



Die Qualität der Bioabfallsammlung in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur und dem Sammelsystem im Bezirk Graz-Umgebung

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Science

der Studienrichtung Nachhaltige Stadt- und Regionalentwicklung

an der Karl-Franzens-Universität Graz

vorgelegt von

Eva-Maria Bauer, B.Sc.

am Institut für Geographie und Raumforschung

Begutachter: Mag.phil. Dr.rer.nat. Wolfgang Fischer



Graz, Februar 2017



Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen inländischen oder ausländischen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht. Die vorliegende Fassung entspricht der eingereichten elektronischen Version.

Graz, am 22. Februar 2017

Eva-Maria Bauer

Danksagung

Danke an die MitarbeiterInnen der Entsorgungsunternehmen, die uns auf ihren früh-morgendlichen Touren mitgenommen haben. Ohne ihre Rücksicht, Mithilfe und Geduld wäre die Datensammlung als Grundlage dieser Untersuchung nicht gelungen.

Weiterer Dank gilt Lisa Hörner, MA vom Abfallwirtschaftsverband Graz-Umgebung, die uns stets für Fragen zur Verfügung stand. Letztendlich verantwortlich für das Entstehen dieser Studie ist Dr. Christian Schreyer, Obmann des Dachverbandes der Steirischen Abfallwirtschaftsverbände, der mir die Untersuchungen des Themas anvertraut hat.

Weiters bedanke ich mich bei meinem Betreuer Dr. Wolfgang Fischer für die kontinuierliche Unterstützung während des Arbeitsprozesses, in guten wie in schlechten Zeiten.

Vorwort

Die Wahl dieses Themas erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Dachverband der Steirischen Abfallwirtschaftsverbände im Zuge einer landesweiten Bioabfallkampagne. Ergebnisse zur Bioabfallqualität geben dabei Aufschluss über die größten Fehlwurfquellen in Zusammenhang mit der Siedlungsstruktur und dem Sammelsystem im Bezirk Graz-Umgebung. Zusätzlich arbeitet mein Kollege Paar (in Arbeit) zurzeit an einer Studie zum Abschöpfungsgrad der Bioabfallsammlung, wozu Untersuchungen der Restabfallqualität durchgeführt wurden. Die Datenerhebungen wurden gemeinsam durchgeführt und die Ergebnisse der beiden Untersuchungen werden in Kapitel 8 gegenübergestellt. Die gewonnen Erkenntnisse werden anschließend als Grundlage einer angepassten Sammlung sowie für eine Informationskampagne genutzt, um die Qualität des Bioabfalls dauerhaft zu erhöhen.

Mein Zugang zum Thema wurde einerseits durch studienbezogenes Wissen, andererseits durch persönliches Interesse gestützt. Der Hauptgrund dafür ist die Alltäglichkeit der Abfallthematik, die uns alle gleichermaßen betrifft und in unserem täglichen Abfalltrennverhalten Berücksichtigung findet.

Zusammenfassung

Seit Beginn der getrennten Bioabfallsammlung in der Steiermark im Jahr 1989 ist die ausreichende Qualität dieser Ressource trotz zunehmender Mengen nur teilweise gegeben. Grund dafür sind vor allem Fehlwürfe, welche durch BewohnerInnen den Weg in die Biotonne finden. Dabei handelt es sich in erster Linie um Kunststoffbeutel, welche zur Vorsammlung genutzt werden; doch auch Metalle und Glas stellen ein Problem dar. Bevor eine weitere Nutzung des Bioabfalls stattfinden kann, müssen diese Störstoffe kostenintensiv und zeitaufwändig aus dem Bioabfall entfernt werden. Erst danach ist eine Kompostierung oder energetische Nutzung möglich.

Um das Fehlwurfproblem gezielt zu unterbinden, ist zuvor die Kenntnis über den häufigsten Ursprung der Störstoffe notwendig. Zu diesem Zweck wurde eine Kontrolle der Bioabfallqualität in vier Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung im Zuge der Müllabfuhr durchgeführt. Im Laufe dieser Untersuchungen konnte eine Zuordnung der Biotonnen zur jeweiligen Siedlungsstruktur unter Berücksichtigung des angewandten Sammelsystems durchgeführt werden. Verunreinigungsgrade (im Schulnotensystem nach Fehlwurfanzahl je Behälter) gaben letztendlich Aufschluss über die Qualität der untersuchten Bioabfallbehälter und zeigten deutlich, dass die Behälter der Mehrfamilienhausbebauung den qualitativ minderwertigsten Bioabfall hervorbringen. Die Siedlungsstruktur der Ein- und Zweifamilienhausbebauung hingegen weist eine höhere Qualität der gesammelten Bioabfälle auf. Daraus resultiert ein um durchschnittlich 43 % geringerer Verunreinigungsgrad der Ein- und Zweifamilienhausbebauung gegenüber der Mehrfamilienhausbebauung.

Auch weitere Faktoren, wie das Gebühren- und Sammelsystem, die Behältergröße oder der Füllgrad der Behälter, wurden im Zuge der Untersuchungen erhoben. Diese wurden als beeinflussende Faktoren der Bioabfallqualität diskutiert. Dabei kam heraus, dass das Sammelsystem mit einer Vorsichtung und regelmäßigen Kontrollen sowie die Siedlungsstruktur den größten Einfluss auf die Qualität der gesammelten Bioabfälle haben. Dies kann anhand des Vergleichs der durchschnittlichen Verunreinigung der Gemeinde Dobl-Zwaring (wo als einzige Untersuchungsgemeinde eine Vorsichtung stattfindet) und anderen Untersuchungsgemeinden bestätigt werden. Das Gebührensystem nimmt lediglich auf den Füllgrad der Bioabfallbehälter Einfluss, ein Zusammenhang mit der Qualität konnte nicht bestätigt werden.

Um Handlungsursachen dieser qualitativen Unterschiede auf den Grund zu gehen, wurde zusätzlich eine Umfrage mit 303 TeilnehmerInnen im Bezirk Graz-Umgebung durchgeführt. Ergebnisse lieferten Zusammenhänge der Siedlungsstruktur mit der verwendeten Vorsammlungsmethode. BewohnerInnen der Mehrfamilienhausbebauung verwenden 14 % häufiger biologisch abbaubare

Zusammenfassung

Sackerl und 3 % häufiger Kunststoffbeutel zur Vorsammlung als BewohnerInnen der Ein- und Zweifamilienhausbebauung. Auch diese Tatsache nimmt Einfluss auf die Bioabfallqualität und kann den höheren Verunreinigungsgrad der Mehrfamilienhausbebauung teilweise erklären. Auch der Zusammenhang der Bio- und der Restabfallqualität wurde (mithilfe von Daten meines Kollegen Paar) untersucht, was deutliche Varianzen auf kommunaler Ebene ergab.

Zahlreiche weitere mehr oder weniger wichtige Einflussfaktoren von Fehlwürfen im Bioabfall wurden in dieser Arbeit diskutiert. Schlussendlich zeigt sich jedoch, dass den deutlichsten Einfluss auf die Bioabfallqualität das Sammelsystem sowie die Siedlungsstruktur haben.

Abstract

Since the beginning of the separate organic waste collection in Styria in 1989, the quality of this resource has left a lot to be desired, despite an increase in quantity. The main reasons for this are impurities which find their way into the organic waste collection bin through residents. Plastic bags are used for pre-collection and are thrown directly into the bins afterwards. Metal and glass are also problems but in a smaller scale than plastic is. Before further utilization of the organic waste, these impurities have to be removed. This process is expensive and time-consuming and is required before composting or energetic recovery can take place.

To eliminate the impurity problem, knowledge about the main origins is necessary. For this reason controls of the organic waste quality in four municipalities of the Graz-Umgebung district took place as part of the waste collection. Within this empirical investigation, it was possible to allocate organic waste bins to pre-defined settlement structures under consideration of the used collection system. Contamination levels (in form of marks according to the number of impurities per bin) clearly showed that the organic waste bins of apartment houses had a higher average contamination than detached and semi-detached houses. On average it can be said that the contamination level in apartment houses is 43 % higher than in detached and semi-detached houses.

