	416	1.140	961	1.767
	<b>kg/EW*a</b>	16,4	14,4	16,2	10,5	14,8	16,8	15,1
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	3,2%	3,2%	3,2%	4,5%	4,5%	3,2%	4,5%
	<b>t*a</b>	330	204	75	210	576	257	893
	<b>kg/EW*a</b>	4,4	3,8	4,3	5,3	7,5	4,5	7,6
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	9,3%	9,3%	9,3%	8,5%	8,5%	9,3%	8,5%
	<b>t*a</b>	952	589	216	397	1.086	741	1.684
	<b>kg/EW*a</b>	12,7	11,1	12,5	10,0	14,1	13,0	14,4
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	6,0%	6,0%	6,0%	4,9%	4,9%	6,0%	4,9%
	<b>t*a</b>	612	378	139	230	629	476	975
	<b>kg/EW*a</b>	8,2	7,1	8,0	5,8	8,2	8,3	8,3

Österreichweite Hochrechnung								
Bezirk	Einheit	Neunkirchen	St. Pölten	Scheibbs	Schwechat	Tulln	Waidhofen/ Thaya	Wiener Neustadt
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	85.745	84.226	41.070	64.579	103.322	26.322	118.970
<b>Demografie</b>		Land	Land	Land	Land	Land	Land	Land
<b>Fraktion</b>		LVP	LVP	LVP	HK	HK	HK	LVP
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	9.919	8.890	6.544	9.395	15.811	3.427	18.558
	<b>kg/EW*a</b>	115,7	105,5	159,3	145,5	153,0	130,2	156,0
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	13,5%	13,5%	13,5%	15,3%	15,3%	15,3%	13,5%
	<b>t*a</b>	1.336	1.198	882	1.441	2.425	526	2.500
	<b>kg/EW*a</b>	15,6	14,2	21,5	22,3	23,5	20,0	21,0
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	9,0%	9,0%	9,0%	12,1%	12,1%	12,1%	9,0%
	<b>t*a</b>	888	796	586	1.137	1.914	415	1.661
	<b>kg/EW*a</b>	10,4	9,4	14,3	17,6	18,5	15,8	14,0
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	4,5%	4,5%	4,5%	3,2%	3,2%	3,2%	4,5%
	<b>t*a</b>	449	402	296	304	511	111	839
	<b>kg/EW*a</b>	5,2	4,8	7,2	4,7	4,9	4,2	7,1
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	8,5%	8,5%	8,5%	9,3%	9,3%	9,3%	8,5%
	<b>t*a</b>	846	758	558	877	1.476	320	1.583
	<b>kg/EW*a</b>	9,9	9,0	13,6	13,6	14,3	12,2	13,3
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	4,9%	4,9%	4,9%	6,0%	6,0%	6,0%	4,9%
	<b>t*a</b>	490	439	323	564	949	206	917
	<b>kg/EW*a</b>	5,7	5,2	7,9	8,7	9,2	7,8	7,7

Österreichweite Hochrechnung								
Bezirk	Einheit	Zwettl	Krems an der Donau	St. Pölten	Klosterneuburg			
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	42.942	24.011	52.747	26.463			
<b>Demografie</b>		Land	Land	Land	Land			
<b>Fraktion</b>		HK	HK	HK	HK			
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	5.338	3.552	11.305	4.325			
	<b>kg/EW*a</b>	124,3	147,9	214,3	163,4			
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	15,3%	15,3%	15,3%	15,3%			
	<b>t*a</b>	819	545	1.734	663			
	<b>kg/EW*a</b>	19,1	22,7	32,9	25,1			
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	12,1%	12,1%	12,1%	12,1%			
	<b>t*a</b>	646	430	1.368	523			
	<b>kg/EW*a</b>	15,0	17,9	25,9	19,8			
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%			
	<b>t*a</b>	173	115	365	140			
	<b>kg/EW*a</b>	4,0	4,8	6,9	5,3			
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	9,3%	9,3%	9,3%	9,3%			
	<b>t*a</b>	498	332	1.055	404			
	<b>kg/EW*a</b>	11,6	13,8	20,0	15,3			
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%			
	<b>t*a</b>	320	213	678	260			
	<b>kg/EW*a</b>	7,5	8,9	12,9	9,8			