Also further factors like tariff and collection system, bin-size or filling degree of the bins were recorded during the field research. In this master's thesis, they were discussed as influencing factors on the organic waste quality. It showed that collection systems with regular controls, as well as the settlement structure, have the greatest influence on the quality of organic waste. This can be confirmed by comparing the average contamination of the community Dobl-Zwaring (only researched community with permanent controls) with the average contamination of all communities. An influence of the tariff system on the organic waste quality could not be made out, but instead its relation to the filling degree of the bins was shown.

To understand the reasons for the qualitative differences, an additional survey with 303 respondents was carried out in several communities of the Graz-Umgebung district. Results yielded coherences between settlement structure and the utilized collection method. That the organic waste bins are used more often in apartment houses is not surprising. However, it is interesting that dwellers of apartment houses use biodegradable bags 14 % more frequently as well as 3 % more often plastic bags for pre-collection than dwellers of detached and semi-detached houses. Also this circumstance takes influence on the organic waste quality and can explain the higher contamination level in apartment houses.

Abstract

Several additional more or less important influencing factors on impurities in the organic waste fraction are discussed in this master's thesis. In conclusion it can be said that the collection-system and the settlement-structure have the most obvious influence on the quality of organic waste.

Inhaltsverzeichnis

Ehrenwörtliche Erklärung.....	2
Danksagung	3
Vorwort	4
Zusammenfassung.....	5
Abstract	7
Inhaltsverzeichnis.....	9
Abbildungsverzeichnis.....	12
Tabellenverzeichnis	17
Abkürzungsverzeichnis	18
1. Einleitung.....	19
1.1. Ausgangssituation	19
1.2. Problemstellung	21
1.3. Theoretischer Zugang und Bezug zur Geographie	23
1.4. Zielsetzung.....	27
1.4.1. Arbeitshypothesen	29
1.4.2. Forschungsfragen	30
2. Methodik und Beurteilungsschema der Untersuchung	31
2.1. Untersuchungsgebiet	32
2.2. Kontrolle während der Müllabfuhr	35
2.2.1. Verunreinigungsgrad	36
2.2.2. Siedlungsstruktur.....	38
2.2.3. Sammelsysteme	39
2.3. Personenbefragung mittels Fragebogen	39
3. Theoretische Grundlagen	41
3.1. Abfallwirtschaft	41
3.2. Bioabfall.....	47
3.3. Fehlwürfe.....	50
Kunststoff	54
Metall	55
Glas.....	56
3.4. Sammelsystem	56
3.5. Siedlungsstruktur.....	59
3.6. Vorsammelsäcke	62
4. Die Bioabfallsammlung in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung	67
4.1. Dobl-Zwaring	69
Gebührensysteem	70

Anzahl und Größe der kontrollierten Behälter	72
Siedlungsstruktur	72
Füllgrad der Behälter	73
Qualität des Bioabfalls.....	74
4.2. Gratwein	76
Gebührensysteem	76
Anzahl und Größe der kontrollierten Behälter	76
Siedlungsstruktur	77
Füllgrad der Behälter.....	78
Qualität des Bioabfalls.....	78
4.3. Hart bei Graz.....	81
Gebührensysteem	81
Anzahl und Größe der kontrollierten Behälter	81
Siedlungsstruktur	82
Füllgrad der Behälter	83
Qualität des Bioabfalls.....	83
4.4. Hitzendorf.....	86
Gebührensysteem	86
Anzahl und Größe der kontrollierten Behälter	86
Siedlungsstruktur	87
Füllgrad der Behälter	88
Qualität des Bioabfalls.....	88
5. Die Qualität der Bioabfallsammlung im Bezirk Graz-Umgebung	92
6. Beeinflussende Faktoren der Bioabfallqualität im Bezirk Graz-Umgebung	98
6.1. Behältergröße.....	99
6.2. Gebührensysteem und Füllgrad	100
6.3. Sammelsystem	103
6.4. Vorsammlung	106
7. Handlungsursachen mangelnder Bioabfallqualität im Bezirk Graz-Umgebung	109
Anonymität.....	110
Arbeitslosenrate	112
Bequemlichkeit.....	112
Bevölkerungsdichte	113
Gebührensysteem	113
Platzmangel	114
Praktikabilität	115
Unwissenheit, Unsicherheit, Unzufriedenheit	117
Zeit.....	121

8. Zusammenhang der Bioabfallqualität mit der Restabfallqualität	122
9. Schlussfolgerung.....	127
9.1. Evaluierung der Arbeitshypothesen.....	127
9.2. Beantwortung der Forschungsfragen.....	128
9.3. Handlungsempfehlungen und weitere Schritte	132
10. Quellenverzeichnis	135
10.1. Literaturverzeichnis.....	135
10.2. Datengrundlagen.....	139
10.3. Internetquellen.....	140
10.4 Interviewte Personen	141
Anhang	142

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: "Kein Plastik"-Aufkleber die im Zuge der "Apfelbutzn-Razzia" an den steirischen Bioabfallbehältern angebracht werden. (Arbeitsgrundlage: Dachverband AWW 2017).....	21
Abbildung 2: Biotonne mit falschem Inhalt welche visuell eher der Restmüllfraktion zugeordnet werden könnte. (Eigene Aufnahme, Hitzendorf, 19.10.2016)	21
Abbildung 3: Die Säulen der Nachhaltigkeit. (Eigene Darstellung)	23
Abbildung 4: Die abfallwirtschaftlich relevanten Fachbereiche der (Integrativen) Geographie. (Eigene Darstellung nach Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2010 und Bauer und Lieb 2013, S.33)	26
Abbildung 5: Die Dimensionen der nachhaltigen Abfallwirtschaft. (Eigene Darstellung nach Coy M. 2007, S.4).....	27
Abbildung 6: Zielsetzungen zur Untersuchung der Bioabfallqualität. (Eigene Darstellung)	28
Abbildung 7: Die Haushaltsdichte je km ² in den Gemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2012. (Kartengrundlage: GIS-Steiermark, Datengrundlage: Landesstatistik Steiermark 2017f, eigene Darstellung)	34
Abbildung 8: Der Inhalt eines Bioabfallbehälters mit dem Verunreinigungsgrad 1, ohne Fehlwürfe. (Eigene Aufnahme, Hitzendorf, 19.10.2016).....	37
Abbildung 9: Der Inhalt eines Bioabfallbehälters mit dem Verunreinigungsgrad 3, mit 3 bis 4 Fehlwürfen. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 31.10.2016).....	38
Abbildung 10: Der Inhalt eines Bioabfallbehälters mit dem Verunreinigungsgrad 5, mit 7 und mehr Fehlwürfen. (Eigene Aufnahme, Hitzendorf, 19.10.2016)	38
Abbildung 11: Verfahrenskette der Abfallwirtschaft. (Arbeitsgrundlage: Pretz T., et al., 2012, S. 157. Veränderte Darstellung).....	42
Abbildung 12: Die abfallwirtschaftliche Hierarchie laut Steiermärkischem Abfallwirtschaftsgesetz 2004. (Eigene Darstellung nach Das Land Steiermark 2004, S. 245).....	43
Abbildung 13: Akteure des abfallwirtschaftlichen Systems am Beispiel von Siedlungsabfall. (Arbeitsgrundlage: Das Land Steiermark 2004, Eigene Darstellung)	46
Abbildung 14: Gesamtaufkommen aller über kommunale Strukturen gesammelten Abfälle in den Jahren 1990, 2003 und 2008. (Arbeitsgrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2010, S. 50).....	49
Abbildung 15: Händische Entfernung von Störstoffen aus dem Bioabfall in der landwirtschaftlichen Kompostieranlage Pongratz. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 30.08.2016).....	51
Abbildung 16: Sortiermaschine in einer geschlossenen Kompostanlage. (Dachverband AWW 2017)..	51
Abbildung 17: Vereinfachte schematische Darstellung der Vorgehensweise in einer landwirtschaftlichen Kompostieranlage. (Eigene Darstellung verändert nach Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2011, S. 111)	52
Abbildung 18: Steirische Variante der Bioabfalldefinition im Zuge der "Apfelbutzn-Razzia", ohne Knochen. (Kompost und Biogas Verband 2017).....	53
Abbildung 19: Original Variante der Bioabfalldefinition im Zuge der "Apfelbutzn-Razzia", mit Knochen. (Kompost und Biogas Verband 2017).....	53

Abbildung 20: Fehlwürfe aus Kunststoff, welche im Zuge der Untersuchungen im Bioabfall gesichtet wurden. (Eigene Aufnahmen, Dobl-Zwaring, 30.8.2016 und 31.10.2016)	55
Abbildung 21: Fehlwürfe aus Metall, welche im Zuge der Untersuchungen im Bioabfall gesichtet wurden. (Eigene Aufnahmen, Dobl-Zwaring, 30.08 und 31.10.2016)	56
Abbildung 22: Szenarien zu den Auswirkungen des Sammelsystems auf die Bioabfallqualität. (Eigene Darstellung)	58
Abbildung 23: Szenarien möglicher Auswirkungen der Siedlungsstruktur auf die Bioabfallqualität. (Eigene Darstellung)	61
Abbildung 24: Vorsammelsack auf Papierbasis. (Eigene Aufnahme, 08.01.2017).....	63
Abbildung 25: Vorsammelsack auf Maisstärkebasis. (Eigene Aufnahme, 08.01.2017)	63
Abbildung 26: Kennzeichnung eines kompostierbaren Vorsammelsacks. (Eigene Aufnahme, 08.01.2017)	63
Abbildung 27: Kompostierbarer Vorsammelsack mit Gittermuster wie er in der Schweiz verwendet wird. (Arbeitsgrundlage: Petroplast 2017).....	63
Abbildung 28: Vorsammelsack auf Papierbasis wie er in der Steiermark zum Einsatz kommen soll. (Eigene Aufnahme, 20.02.2017).....	63
Abbildung 29: Kompostierbarer Vorsammelsack auf Kartoffelstärkebasis wie er in der Region Graz gefördert wurde. (Eigene Aufnahme, 20.02.2017)	63
Abbildung 30: Artikel zur Bewerbung biologisch abbaubarer Obst- und Gemüseetze. (Der Grazer 2017, S. 4-5).....	64
Abbildung 31: Der einwandfreie, auf den ersten Blick jedoch schwer definierbare Inhalt einer Biotonne, welche ausschließlich Papier und biologische Kunststoffe beinhaltet. (Eigene Aufnahme, Hitzendorf, 16.11.2016)	65
Abbildung 32: Mitglieds- und Untersuchungsgemeinden im Abfallwirtschaftsverband Graz-Umgebung 2017. (Kartengrundlage: GIS-Steiermark, eigene Darstellung)	68
Abbildung 33: Vorrichtung zur Schüttung des Bioabfalls sowie Schüttwanne zur anschließenden Qualitätskontrolle in der Gemeinde Dobl-Zwaring. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 31.10.2016) ..	71
Abbildung 34: Schüttung der Bioabfallbehälter in der Gemeinde Dobl-Zwaring. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 31.10.2016).....	71
Abbildung 35: Händische Aussortierung von Fehlwürfen aus dem Bioabfall in der Gemeinde Dobl-Zwaring. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 31.10.2016)	71
Abbildung 36: Aussortierte Fehlwürfe einer Biotonne in der Gemeinde Dobl-Zwaring, welche zur Sichtbarmachung auf und neben dem verunreinigten Behälter platziert wurden. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 31.10.2016).....	72
Abbildung 37: Roter Anhänger mit Anweisungen und Informationen wird bei vorhandener Verunreinigung des Bioabfalls am Behälter angebracht. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 31.10.2016)	72
Abbildung 38: Grüner Anhänger mit Dank und Lob wird bei ausbleibenden Fehlwürfen im Bioabfall am Behälter angebracht. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 31.10.2016)	72

Abbildung 39: Die Verteilung der Bioabfallbehälter nach der Siedlungsstruktur in der Gemeinde Dobl-Zwaring 2016. (Eigene Darstellung)	73
Abbildung 40: Die Verteilung des Füllgrades der Bioabfallbehälter in der Gemeinde Dobl-Zwaring 2016. (Eigene Darstellung)	73
Abbildung 41: Die Verteilung der Bioabfallqualität nach Grad der Verunreinigung in der Gemeinde Dobl-Zwaring 2016. (Eigene Darstellung).....	74
Abbildung 42: Die Verteilung des Verunreinigungsgrads der Bioabfallbehälter nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Dobl-Zwaring 2016. (Eigene Darstellung).....	75
Abbildung 43: Die Verteilung der Behältergröße des Bioabfalls in der Gemeinde Gratwein 2016. (Eigene Darstellung)	77
Abbildung 44: Die Verteilung der Bioabfallbehälter nach der Siedlungsstruktur in der Gemeinde Gratwein 2016. (Eigene Darstellung)	77
Abbildung 45: Die Verteilung des Füllgrades der Bioabfallbehälter in der Gemeinde Gratwein 2016. (Eigene Darstellung)	78
Abbildung 46: Die Verteilung der Bioabfallqualität nach Grad der Verunreinigung in der Gemeinde Gratwein 2016. (Eigene Darstellung)	79
Abbildung 47: Die Verteilung des Verunreinigungsgrads der Bioabfallbehälter nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Gratwein 2016. (Eigene Darstellung)	80
Abbildung 48: Die Verteilung der Behältergröße des Bioabfalls in der Gemeinde Hart bei Graz 2016. (Eigene Darstellung)	82
Abbildung 49: Die Verteilung der Bioabfallbehälter nach der Siedlungsstruktur in der Gemeinde Hart bei Graz 2016. (Eigene Darstellung)	82
Abbildung 50: Die Verteilung des Füllgrades der Bioabfallbehälter in der Gemeinde Hart bei Graz 2016. (Eigene Darstellung)	83
Abbildung 51: Die Verteilung der Bioabfallqualität nach Grad der Verunreinigung in der Gemeinde Hart bei Graz 2016. (Eigene Darstellung)	84
Abbildung 52: Die Verteilung des Verunreinigungsgrads der Bioabfallbehälter nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Hart bei Graz 2016. (Eigene Darstellung).....	85
Abbildung 53: Die Verteilung der Behältergrößen des Bioabfalls in der Gemeinde Hitzendorf 2016. (Eigene Darstellung)	87
Abbildung 54: Die Verteilung der Bioabfallbehälter nach der Siedlungsstruktur in der Gemeinde Hitzendorf 2016. (Eigene Darstellung)	87
Abbildung 55: Die Verteilung des Füllgrades der Bioabfallbehälter in der Gemeinde Hitzendorf 2016. (Eigene Darstellung)	88
Abbildung 56: Die Verteilung der Bioabfallqualität nach Grad der Verunreinigung in der Gemeinde Hitzendorf 2016. (Eigene Darstellung)	89
Abbildung 57: Die Verteilung des Verunreinigungsgrads der Bioabfallbehälter nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Hitzendorf 2016. (Eigene Darstellung)	90
Abbildung 58: Die Verteilung der Bioabfallqualität nach Grad der Verunreinigung in den ausgewählten Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung) ...	93