Österreichweite Hochrechnung								
Bezirk	Einheit	Klagenfurt	Villach	Spittal	Westkärnten	Lavanttal	St.Veit/ Völkermarkt	
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	158.103	150.174	65.818	35.320	54.385	96.682	
<b>Demografie</b>		Stadt	Land	Land	Land	Land	Land	
<b>Fraktion</b>		HK	HK	LVP	LVP	LVP	HK	
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	32.620	30.026	10.593	4.658	9.782	18.192	
	<b>kg/EW*a</b>	206,3	199,9	160,9	131,9	179,9	188,2	
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	11,6%	15,3%	13,5%	13,5%	13,5%	15,3%	
	<b>t*a</b>	3.784	4.605	1.427	627	1.318	2.790	
	<b>kg/EW*a</b>	23,9	30,7	21,7	17,8	24,2	28,9	
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	9,3%	12,1%	9,0%	9,0%	9,0%	12,1%	
	<b>t*a</b>	3.032	3.634	948	417	876	2.202	
	<b>kg/EW*a</b>	19,2	24,2	14,4	11,8	16,1	22,8	
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	2,3%	3,2%	4,5%	4,5%	4,5%	3,2%	
	<b>t*a</b>	751	971	479	211	442	588	
	<b>kg/EW*a</b>	4,7	6,5	7,3	6,0	8,1	6,1	
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	7,0%	9,3%	8,5%	8,5%	8,5%	9,3%	
	<b>t*a</b>	2.271	2.803	904	397	834	1.698	
	<b>kg/EW*a</b>	14,4	18,7	13,7	11,2	15,3	17,6	
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	4,6%	6,0%	4,9%	4,9%	4,9%	6,0%	
	<b>t*a</b>	1.513	1.802	523	230	483	1.092	
	<b>kg/EW*a</b>	9,6	12,0	8,0	6,5	8,9	11,3	

Österreichweite Hochrechnung								
Bezirk	Einheit	Braunau	Eferding	Freistadt	Gmunden	Grieskirchen	Kirchdorf	Linz
Einwohner	EW	100.955	32.538	65.853	100.745	64.008	56.288	200.839
Demografie		Land	Land	Land	Land	Land	Land	Stadt
Fraktion		LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP
Restmüll	t*a	11.985	3.080	5.094	11.308	5.385	5.683	39.851
	kg/EW*a	118,7	94,7	77,4	112,2	84,1	101,0	198,4
Kunststoff	%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	12,2%
	t*a	1.615	415	686	1.523	725	766	4.872
	kg/EW*a	16,0	12,8	10,4	15,1	11,3	13,6	24,3
Verpackung	%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	8,6%
	t*a	1.073	276	456	1.012	482	509	3.412
	kg/EW*a	10,6	8,5	6,9	10,0	7,5	9,0	17,0
Stoffgleiche Nichtverpackung	%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	3,7%
	t*a	542	139	230	512	244	257	1.460
	kg/EW*a	5,4	4,3	3,5	5,1	3,8	4,6	7,3
Polyolefine	%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	6,9%
	t*a	1.022	263	435	965	459	485	2.741
	kg/EW*a	10,1	8,1	6,6	9,6	7,2	8,6	13,6
Nicht-Polyolefine	%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	5,3%
	t*a	592	152	252	559	266	281	2.131
	kg/EW*a	5,9	4,7	3,8	5,5	4,2	5,0	10,6

Österreichweite Hochrechnung								
Bezirk	Einheit	Linz-Land	Perg	Ried im Innkreis	Rohrbach	Schärding	Steyr-Land	Steyr-Stadt
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	145.019	67.445	59.859	56.946	56.906	59.628	38.347
<b>Demografie</b>		Land	Land	Land	Land	Land	Land	Land
<b>Fraktion</b>		LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	17.743	5.885	5.117	4.243	4.608	4.778	7.015
	<b>kg/EW*a</b>	122,3	87,3	85,5	74,5	81,0	80,1	182,9
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%
	<b>t*a</b>	2.390	793	689	572	621	644	945
	<b>kg/EW*a</b>	16,5	11,8	11,5	10,0	10,9	10,8	24,6
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%
	<b>t*a</b>	1.588	527	458	380	412	428	628
	<b>kg/EW*a</b>	11,0	7,8	7,7	6,7	7,2	7,2	16,4
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
	<b>t*a</b>	803	266	231	192	208	216	317
	<b>kg/EW*a</b>	5,5	3,9	3,9	3,4	3,7	3,6	8,3
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%
	<b>t*a</b>	1.513	502	436	362	393	408	598
	<b>kg/EW*a</b>	10,4	7,4	7,3	6,4	6,9	6,8	15,6
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%
	<b>t*a</b>	877	291	253	210	228	236	347
	<b>kg/EW*a</b>	6,0	4,3	4,2	3,7	4,0	4,0	9,0

Österreichweite Hochrechnung								
Bezirk	Einheit	Urfahr- Umgebung	Vöcklabruck	Wels-Land	Wels-Stadt			
Einwohner	EW	83.646	134.286	70.241	60.399			
Demografie		Land	Land	Land	Land			
Fraktion		LVP	LVP	LVP	LVP			
Restmüll	t*a	7.688	12.009	6.379	9.433			
	kg/EW*a	91,9	89,4	90,8	156,2			
Kunststoff	%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%			
	t*a	1.036	1.618	859	1.271			
	kg/EW*a	12,4	12,0	12,2	21,0			
Verpackung	%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%			
	t*a	688	1.075	571	844			
	kg/EW*a	8,2	8,0	8,1	14,0			
Stoffgleiche Nichtverpackung	%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%			
	t*a	348	543	289	427			
	kg/EW*a	4,2	4,0	4,1	7,1			
Polyolefine	%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%			
	t*a	656	1.024	544	805			
	kg/EW*a	7,8	7,6	7,7	13,3			
Nicht-Polyolefine	%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%			
	t*a	380	593	315	466			
	kg/EW*a	4,5	4,4	4,5	7,7			