Abbildung 59: Die Verteilung der Bioabfallbehälter nach der Siedlungsstruktur in den ausgewählten Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung).....	94
Abbildung 60: Die Verteilung des Verunreinigungsgrads der Bioabfallbehälter nach Siedlungsstruktur in den ausgewählten Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung)	95
Abbildung 61: Verunreinigungsgrad der Bioabfallbehälter nach Siedlungsstruktur in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung).....	97
Abbildung 62: Mögliche beeinflussende Faktoren der Bioabfallqualität. (Eigene Darstellung)	98
Abbildung 63: Die Verteilung des Füllgrads der Bioabfallbehälter in den ausgewählten Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung).....	101
Abbildung 64: Inhalt einer Online-Werbeausschreibung der Firma Maier & Fabris GmbH. Rechts: Der einwandfrei erscheinende Bioabfallbehälter. Links: Versteckte Fehlwürfe die angeblich in dieser Biotonne waren und durch den Detektor erkannt wurden. (Arbeitsgrundlage: Maier & Fabris GmbH 2014, S. 9)	105
Abbildung 65: Umfrageergebnisse auf die Frage „Worin sammeln Sie ihren Biomüll?“ (Eigene Darstellung)	107
Abbildung 66: Umfrageergebnisse nach der Siedlungsstruktur auf die Frage „Worin sammeln Sie ihren Biomüll?“ (Eigene Darstellung)	108
Abbildung 67: Umfrageergebnisse auf die Frage „Achten Sie darauf, keine unsachgemäßen Stoffe in die Biotonne zu werfen?“ (Eigene Darstellung)	110
Abbildung 68: Umfrageergebnisse nach der Siedlungsstruktur auf die Frage „Achten Sie darauf keine unsachgemäßen Stoffe in die Biotonne zu werfen?“ (Eigene Darstellung)	111
Abbildung 69: Umfrageergebnisse auf die Frage „Wie wichtig ist Ihnen die Trennung von Biomüll und anderen Abfällen?“ (Eigene Darstellung)	112
Abbildung 70: Platzsparende Mülltrennsysteme im Überblick. (Eigene Aufnahmen, Graz, 09.01.2017)	115
Abbildung 71: Umfrageergebnisse auf die Frage „Werfen Sie nicht-kompostierbare Plastikbeutel in die Biotonne?“ (Eigene Darstellung)	116
Abbildung 72: Resümee der Biomüllumfrage in der „Daheim App“. Umfrageergebnisse auf die Frage „Was glauben Sie, ist der Hauptgrund, dass Plastik im Biomüll landet?“ (Saubermacher 2016)	117
Abbildung 73: Umfrageergebnisse auf die Frage „Falsch eingeworfener Abfall im Biomüll wird später automatisch durch Maschinen entfernt?“ (Eigene Darstellung)	118
Abbildung 74: Informationsmaterial zur "Apfelbutzn-Razzia". (Dachverband AVW 2017)	119
Abbildung 75: Informationsmaterial zur "Apfelbutzn-Razzia". (Dachverband AWW 2017)	119
Abbildung 76: Titelseite der Kleinen Zeitung vom 11.Oktober 2016 (Arbeitsgrundlage: Kleine Zeitung 2016).....	120
Abbildung 77: Biomüll richtig entsorgen! Eine Information des Abfallwirtschaftsverbandes Deutschlandsberg (Stadtmagazin Deutschlandsberg 2016, S.25).....	120
Abbildung 78: Artikel in der Kleinen Zeitung "Plastiksackerln im Biomüll setzen Entsorgern zu". S. 18-19. (Eigene Aufnahme, 11.10.2016).....	120

Abbildung 79: Umfrageergebnisse auf die Frage „Wie zufrieden sind Sie mit der Abfallentsorgung in Ihrer Gemeinde?“ (Eigene Darstellung)	121
Abbildung 80: Die Verteilung der Bio- und Restabfallqualität nach Grad der Verunreinigung in den ausgewählten Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung, Datengrundlage: Paar T., eigene Erhebung 2016)	123
Abbildung 81: Vergleich des Verunreinigungsgrads des Bio- und Restabfalls nach Siedlungsstruktur in den Gemeinden Gratwein und Hart bei Graz 2016. (Eigene Darstellung, Datengrundlage: Paar, T., eigene Erhebung 2016)	124
Abbildung 82: Vergleich des Verunreinigungsgrads der Bio- und Restabfallbehälter nach Siedlungsstruktur in den ausgewählten Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung, Datengrundlage: Paar T., eigene Erhebung 2016)	125
Abbildung 83: Der Fragebogen zur Personenbefragung im Bezirk Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung)	142
Abbildung 84: Ausgefüllter Erhebungsbogen der Untersuchungen zur Bioabfallqualität. (Eigene Darstellung)	143
Abbildung 85: Wasserfeste Variante eines ausgefüllten Erhebungsbogens der Untersuchungen zur Bioabfallqualität. (Eigene Darstellung).....	143

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick der erhobenen Faktoren der Untersuchungen (Eigene Darstellung).....	35
Tabelle 2: Klassifizierung des Verunreinigungsgrads des Bioabfalls. (Eigene Darstellung).....	37
Tabelle 3: Entwicklung der kommunalen Sammlung biogener Siedlungsabfälle in der Steiermark von 1990 bis 2008. (Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2010, S. 180, Abfallwirtschaft Steiermark 2017)	50
Tabelle 4: Informationen zur Gemeinde Dobl-Zwaring. (Datengrundlage: Landesstatistik Steiermark a)	69
Tabelle 5: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Dobl-Zwaring 2016. (Eigene Darstellung).....	75
Tabelle 6: Informationen zum Ortsteil Gratwein (ehemals eigenständige Gemeinde Gratwein) in der Gemeinde Gratwein-Straßengel. (Datengrundlage: Landesstatistik Steiermark a).....	76
Tabelle 7: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Gratwein 2016. (Eigene Darstellung)	80
Tabelle 8: Informationen zur Gemeinde Hart bei Graz. (Datengrundlage: Landesstatistik Steiermark a)	81
Tabelle 9: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Hart bei Graz 2016. (Eigene Darstellung)	85
Tabelle 10: Informationen zur Gemeinde Hitzendorf. (Datengrundlage: Landesstatistik Steiermark a)	86
Tabelle 11: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Hitzendorf 2016. (Eigene Darstellung)	90
Tabelle 12: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung des Bioabfalls in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung).....	94
Tabelle 13: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung des Bioabfalls nach Siedlungsstruktur in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung).....	96
Tabelle 14: Wechselwirkungen beeinflussender Faktoren auf die Bioabfallqualität im Bezirk Graz-Umgebung. (Eigene Darstellung).....	99
Tabelle 15: Wirkungszusammenhang der Behältergröße mit der Bioabfallqualität (Verunreinigungsgrad) und der Siedlungsstruktur. (Eigene Darstellung)	100
Tabelle 16: Zusammenhang des durchschnittlichen Füllgrads mit den erhobenen Kosten und der Bioabfallqualität 2016. (Eigene Darstellung).....	102
Tabelle 17: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung des Bio- und Restabfalls in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung, Datengrundlage: Paar T., Eigene Erhebung 2016)	124
Tabelle 18: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung des Bio- und Restabfalls nach Siedlungsstruktur in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung, Datengrundlage: Paar T., eigene Erhebung 2016)	126

Abkürzungsverzeichnis

ASZ	Altstoffsammelzentrum
AWG	Abfallwirtschaftsgesetz
AWP	Abfallwirtschaftsplan
AWV	Abfallwirtschaftsverband
EG	Europäische Gemeinschaft
EdDE	Entsorgungsgemeinschaft der Deutschen Entsorgungswirtschaft
HH	Haushalte
S1	Mehrfamilienhausbebauung
S2	Ein- und Zweifamilienhausbebauung
S3	Gewerbe, Gastronomie und öffentliche Einrichtungen

1. Einleitung

Im Zuge dieses einleitenden Kapitels werden die aktuelle Ausgangssituation sowie die Problemstellung zur Thematik behandelt. Weiters wird der theoretische Zugang mit Fokus auf den Bezug zur Geographie Verständnis über die weitreichenden Disziplinen der integrativen Geographie bringen. Im Sinne der Zielsetzungen werden Hypothese und Forschungsfragen dieser wissenschaftlichen Arbeit dargestellt. Abschließend wird auf die verwendeten Arbeitsgrundlagen und die Methodik eingegangen.

1.1. Ausgangssituation

In diesem Unterkapitel wird die Ausgangssituation der getrennten Bioabfallsammlung als Grundlage der Untersuchungen erläutert.

Biologische Abfälle und deren Inhaltsstoffe sind wichtige Nährstofflieferanten für Böden, welche diesen in Form von Kompost zugeführt werden. Auch für eine energetische Nutzung des Bioabfalls ist die getrennte, qualitativ hochwertige Bioabfallsammlung Voraussetzung. Eine langfristige Nutzung dieser Ressource kann nur unter den richtigen Bedingungen stattfinden. Dabei ist die Qualität des Bioabfalls verantwortlich für die Qualität der daraus entstehenden Ressourcen.

Eine korrekte Trennung des Bioabfalls schon in den Haushalten resultiert in einem daraus produzierten schadstoffärmeren Kompost (Krogmann 1994, S. 59). Ist eine ausreichende Qualität nicht gegeben, muss vor und während der Kompostierung eine aufwändige, meist händische Entfernung und Nachbehandlung stattfinden. Nur so kann Kompost entstehen, der Böden belebt und nährt, ohne die Umwelt zusätzlich zu belasten. Denn eine 100%ige Entfernung von Fehlwürfen aus dem Bioabfall ist trotz entsprechender Technologien nicht möglich. So landen feinste Kunststoffpartikel und andere Kleinstteile ungehindert auf landwirtschaftlichen Flächen. Dort brauchen die meist auf Mineralöl basierenden Fehlwürfe Jahrzehnte, um abgebaut zu werden. Zusätzlich besteht die Gefahr, dass chemische Verbindungen in Nahrungsketten übergehen und dort unbekannte Auswirkungen auf Gesundheit von Tier und Mensch haben. Getrennt Bioabfall zu sammeln, bedeutet einerseits Kosteneinsparung für Abfallbehandlungsanlagen, andererseits ein konstantes Preisniveau der Bioabfalltonne für Haushalte.

Bei zu starker Verunreinigung des Bioabfalls verbleibt nur eine Entsorgung als Restmüll, da eine Nachsortierung technisch nicht mehr möglich ist. Die thermische oder mechanisch-biologische Behandlung von Restmüll ist kostenintensiv; jedoch können biologische Abfälle getrennt kompostiert werden. In den meisten Fällen verbleiben am Ende Reststoffe, welche die Lagerung auf Deponien verlangen. Biogene Ressourcen gehen dadurch verloren, welche zur Bodenanreicherung und

1. Einleitung

Fruchtbarkeitsförderung genutzt werden könnten. Das Fehlen dieser Nährstoffe wird in Folge meist durch chemische Düngemittel ersetzt, welche Mensch und Umwelt zusätzlich belasten.

Es gilt somit die Qualität des gesammelten Bioabfalls zu erhöhen, um das Potential dieser Ressource voll auszuschöpfen. Dies kann zu einer nachhaltigeren Landwirtschaft beitragen, welche nicht ausschließlich auf künstliche Düngemittel zurückgreift. Auch eine erhöhte Anschlussquote und somit größere Mengen an gesammeltem Bioabfall wären wünschenswert. Um eine Verbesserung der Bioabfallqualität im Bezirk Graz-Umgebung zu erreichen, ist eine Analyse der aktuellen Strukturen in den Gemeinden unabdingbar. Der Fokus liegt dabei auf der Qualität des gesammelten Bioabfalls, in Bezug zur Siedlungsstruktur und dem genutzten Sammelsystem.

Aktionen gegen Fehlwürfe im Bioabfall sind ausgehend von den Abfallwirtschaftsverbänden in der gesamten Steiermark bis Ende 2017 geplant oder bereits im Gange. Regionale Medien (z. B. Gemeindezeitungen) kündigen Aktionen an und informieren über geplante Maßnahmen. Teil dieser Kampagne sind unter anderem das Bekleben sämtlicher Bioabfallbehälter mit der Aufschrift „Kein Plastik“ sowie das Anbringen von Anhängern (siehe Kapitel 4.1). Im Zuge der „Apfelbutzn-Razzia“ sind außerdem Tourenbegleitungen mit strichprobenartigen Kontrollen der Bioabfallbehälter geplant. Je nach Qualität des Inhalts soll ein Anhänger im Ampelsystem den/die BesitzerIn loben oder tadeln. Der Startschuss der landesweiten Bioabfallkampagne war im Oktober 2016 angesetzt. Ihre Durchführung wird vom Land Steiermark, dem Dachverband der Steirischen Abfallwirtschaftsverbände und der Wirtschaftskammer Österreich unterstützt. Die aktuelle Situation sowie die Ergebnisse dieser wissenschaftlichen Arbeit zeigen die Notwendigkeit und den Handlungsbedarf, der in dieser Hinsicht besteht.



Abbildung 1: "Kein Plastik"-Aufkleber die im Zuge der "Apfelbutzn-Razzia" an den steirischen Bioabfallbehältern angebracht werden. (Arbeitsgrundlage: Dachverband AWV 2017)



Abbildung 2: Biotonne mit falschem Inhalt welche visuell eher der Restmüllfraktion zugeordnet werden könnte. (Eigene Aufnahme, Hitzendorf, 19.10.2016)

1.2. Problemstellung

In diesem Unterkapitel wird die Problemstellung dieser Arbeit erläutert und damit die Notwendigkeit der Untersuchungen bestärkt.

Bioabfälle, welche aus getrennter Sammlung über die Bioabfallbehälter hervorgehen, weisen erhebliche Qualitätsmängel auf. Es handelt sich dabei vor allem um Kunststoff auf Mineralölbasis, welches von BewohnerInnen zur Vorsammlung verwendet wird. Auch abgelaufene, originalverpackte Lebensmittel werden oft auf direktem Weg in die Biotonne geworfen. Weitere häufig vorkommende Fehlwürfe im Bioabfall basieren auf Metall sowie Glas und Keramik (siehe Kapitel 3.3).

Störstoffe in jeglicher Form sind für enorme Zusatzkosten und großen Aufwand im Kompostierprozess verantwortlich. Ein zu hoher Anteil von Fremdstoffen im Bioabfall (schon ab 2 %) kann dazu führen, dass kein fremdstoffreies Endprodukt mehr möglich ist (Brunn 2016a, S. 26).

Laut Kompostierung Pongratz (2016) können diese Kosten am Beispiel der landwirtschaftlichen Kompostierung durch 632 Stunden Zeitaufwand zur Störstoffentfernung pro Jahr und € 16,78 Zusatzkosten pro Tonne Bioabfall quantifiziert werden.

1. Einleitung

In weiterer Folge besteht Gefahr diese Mikropartikel auf landwirtschaftlichen Flächen auszutragen, wo sie über Tier und Mensch in die Umwelt und unsere Nahrungskette gelangen können. Auch auf das Wohl von Nutztieren ist dabei hinzuweisen, denn aufgenommene Fremdkörper auf Weiden können zum Tod der betroffenen Tiere führen.

Der Weg zu einem qualitativ hochwertigen Kompost ist ein langer und einige Anstrengungen werden dafür unternommen. Doch nicht jede innovative Idee führt in der Realität auch zu einem besseren Ergebnis. Ein ungelöstes Problem in Hinsicht auf eine komfortable Sammlung des Bioabfalls in den Haushalten sind Säcke aus „biologischem Kunststoff“. Dabei ist auf den Unterschied zwischen biologisch abbaubarem und tatsächlich kompostierbarem Biokunststoff hinzuweisen. Ersteres hat wegen seiner zu langen Abbauphase nichts in der Biotonne verloren. Aufgrund von schwerer Unterscheidbarkeit des abbaubaren Materials von herkömmlichen Kunststoffen findet meist eine generelle Entfernung beider Materialien aus dem Kompost statt. Viele weitere vermeintlich biologisch abbaubare Verpackungen und Güter könnten genannt werden, die den Konsumenten irritieren und von ihm keiner Abfallfraktion zugeordnet werden können. Im schlimmsten Fall landen diese Biokunststoffe dann in der Biotonne. Diese unbeabsichtigten Störstoffe im Bioabfall könnten durch gezielte Verpackungsrichtlinien oder Informationskampagnen verhindert werden.