Österreichweite Hochrechnung								
Bezirk	Einheit	Salzburg Stadt	Pongau	Lungau	Tennengau	Flachgau	Pinzgau	
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	150.938	79.579	20.547	59.568	148.738	86.445	
<b>Demografie</b>		Stadt	Land	Land	Land	Land	Land	
<b>Fraktion</b>		HK	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	36.107	10.265	2.574	9.030	20.866	14.473	
	<b>kg/EW*a</b>	239,2	129,0	125,3	151,6	140,3	167,4	
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	11,6%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	
	<b>t*a</b>	4.188	1.383	347	1.216	2.811	1.950	
	<b>kg/EW*a</b>	27,7	17,4	16,9	20,4	18,9	22,6	
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	9,3%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	
	<b>t*a</b>	3.356	919	230	808	1.868	1.295	
	<b>kg/EW*a</b>	22,2	11,5	11,2	13,6	12,6	15,0	
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	2,3%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	
	<b>t*a</b>	831	464	116	408	944	655	
	<b>kg/EW*a</b>	5,5	5,8	5,7	6,9	6,3	7,6	
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	7,0%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	
	<b>t*a</b>	2.514	876	220	770	1.780	1.235	
	<b>kg/EW*a</b>	16,7	11,0	10,7	12,9	12,0	14,3	
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	4,6%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	
	<b>t*a</b>	1.675	507	127	446	1.031	715	
	<b>kg/EW*a</b>	11,1	6,4	6,2	7,5	6,9	8,3	

Österreichweite Hochrechnung								
Bezirk	Einheit	Kufstein	Kitzbühel	Lienz	Landeck	Imst	Reutte	Innsbruck-Land
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	105.466	63.125	49.026	44.186	58.233	32.036	174.217
<b>Demografie</b>		Land	Land	Land	Land	Land	Land	Land
<b>Fraktion</b>		LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	10.459	8.365	6.064	5.867	7.401	3.521	18.266
	<b>kg/EW*a</b>	99,2	132,5	123,7	132,8	127,1	109,9	104,8
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%
	<b>t*a</b>	1.409	1.127	817	790	997	474	2.461
	<b>kg/EW*a</b>	13,4	17,9	16,7	17,9	17,1	14,8	14,1
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%
	<b>t*a</b>	936	749	543	525	662	315	1.635
	<b>kg/EW*a</b>	8,9	11,9	11,1	11,9	11,4	9,8	9,4
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
	<b>t*a</b>	473	378	274	265	335	159	826
	<b>kg/EW*a</b>	4,5	6,0	5,6	6,0	5,7	5,0	4,7
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%
	<b>t*a</b>	892	714	517	500	631	300	1.558
	<b>kg/EW*a</b>	8,5	11,3	10,6	11,3	10,8	9,4	8,9
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%
	<b>t*a</b>	517	413	300	290	366	174	903
	<b>kg/EW*a</b>	4,9	6,5	6,1	6,6	6,3	5,4	5,2

Österreichweite Hochrechnung								
Bezirk	Einheit	Innsbruck-Stadt	Schwaz		Vorarlberg	Burgenland	Wien	
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	131.009	81.841		384.147	291.011	1.840.573	
<b>Demografie</b>		Stadt	Land		Land	Land	Stadt	
<b>Fraktion</b>		LVP	LVP		LVP	LVP	HK	
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	26.474	9.103		31.795	29.294	518.515	
	<b>kg/EW*a</b>	202,1	111,2		82,8	100,7	281,7	
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	12,2%	13,5%		13,5%	13,5%	11,6%	
	<b>t*a</b>	3.236	1.226		4.283	3.946	60.144	
	<b>kg/EW*a</b>	24,7	15,0		11,1	13,6	32,7	
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	8,6%	9,0%		9,0%	9,0%	9,3%	
	<b>t*a</b>	2.266	815		2.846	2.622	48.200	
	<b>kg/EW*a</b>	17,3	10,0		7,4	9,0	26,2	
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	3,7%	4,5%		4,5%	4,5%	2,3%	
	<b>t*a</b>	970	412		1.438	1.325	11.935	
	<b>kg/EW*a</b>	7,4	5,0		3,7	4,6	6,5	
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	6,9%	8,5%		8,5%	8,5%	7,0%	
	<b>t*a</b>	1.821	776		2.712	2.499	36.096	
	<b>kg/EW*a</b>	13,9	9,5		7,1	8,6	19,6	
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	5,3%	4,9%		4,9%	4,9%	4,6%	
	<b>t*a</b>	1.416	450		1.571	1.447	24.049	
	<b>kg/EW*a</b>	10,8	5,5		4,1	5,0	13,1	