Die Position der Abfallwirtschaft kann nach Johnke et al. (2004, S. 46) als „[...] passiver Wächter am Ende der Nutzungskette [...]“ beschrieben werden. Diese Sichtweise beschreibt die Abfallwirtschaft als passives Opfer, das als Schlusslicht keinen weiteren Einfluss auf gegebenen Strukturen vornehmen kann. Dem kann nur begrenzt zugestimmt werden, da die Abfallwirtschaft neben der Bevölkerung und der Politik den größten und vielfältigsten Einfluss auf die Qualität des Abfalls nehmen kann. Von der Sammlung, über die Behandlung, bis zur Wiederverwertung sind Akteure der Abfallwirtschaft an diversen Prozessen beteiligt und haben somit die Möglichkeit einer klaren Lenkungswirkung. Dies reicht von diversen Qualitätskontrollen durch Entsorgungsunternehmen, über angepasste Behandlungsmethoden, zu regelmäßigen Informationskampagnen. Trotz dieser Perspektiven liegt der Fokus der Abfallwirtschaft meist auf finanziellen, quantitativen und nicht ökologisch nachhaltigen, qualitativen Prinzipien.

1.3. Theoretischer Zugang und Bezug zur Geographie

Dieses Unterkapitel dient der Diskussion des thematischen Bezugs zur Geographie. Außerdem erfolgt eine Einordnung der Thematik in relevante Theorien.

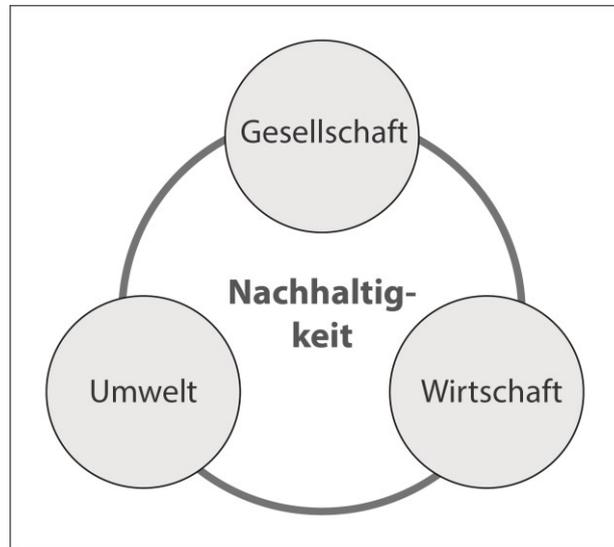


Abbildung 3: Die Säulen der Nachhaltigkeit. (Eigene Darstellung)

Die allgemeine Definition des Begriffes Nachhaltigkeit geht auf den Brundtland Bericht zurück. Nach der World Commission on Environment and Development (1987, S. 41) heißt es in ihm: „Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.“ Ziel der nachhaltigen Entwicklung ist demnach, die Lebensqualität für alle Menschen – sowohl der heutigen Generation als auch der zukünftigen Generationen – zu sichern. Das Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit veranschaulicht, dass Nachhaltigkeit nur unter Einbeziehung der drei Dimensionen Umwelt (Ökologie), Wirtschaft (Ökonomie) und Gesellschaft (Soziales) umgesetzt werden kann (siehe Abbildung 2). Auch Tietjen (2010, S. 113) bestätigt dies mit der Aussage: „Nicht mehr Ökologie *oder* Ökonomie ist die Devise, sondern Ökologie *durch* Ökonomie [...] Im Grunde geht es also um eine geradezu ganzheitliche Verschränkung der wirtschaftlichen und natürlichen Kreisläufe [...].“

Der Bereich Abfallwirtschaft ist durch eine enorme **Interdisziplinarität** gekennzeichnet, welche von Natur-, Sozial-, und Rechtswissenschaften bis zu technischen Disziplinen reicht. Die Geographie ist eine Schnittstelle zwischen Natur- und Sozialwissenschaften, welche sich in Hinblick auf die Abfallwirtschaft deutlich integrativ zeigt. So sind sowohl physio- als auch humangeographische Aspekte gleichermaßen einzubeziehen. Das Thema dieser Arbeit ist klar an Aspekten der Nachhaltigkeit orientiert, welche neben der Abfallwirtschaft eine weitere Schnittstelle der Geographie darstellt. Die „[...] Dimensionen der Nachhaltigkeitsthematik machen zahlreiche

1. Einleitung

Anknüpfungspunkte für die Geographie sichtbar, die sich in ihrem Selbstverständnis ja gerade an der für die Nachhaltigkeitsdiskussion so zentralen Schnittstelle zwischen Gesellschafts- und Naturwissenschaften positioniert.“ (Coy 2007, S. 7)

Im Folgenden werden die Ziele und Grundsätze der nachhaltigen Abfallwirtschaft laut Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2002, S. 4) genannt:

1. Vermeiden von nachteiligen Einwirkungen auf Mensch, Tier und Pflanzen, deren Lebensgrundlagen sowie Umwelt.
2. Vermeiden von Luftschadstoffen und klimarelevanten Gasen.
3. Schonung von Ressourcen.
4. Ausschluss des Gefährdungspotenzials durch Abfallbehandlung.
5. Ausschluss des Gefährdungspotenzials durch abgelagerte Abfälle.

Abbildung 4 zeigt (verändert nach Bauer und Lieb 2013, S. 33) abfallwirtschaftlich relevante Bereiche der physischen und Humangeographie. Die Zusammenführung des naturalen mit dem sozialen System resultiert im hybriden System der integrativen Geographie. Aus dieser integrativen Perspektive ist die nachhaltige Abfallwirtschaft in zahlreiche beeinflussende, geographische Faktoren eingebettet. Die oben genannten Ziele und Grundsätze laut Abfallwirtschaftsgesetz 2002 werden von den Faktoren dieses Systems weitgehend abgedeckt.

Zu den physiogeographischen Faktoren, die für eine nachhaltige Abfallwirtschaft relevant sind, zählen Klimawandel, CO₂-Ausstoß, Umweltschutz, Topographie und Naturraum. Auch Abhängigkeiten von Ressourcen, Wetterbedingungen und Naturkatastrophen bestehen. All diese Faktoren sind in Zusammenhang mit der Abfallwirtschaft, oder genauer der Abfallsammlung, zu berücksichtigen. So kommt es beispielsweise durch Sammelfahrzeuge zum CO₂-Ausstoß, der wiederum zum Klimawandel beiträgt. Durch eine optimierte Sammlung und effiziente Technologien kann dieser Einfluss verringert werden und somit zum Umweltschutz und zum Erreichen der Klimaziele beitragen. Topographie und Naturraum beeinflussen die Abfallsammlung durch Geländebeschaffenheit, wie Steigungen oder lange Anfahrtswege zu einzelnen, abgelegenen Bioabfallbehältern. Naturkatastrophen und Wetterbedingungen können durch Murenabgänge oder Schneefall Einfluss auf Teilprozesse der Abfallwirtschaft nehmen. So können lange Temperaturperioden unter dem Nullpunkt zu enormen Problemen in der Bioabfallsammlung führen, da (vor allem feuchter) Bioabfall in den Behältern festfriert und eine Entleerung nahezu unmöglich macht. Ressourcen werden aus der Natur gewonnen und sind somit Teil des naturalen Systems. Abfall wird durch entsprechende Behandlung erneut zu einer Ressource und findet somit Wiederverwendung im Stoffkreislauf.

1. Einleitung

Als humangeographische Faktoren können Bevölkerung und Partizipation, Siedlungsstruktur, Einzugsgebiete bei der Abfallsammlung, Raumrelevanz, Gesetze und Richtlinien, Politik und Akteure sowie das Entsorgungsverhalten von BewohnerInnen gesehen werden. Die Abfallwirtschaft selbst ist dabei auch Teil der Humangeographie und wird daher als Teil des sozialen Systems gesehen. Einfluss auf die nachhaltige Abfallwirtschaft hat die Bevölkerung als Abfallproduzent und durch Partizipation am korrekten Trennprozess der einzelnen Abfallfraktionen. Dabei ist das Entsorgungsverhalten der BewohnerInnen ausschlaggebend für die Qualität der gesammelten Abfälle. Wie sich im Laufe dieser Arbeit zeigen wird, hat auch die Siedlungsstruktur einen markanten Einfluss auf die Abfallqualität. Sowohl Gesetze als auch Richtlinien, Politik und dessen Akteure haben Bedeutung für die Grundsätze und Ziele der Abfallwirtschaft.

Im Sinne der zwei Grundprinzipien laut §1 des Steiermärkischen Abfallwirtschaftsgesetz 2004 bilden Nachhaltigkeit und Handeln im Sinne des Vorsorgeprinzips die Ziele und Grundsätze der Abfallwirtschaft (Das Land Steiermark 2004, S. 244). Ebenso bilden diese den Schnittpunkt zwischen Physio- und Humangeographie als integrative Perspektive im hybriden System (siehe Abbildung 2). Auf Basis aller beschriebenen Faktoren werden die Prinzipien einer nachhaltigen Abfallwirtschaft geformt. Auf diese wird auch in nationalen und landesweiten Konzepten, Gesetzen und Plänen verwiesen. Dazu zählen unter anderem (Kosten-)Effizienz, Transparenz, Innovation und Optimierung.

1. Einleitung

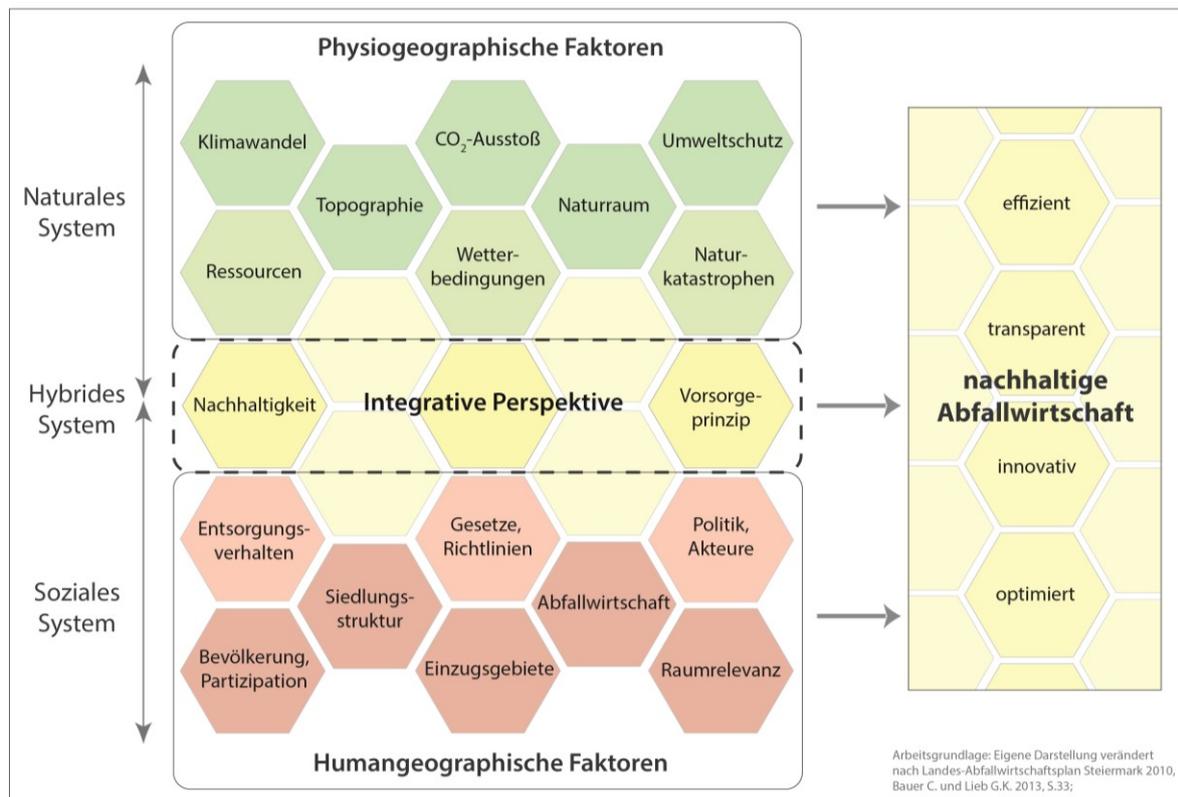


Abbildung 4: Die abfallwirtschaftlich relevanten Fachbereiche der (Integrativen) Geographie. (Eigene Darstellung nach Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2010 und Bauer und Lieb 2013, S.33)

„Hauptanliegen der Geographie muss der Versuch sein, das Konzept der nachhaltigen Entwicklung auf seine Übertragbarkeit auf die räumliche Ebene hin zu überprüfen und seine räumlichen Implikationen zu konkretisieren.“ (Coy 2007, S. 7). Als weitere Übereinstimmung der Abfallwirtschaft mit dem geographischen Zweig ist daher Raumrelevanz zu nennen. Menschen und deren Handlungen, welche sich in unterschiedlichen Formen zeigen, haben direkten Einfluss auf den Raum. Sowohl Entsorgungsverhalten, der Zusammenhang mit Siedlungsstrukturen als auch abfallwirtschaftliche Unterschiede auf administrativer Ebene sind Teil dieser Raumforschung.

In Anlehnung an die Dimensionen der Nachhaltigkeit nach Coy (2007, S. 4) ist die Darstellung der Dimensionen einer nachhaltigen Abfallwirtschaft entstanden. Diese Dimensionen liegen innerhalb der Rahmenbedingungen Raum und Zeit (siehe Abbildung 5). Während die zeitliche Komponente Zukunft und Gegenwart verbindet, widmet sich der Faktor Raum den Verflechtungen von Raumkategorien und Maßstabsebenen (Coy M. 2007, S. 4). Diese können in der nachhaltigen Abfallwirtschaft zu vier Ebenen zusammengefasst werden.

1. Einleitung



Abbildung 5: Die Dimensionen der nachhaltigen Abfallwirtschaft. (Eigene Darstellung nach Coy M. 2007, S.4)

Abfallwirtschaft selbst als ökonomische Komponente ist eine dieser Ebenen, deren Hauptinteressen ein qualitatives und quantitatives Wachstum, Effizienz sowie eine weitgehend geschlossene Kreislaufwirtschaft sind. Prägender Einflussfaktor zwischen der Abfallwirtschaft und den Haushalten ist die Politik sowie daraus resultierende relevante Maßnahmen. Haushalte bilden eine weitere Maßstabsebene, wobei hier Partizipation und eine hygienische, komfortable Abfallsammlung zu nennen sind. Weiters ist das Individuum zu nennen, das durch gesellschaftliche Normen geprägt ist, welche sich auch auf das Abfallverhalten auswirken. Beeinflussende Faktoren des Individuums sind Zusammenarbeit in Hinblick auf Abfalltrennung und Verantwortlichkeit für das eigene Handeln. Genau diese Handlungen und Stoffströme sind Einflussfaktoren für die letzte und vielleicht wichtigste Maßstabsebene, die Natur. Ziele zum Erhalt der Natur sind sowohl Ressourcenschonung (beispielsweise durch getrennte Abfallsammlung) und Umweltschutz als auch der Ersatz von industriellen Kunstdüngern durch Verwendung von Kompost auf landwirtschaftlichen Flächen. Die Menge und Qualität der gesammelten Bioabfälle haben wiederum direkten Einfluss auf die Menge und Qualität der Stoffströme, welche zwischen Natur und Abfallwirtschaft fließen und somit einen nachhaltigen Kreislauf bilden.

1.4. Zielsetzung

Im Zuge dieses Unterkapitels werden die Zielsetzungen der Untersuchungen herausgearbeitet. Schlussfolgernd sollen zukünftige Visionen einer qualitativ hochwertigen Bioabfallsammlung dargestellt werden.