Österreichweite Hochrechnung									
	Einheit	Stadt	Land	LVP-S	HK-S	Stadt/LVP-S	Stadt/HK-S	Land/LVP-S	Land/HK-S
Einwohner	EW	2.761.720	5.917.705	5.554.014	3.125.411	612.106	2.149.614	4.941.908	975.797
Restmüll	t*a	705.146	723.205	687.214	741.137	117.904	587.242	569.310	153.895
	kg/EW*a	218,60	126,0	122,60	164,9	194,85	242,4	118,9	150,4
Kunststoff	t*a	82.530	100.296	91.106	91.719	14.413	68.116	76.693	23.603
	%	11,9	13,9	13,4	14,7	12,2	11,6	13,5	15,3
	kg/EW*a	26,0	17,6	16,4	23,9	23,8	28,1	16,0	23,1
VP	t*a	64.683	69.585	61.052	73.216	10.094	54.589	50.958	18.627
	%	8,9	9,6	8,9	11,7	8,6	9,3	9,0	12,1
	kg/EW*a	19,6	12,3	10,9	18,9	16,7	22,5	10,6	18,2
StNVP	t*a	17.838	30.729	30.074	18.493	4.321	13.517	25.753	4.975
	%	3,0	4,2	4,5	3,1	3,7	2,3	4,5	3,2
	kg/EW*a	6,4	5,3	5,5	5,0	7,1	5,6	5,4	4,9
PO	t*a	48.989	62.929	56.671	55.247	8.108	40.880	48.562	14.367
	%	6,9	8,7	8,4	9,0	6,9	7,0	8,5	9,3
	kg/EW*a	15,1	11,0	10,3	14,5	13,4	16,9	10,1	14,0
NPO	t*a	33.541	37.366	34.436	36.472	6.305	27.236	28.131	9.235
	%	5,0	5,2	5,0	5,8	5,3	4,6	4,9	6,0
	kg/EW*a	10,8	6,6	6,1	9,4	10,4	11,2	5,9	9,0

Österreichweite Hochrechnung													
	Einheit	Einwohner	Restmüll	Kunststoff		VP		StNVP		PO		NPO	
<b>Mittelwert</b>													
	%			12,8		9,4		3,4		7,8		5,0	
	kg/EW*a		164,6		21,1		15,5		5,6		12,9		8,2
<b>Summe</b>													
	t*a	8.679.425	1.428.351		182.825		134.268		48.567		111.918		70.907

## Anh. 3: Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur

Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur								
Bezirk	Einheit	Graz Stadt	Graz Umgebung	Deutschlandsberg	Leibnitz	Leoben	Liezen	Murau
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	280.258	148.830	60.657	81.315	61.558	79.860	28.390
<b>Demografie</b>		Stadt	Land	Land	Land	Land	Land	Land
<b>Fraktion</b>		LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	37.550	9.982	4.662	5.692	6.798	9.879	2.445
	<b>kg/EW*a</b>	134,0	67,1	76,9	70,0	110,4	123,7	86,1
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	8,9%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%
	<b>t*a</b>	4.590	1.345	628	767	916	1.331	329
	<b>kg/EW*a</b>	16,4	9,0	10,4	9,4	14,9	16,7	11,6
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	6,2%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%
	<b>t*a</b>	3.215	893	417	509	608	884	219
	<b>kg/EW*a</b>	11,5	6,0	6,9	6,3	9,9	11,1	7,7
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	2,7%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%
	<b>t*a</b>	1.376	452	211	257	308	447	111
	<b>kg/EW*a</b>	4,9	3,0	3,5	3,2	5,0	5,6	3,9
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	5,0%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%
	<b>t*a</b>	2.582	851	398	485	580	843	209
	<b>kg/EW*a</b>	9,2	5,7	6,6	6,0	9,4	10,6	7,3
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	3,9%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%
	<b>t*a</b>	2.008	493	230	281	336	488	121
	<b>kg/EW*a</b>	7,2	3,3	3,8	3,5	5,5	6,1	4,3

Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur								
Bezirk	Einheit	Voitsberg	Weiz	Murtal	Bruck- Mürzzuschlag	Hartberg- Fürstenfeld	Südost- steiermark	
Einwohner	EW	51.851	89.104	73.150	100.349	90.546	86.144	
Demografie		Land	Land	Land	Land	Land	Land	
Fraktion		LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	
Restmüll	t*a	4.882	5.137	6.901	8.862	5.032	5.667	
	kg/EW*a	94,2	57,6	94,3	88,3	55,6	65,8	
Kunststoff	%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	
	t*a	658	692	930	1.194	678	763	
	kg/EW*a	12,7	7,8	12,7	11,9	7,5	8,9	
Verpackung	%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	
	t*a	437	460	618	793	450	507	
	kg/EW*a	8,4	5,2	8,4	7,9	5,0	5,9	
Stoffgleiche Nichtverpackung	%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	
	t*a	221	232	312	401	228	256	
	kg/EW*a	4,3	2,6	4,3	4,0	2,5	3,0	
Polyolefine	%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	
	t*a	416	438	589	756	429	483	
	kg/EW*a	8,0	4,9	8,0	7,5	4,7	5,6	
Nicht-Polyolefine	%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	
	t*a	241	254	341	438	249	280	
	kg/EW*a	4,7	2,8	4,7	4,4	2,7	3,3	

Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur								
Bezirk	Einheit	Amstetten	Baden	Bruck an der Leitha	Gänserndorf	Gmünd	Hollabrunn	Horn
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	124.811	141.750	42.112	98.304	37.348	50.221	31.229
<b>Demografie</b>		Land	Land	Land	Land	Land	Land	Land
<b>Fraktion</b>		LVP	LVP	LVP	HK	HK	HK	LVP
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	12.100	13.562	3.716	10.235	3.799	4.727	2.767
	<b>kg/EW*a</b>	96,9	95,7	88,3	104,1	101,7	94,1	88,6
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	9,8%	9,8%	9,8%	11,2%	11,2%	11,2%	9,8%
	<b>t*a</b>	1.630	1.827	501	1.570	583	725	373
	<b>kg/EW*a</b>	13,1	12,9	11,9	16,0	15,6	14,4	11,9
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	6,5%	6,5%	6,5%	8,8%	8,8%	8,8%	6,5%
	<b>t*a</b>	1.083	1.214	333	1.239	460	572	248
	<b>kg/EW*a</b>	8,7	8,6	7,9	12,6	12,3	11,4	7,9
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	3,3%	3,3%	3,3%	2,4%	2,4%	2,4%	3,3%
	<b>t*a</b>	547	613	168	331	123	153	125
	<b>kg/EW*a</b>	4,4	4,3	4,0	3,4	3,3	3,0	4,0
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	6,2%	6,2%	6,2%	6,8%	6,8%	6,8%	6,2%
	<b>t*a</b>	1.032	1.157	317	955	355	441	236
	<b>kg/EW*a</b>	8,3	8,2	7,5	9,7	9,5	8,8	7,6
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	3,6%	3,6%	3,6%	4,4%	4,4%	4,4%	3,6%
	<b>t*a</b>	598	670	184	614	228	284	137
	<b>kg/EW*a</b>	4,8	4,7	4,4	6,2	6,1	5,6	4,4

Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur								
Bezirk	Einheit	Korneuburg	Krems	Laa	Lilienfeld	Melk	Mistelbach	Mödling
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	75.094	53.181	17.287	39.758	76.808	57.120	116.878
<b>Demografie</b>		Land	Land	Land	Land	Land	Land	Land
<b>Fraktion</b>		HK	HK	HK	LVP	LVP	HK	LVP
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	7.425	4.591	1.682	3.386	9.268	5.778	14.372
	<b>kg/EW*a</b>	98,9	86,3	97,3	85,2	120,7	101,1	123,0
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	11,2%	11,2%	11,2%	9,8%	9,8%	11,2%	9,8%
	<b>t*a</b>	1.139	704	258	456	1.249	886	1.936
	<b>kg/EW*a</b>	15,2	13,2	14,9	11,5	16,3	15,5	16,6
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	8,8%	8,8%	8,8%	6,5%	6,5%	8,8%	6,5%
	<b>t*a</b>	899	556	204	303	830	699	1.286
	<b>kg/EW*a</b>	12,0	10,5	11,8	7,6	10,8	12,2	11,0
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	2,4%	2,4%	2,4%	3,3%	3,3%	2,4%	3,3%
	<b>t*a</b>	240	148	54	153	419	187	650
	<b>kg/EW*a</b>	3,2	2,8	3,1	3,9	5,5	3,3	5,6
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	6,8%	6,8%	6,8%	6,2%	6,2%	6,8%	6,2%
	<b>t*a</b>	693	429	157	289	791	539	1.226
	<b>kg/EW*a</b>	9,2	8,1	9,1	7,3	10,3	9,4	10,5
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	4,4%	4,4%	4,4%	3,6%	3,6%	4,4%	3,6%
	<b>t*a</b>	446	276	101	167	458	347	710
	<b>kg/EW*a</b>	5,9	5,2	5,8	4,2	6,0	6,1	6,1

Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur								
Bezirk	Einheit	Neunkirchen	St. Pölten	Scheibbs	Schwechat	Tulln	Waidhofen/ Thaya	Wiener Neustadt
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	85.745	84.226	41.070	64.579	103.322	26.322	118.970
<b>Demografie</b>		Land	Land	Land	Land	Land	Land	Land
<b>Fraktion</b>		LVP	LVP	LVP	HK	HK	HK	LVP
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	7.221	6.472	4.764	6.840	11.510	2.495	13.510
	<b>kg/EW*a</b>	84,2	76,8	116,0	105,9	111,4	94,8	113,6
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	9,8%	9,8%	9,8%	11,2%	11,2%	11,2%	9,8%
	<b>t*a</b>	973	872	642	1.049	1.765	383	1.820
	<b>kg/EW*a</b>	11,3	10,4	15,6	16,2	17,1	14,5	15,3
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	6,5%	6,5%	6,5%	8,8%	8,8%	8,8%	6,5%
	<b>t*a</b>	646	579	426	828	1.393	302	1.209
	<b>kg/EW*a</b>	7,5	6,9	10,4	12,8	13,5	11,5	10,2
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	3,3%	3,3%	3,3%	2,4%	2,4%	2,4%	3,3%
	<b>t*a</b>	327	293	216	221	372	81	611
	<b>kg/EW*a</b>	3,8	3,5	5,2	3,4	3,6	3,1	5,1
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	6,2%	6,2%	6,2%	6,8%	6,8%	6,8%	6,2%
	<b>t*a</b>	616	552	406	639	1.075	233	1.152
	<b>kg/EW*a</b>	7,2	6,6	9,9	9,9	10,4	8,8	9,7
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	3,6%	3,6%	3,6%	4,4%	4,4%	4,4%	3,6%
	<b>t*a</b>	357	320	235	410	691	150	668
	<b>kg/EW*a</b>	4,2	3,8	5,7	6,4	6,7	5,7	5,6

Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur								
Bezirk	Einheit	Zwettl	Krems an der Donau	St. Pölten	Klosterneuburg			
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	42.942	24.011	52.747	26.463			
<b>Demografie</b>		Land	Land	Land	Land			
<b>Fraktion</b>		HK	HK	HK	HK			
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	3.886	2.586	8.230	3.149			
	<b>kg/EW*a</b>	90,5	107,7	156,0	119,0			
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%			
	<b>t*a</b>	596	397	1.262	483			
	<b>kg/EW*a</b>	13,9	16,5	23,9	18,2			
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	8,8%	8,8%	8,8%	8,8%			
	<b>t*a</b>	470	313	996	381			
	<b>kg/EW*a</b>	11,0	13,0	18,9	14,4			
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	2,4%	2,4%	2,4%	2,4%			
	<b>t*a</b>	126	84	266	102			
	<b>kg/EW*a</b>	2,9	3,5	5,0	3,8			
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	6,8%	6,8%	6,8%	6,8%			
	<b>t*a</b>	363	241	768	294			
	<b>kg/EW*a</b>	8,4	10,1	14,6	11,1			
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%			
	<b>t*a</b>	233	155	494	189			
	<b>kg/EW*a</b>	5,4	6,5	9,4	7,1			

Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur								
Bezirk	Einheit	Klagenfurt	Villach	Spittal	Grieskirchen	Lavanttal	St.Veit/ Völkermarkt	
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	158.103	150.174	65.818	35.320	54.385	96.682	
<b>Demografie</b>		Stadt	Land	Land	Land	Land	Land	
<b>Fraktion</b>		HK	HK	LVP	LVP	LVP	HK	
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	23.747	21.859	7.712	3.391	7.121	13.244	
	<b>kg/EW*a</b>	150,2	145,6	117,2	96,0	130,9	137,0	
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	8,4%	11,2%	9,8%	9,8%	9,8%	11,2%	
	<b>t*a</b>	2.755	3.352	1.039	457	959	2.031	
	<b>kg/EW*a</b>	17,4	22,3	15,8	12,9	17,6	21,0	
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	6,8%	8,8%	6,5%	6,5%	6,5%	8,8%	
	<b>t*a</b>	2.208	2.646	690	304	637	1.603	
	<b>kg/EW*a</b>	14,0	17,6	10,5	8,6	11,7	16,6	
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	1,7%	2,4%	3,3%	3,3%	3,3%	2,4%	
	<b>t*a</b>	547	707	349	153	322	428	
	<b>kg/EW*a</b>	3,5	4,7	5,3	4,3	5,9	4,4	
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	5,1%	6,8%	6,2%	6,2%	6,2%	6,8%	
	<b>t*a</b>	1.653	2.041	658	289	607	1.236	
	<b>kg/EW*a</b>	10,5	13,6	10,0	8,2	11,2	12,8	
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	3,4%	4,4%	3,6%	3,6%	3,6%	4,4%	
	<b>t*a</b>	1.101	1.312	381	168	352	795	
	<b>kg/EW*a</b>	7,0	8,7	5,8	4,7	6,5	8,2	

Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur								
Bezirk	Einheit	Braunau	Eferding	Freistadt	Gmunden	Grieskirchen	Kirchdorf	Linz
Einwohner	EW	100.955	32.538	65.853	100.745	64.008	56.288	200.839
Demografie		Land	Land	Land	Land	Land	Land	Stadt
Fraktion		LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP
Restmüll	t*a	8.725	2.242	3.708	8.232	3.920	4.137	29.012
	kg/EW*a	86,4	68,9	56,3	81,7	61,2	73,5	144,5
Kunststoff	%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	8,9%
	t*a	1.175	302	500	1.109	528	557	3.547
	kg/EW*a	11,6	9,3	7,6	11,0	8,3	9,9	17,7
Verpackung	%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	6,2%
	t*a	781	201	332	737	351	370	2.484
	kg/EW*a	7,7	6,2	5,0	7,3	5,5	6,6	12,4
Stoffgleiche Nichtverpackung	%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	2,7%
	t*a	395	101	168	372	177	187	1.063
	kg/EW*a	3,9	3,1	2,5	3,7	2,8	3,3	5,3
Polyolefine	%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	5,0%
	t*a	744	191	316	702	334	353	1.995
	kg/EW*a	7,4	5,9	4,8	7,0	5,2	6,3	9,9
Nicht-Polyolefine	%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,9%
	t*a	431	111	183	407	194	204	1.551
	kg/EW*a	4,3	3,4	2,8	4,0	3,0	3,6	7,7

Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur								
Bezirk	Einheit	Linz-Land	Perg	Ried im Innkreis	Rohrbach	Schärding	Steyr-Land	Steyr-Stadt
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	145.019	67.445	59.859	56.946	56.906	59.628	38.347
<b>Demografie</b>		Land	Land	Land	Land	Land	Land	Land
<b>Fraktion</b>		LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	12.917	4.284	3.725	3.089	3.355	3.478	5.107
	<b>kg/EW*a</b>	89,1	63,5	62,2	54,2	59,0	58,3	133,2
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%
	<b>t*a</b>	1.740	577	502	416	452	469	688
	<b>kg/EW*a</b>	12,0	8,6	8,4	7,3	7,9	7,9	17,9
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%
	<b>t*a</b>	1.156	383	333	276	300	311	457
	<b>kg/EW*a</b>	8,0	5,7	5,6	4,9	5,3	5,2	11,9
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%
	<b>t*a</b>	584	194	169	140	152	157	231
	<b>kg/EW*a</b>	4,0	2,9	2,8	2,5	2,7	2,6	6,0
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%
	<b>t*a</b>	1.102	365	318	263	286	297	436
	<b>kg/EW*a</b>	7,6	5,4	5,3	4,6	5,0	5,0	11,4
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%
	<b>t*a</b>	638	212	184	153	166	172	252
	<b>kg/EW*a</b>	4,4	3,1	3,1	2,7	2,9	2,9	6,6

Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur								
Bezirk	Einheit	Urfahr- Umgebung	Vöcklabruck	Wels-Land	Wels-Stadt			
Einwohner	EW	83.646	134.286	70.241	60.399			
Demografie		Land	Land	Land	Land			
Fraktion		LVP	LVP	LVP	LVP			
Restmüll	t*a	5.597	8.743	4.644	6.867			
	kg/EW*a	66,9	65,1	66,1	113,7			
Kunststoff	%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%			
	t*a	754	1.178	626	925			
	kg/EW*a	9,0	8,8	8,9	15,3			
Verpackung	%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%			
	t*a	501	783	416	615			
	kg/EW*a	6,0	5,8	5,9	10,2			
Stoffgleiche Nichtverpackung	%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%			
	t*a	253	395	210	311			
	kg/EW*a	3,0	2,9	3,0	5,1			
Polyolefine	%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%			
	t*a	477	746	396	586			
	kg/EW*a	5,7	5,6	5,6	9,7			
Nicht-Polyolefine	%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%			
	t*a	277	432	229	339			
	kg/EW*a	3,3	3,2	3,3	5,6			

Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur								
Bezirk	Einheit	Salzburg Stadt	Pongau	Lungau	Tennengau	Flachgau	Pinzgau	
Einwohner	EW	150.938	79.579	20.547	59.568	148.738	86.445	
Demografie		Stadt	Land	Land	Land	Land	Land	
Fraktion		HK	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	
Restmüll	t*a	26.286	7.473	1.874	6.574	15.190	10.536	
	kg/EW*a	174,2	93,9	91,2	110,4	102,1	121,9	
Kunststoff	%	8,4%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	
	t*a	3.049	1.007	252	886	2.046	1.419	
	kg/EW*a	20,2	12,7	12,3	14,9	13,8	16,4	
Verpackung	%	6,8%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	
	t*a	2.443	669	168	588	1.360	943	
	kg/EW*a	16,2	8,4	8,2	9,9	9,1	10,9	
Stoffgleiche Nichtverpackung	%	1,7%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	
	t*a	605	338	85	297	687	477	
	kg/EW*a	4,0	4,2	4,1	5,0	4,6	5,5	
Polyolefine	%	5,1%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	
	t*a	1.830	637	160	561	1.296	899	
	kg/EW*a	12,1	8,0	7,8	9,4	8,7	10,4	
Nicht-Polyolefine	%	3,4%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	
	t*a	1.219	369	93	325	751	521	
	kg/EW*a	8,1	4,6	4,5	5,5	5,0	6,0	

Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur								
Bezirk	Einheit	Kufstein	Kitzbühel	Lienz	Landeck	Imst	Reutte	Innsbruck-Land
<b>Einwohner</b>	<b>EW</b>	105.466	63.125	49.026	44.186	58.233	32.036	174.217
<b>Demografie</b>		Land	Land	Land	Land	Land	Land	Land
<b>Fraktion</b>		LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP
<b>Restmüll</b>	<b>t*a</b>	7.614	6.090	4.415	4.271	5.388	2.563	13.298
	<b>kg/EW*a</b>	72,2	96,5	90,0	96,7	92,5	80,0	76,3
<b>Kunststoff</b>	<b>%</b>	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%
	<b>t*a</b>	1.026	820	595	575	726	345	1.791
	<b>kg/EW*a</b>	9,7	13,0	12,1	13,0	12,5	10,8	10,3
<b>Verpackung</b>	<b>%</b>	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%
	<b>t*a</b>	682	545	395	382	482	229	1.190
	<b>kg/EW*a</b>	6,5	8,6	8,1	8,7	8,3	7,2	6,8
<b>Stoffgleiche Nichtverpackung</b>	<b>%</b>	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%
	<b>t*a</b>	344	275	200	193	244	116	602
	<b>kg/EW*a</b>	3,3	4,4	4,1	4,4	4,2	3,6	3,5
<b>Polyolefine</b>	<b>%</b>	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%
	<b>t*a</b>	649	519	377	364	460	219	1.134
	<b>kg/EW*a</b>	6,2	8,2	7,7	8,2	7,9	6,8	6,5
<b>Nicht-Polyolefine</b>	<b>%</b>	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%
	<b>t*a</b>	376	301	218	211	266	127	657
	<b>kg/EW*a</b>	3,6	4,8	4,4	4,8	4,6	4,0	3,8

Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur								
Bezirk	Einheit	Innsbruck-Stadt	Schwaz		Vorarlberg	Burgenland	Wien	
Einwohner	EW	131.009	81.841		384.147	291.011	1.840.573	
Demografie		Stadt	Land		Land	Land	Stadt	
Fraktion		LVP	LVP		LVP	LVP	HK	
Restmüll	t*a	19.273	6.627		23.147	21.326	377.479	
	kg/EW*a	147,1	81,0		60,3	73,3	205,1	
Kunststoff	%	8,9%	9,8%		9,8%	9,8%	8,4%	
	t*a	2.356	893		3.118	2.873	43.785	
	kg/EW*a	18,0	10,9		8,1	9,9	23,8	
Verpackung	%	6,2%	6,5%		6,5%	6,5%	6,8%	
	t*a	1.650	593		2.072	1.909	35.090	
	kg/EW*a	12,6	7,2		5,4	6,6	19,1	
Stoffgleiche Nichtverpackung	%	2,7%	3,3%		3,3%	3,3%	1,7%	
	t*a	706	300		1.047	965	8.689	
	kg/EW*a	5,4	3,7		2,7	3,3	4,7	
Polyolefine	%	5,0%	6,2%		6,2%	6,2%	5,1%	
	t*a	1.325	565		1.974	1.819	26.278	
	kg/EW*a	10,1	6,9		5,1	6,3	14,3	
Nicht-Polyolefine	%	3,9%	3,6%		3,6%	3,6%	3,4%	
	t*a	1.031	327		1.144	1.054	17.507	
	kg/EW*a	7,9	4,0		3,0	3,6	9,5	

Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur										
	Einheit	Stadt	Land	LVP-S	HK-S	Stadt/LVP-S	Stadt/HK-S	Land/LVP-S	Land/HK-S	Summe/ Durchschnitt
Einwohner	EW	2.761.720	5.917.705	5.554.014	3.125.411	612.106	2.149.614	4.941.908	975.797	8.679.425
Restmüll	t*a	705.146	723.205	687.214	741.137	117.904	587.242	569.310	153.895	1.428.351
	kg/EW*a	218,60	126,0	122,60	164,9	194,85	242,4	118,9	150,4	164,6
Kunststoff	t*a	60.082	73.015	66.325	66.771	10.493	49.589	55.832	17.183	133.097
	%	8,6632	10,1192	9,7552	10,7016	8,8816	8,4448	9,828	11,1384	9,3
	kg/EW*a	18,9	12,8	11,9	17,4	17,3	20,5	11,7	16,8	15,3
VP	t*a	47.089	50.658	44.446	53.301	7.348	39.741	37.097	13.561	97.747
	%	6,5	7,0	6,5	8,5	6,2	6,8	6,5	8,8	6,8
	kg/EW*a	14,2688	8,9544	7,9	13,8	12,1	16,4	7,7	13,2	11,3
StNVP	t*a	12.986	22.370	21.894	13.463	3.146	9.841	18.748	3.622	35.357
	%	2,2	3,1	3,3	2,2	2,7	1,7	3,3	2,4	2,5
	kg/EW*a	4,6592	3,8584	4,0	3,6	5,2	4,1	3,9	3,5	4,1
PO	t*a	35.664	45.813	41.256	40.220	5.903	29.761	35.353	10.459	81.476
	%	5,0	6,3	6,2	6,5	5,0232	5,1	6,188	6,7704	5,7
	kg/EW*a	11,0	8,0	7,5	10,5	9,8	12,3	7,4	10,2	9,4
NPO	t*a	24.418	27.203	25.069	26.551	4.590	19.828	20.479	6.723	51.620
	%	3,6	3,8	3,6	4,2	3,9	3,4	3,6	4,4	3,6
	kg/EW*a	7,9	4,8	4,4	6,8	7,6	8,2	4,3	6,6	5,9

Österreichweite Hochrechnung mit Anhaftungskorrektur													
	Einheit	Einwohner	Restmüll	Kunststoff		VP		StNVP		PO		NPO	
<b>Mittelwert</b>													
	%			9,3		6,8		2,5		5,7		3,6	
	kg/EW*a		164,6		15,3		11,3		4,1		9,4		5,9
<b>Summe</b>													
	t*a	8.679.425	1.428.351		133.097		97.747		35.357		81.476		51.620