1. Einleitung

Grundlegendes Ziel ist es, die Sammlung von Bioabfall sowohl qualitativ als auch quantitativ zu verbessern. Ein hoher Anschlussgrad an die Bioabfalltonne ist aus ökonomischen und ökologischen Gründen wünschenswert. Als Notwendigkeit dafür gilt es, die Bioabfallsammlung für BewohnerInnen möglichst hygienisch und angenehm zu gestalten (z. B. durch Vorsammelsäcke). Um Verunreinigungen zu minimieren oder gar zu verhindern, ist es wichtig, die Hauptquellen von Störstoffen ausfindig zu machen, um eine gezielte Informationspolitik zu betreiben. Zu diesem Zweck sollen Analysen des Bioabfalls nach Siedlungsstruktur und Sammelsystem Aufschluss über die größten Bioabfallsünder geben (siehe Abbildung 6). Sind die häufigsten Fehlwurfquellen bekannt, kann eine angepasste Sammlung, inklusive Kontrollen, stattfinden. Dabei werden beispielsweise gezielt Mehrparteienhäuser kontrolliert und so Kosten für weitreichendere Kontrollen gespart. Wird nach einiger Zeit die Qualität der Bioabfallfuhrer einer Gemeinde hochwertiger, kann davon ausgegangen werden, dass die Kontrollen greifen. Grund dafür ist der Respekt vor Kontrollen und möglichen (finanziellen) Konsequenzen. Untersuchungen haben gezeigt, dass dadurch langfristig mit einer geringeren Fehlwurffzahl im Bioabfall zu rechnen ist (siehe Kapitel 4.1).

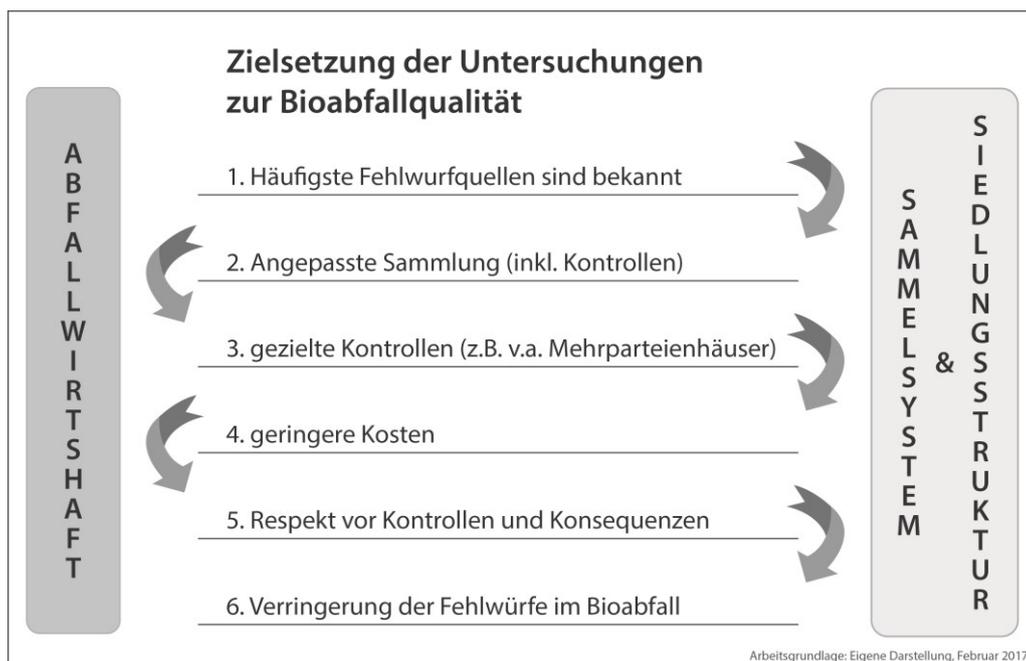


Abbildung 6: Zielsetzungen zur Untersuchung der Bioabfallqualität. (Eigene Darstellung)

Weiters ist es von großer Bedeutung, Gründe für getätigte Fehlwürfe zu erkennen, um Lösungsansätze kreieren und eine angepasste Sammlung anbieten zu können. Je nach Wohnsituation des betroffenen Haushaltes erfolgt die Vorsammlung des Bioabfalls unterschiedlich. Das Anbieten einer idealen Vorsammlung in den Haushalten könnte qualitativ hochwertigeren Bioabfall hervorbringen. Dies wäre durch Unterstützung der Abfallwirtschaftsverbände und Kommunen

1. Einleitung

möglich. Beispielsweise durch eine bezirksweite Verteilung von kompostierbaren Vorsammelsäcken. Vor allem der Bezug zur Siedlungsstruktur kann zur Idealisierung der Vorsammlung genutzt werden. Denn unterschiedliche Wohnsituationen fordern unterschiedliche Angebote (siehe Kapitel 9.3).

Zielsetzung und Idealvorstellung in Form einer Zukunftsvision ist eine qualitativ und quantitativ hochwertige Bioabfallsammlung. Diese wird durch Informationskampagnen und die Bereitstellung von entsprechenden (kompostierbaren) Vorsammelhilfen erreicht. Ressourcen werden somit im Sinne der Nachhaltigkeit optimal genutzt. Statt kostenintensiver Nachbehandlung in mechanisch-biologischen Anlagen (verursacht durch unsachgemäße Trennung über den Restabfall) kann Bioabfall ohne großen Aufwand in entsprechenden Anlagen kompostiert werden. Anschließend kann dieser in Form von Humus auf landwirtschaftlichen Flächen ausgetragen werden. Dadurch wird der Einsatz von chemischen Düngemitteln verringert, da ein großer Teil der Nährstoffe über qualitativ hochwertigen Kompost in den Boden eingebracht wird. Der Anteil von Bioabfall im Restabfall und in anderen Fraktionen geht zurück, was zu einer geringeren Menge kostenintensiven Restabfalls führt. Durch das Bereitstellen von kompostierbaren Vorsammelsäcken in Kombination mit angepassten Kontrollen können Fehlwürfe nahezu beseitigt werden. Dabei kommen sowohl Vorsammelsäcke auf Papierbasis als auch eindeutig erkennbare, kompostierbare Biokunststoffsäcke zum Einsatz. Eine einheitliche Kennzeichnung der Biokunststoffsäcke ist dabei unumgänglich, um deren Erkennbarkeit in Behandlungsanlagen zu gewährleisten.

1.4.1. Arbeitshypothesen

Im Folgenden werden die Arbeitshypothesen vorgestellt und dahinterstehende Annahmen kurz erläutert.

- a) *Die Siedlungsstruktur der Mehrfamilienhausbebauung weist die stärkste Verunreinigung des Bioabfalls durch Fehlwürfe auf.*

Es wird davon ausgegangen, dass je nach Siedlungsstruktur unterschiedliche Bedingungen bei der Bioabfallentsorgung vorherrschen. Dazu zählt beispielsweise die vorherrschende Anonymität in der Mehrfamilienhausbebauung, die in einer geringeren Bioabfallqualität resultiert.

- b) *Die höchste Qualität des Bioabfalls wird von der Ein- und Zweifamilienhausbebauung erreicht.*

Bioabfallbehälter der Ein- und Zweifamilienhausbebauung können den jeweiligen BesitzerInnen problemlos zugeordnet werden. Die dadurch fehlende Anonymität führt im Vergleich zur Mehrfamilienhausbebauung zu einer höheren Qualität des Bioabfalls.

1. Einleitung

c) *Ursachen für Fehlwürfe im Bioabfall sind sowohl Unwissenheit als auch Praktikabilität.*

Neben Unwissenheit und/oder Unsicherheiten bei der Bioabfalltrennung sind auch Platzmangel durch begrenzten Wohnraum und Praktikabilität der Vorsammlung in Kunststoffsäcken Gründe für Fehlwürfe im Bioabfall.

1.4.2. Forschungsfragen

Es ergeben sich folgende Forschungsfragen:

1. Inwieweit ist die Qualität des Bioabfalls auf die Siedlungsstruktur zurückzuführen?

- 1.1. In welchen Siedlungsstrukturen ist besonders mit Verunreinigungen des Bioabfalls zu rechnen, wo sind Verunreinigungen am geringsten?
- 1.2. Welche Form der Verunreinigung kommt am häufigsten vor?
- 1.3. Welche Ursachen der Verunreinigung können abhängig von der Siedlungsstruktur genannt werden?
- 1.4. Welche räumlichen Muster der Verunreinigung des Bioabfalls sind erkennbar? Treten diese flächendeckend oder punktuell auf?

2. Welchen Einfluss haben das Gebührensystem und Vorsammelsäcke auf die Qualität des Bioabfalls?

- 2.1. Wirken sich Vorsammelsäcke auf Maisstärke-, Kartoffelstärke-, oder Papierbasis positiv auf die Bioabfallqualität aus?
- 2.2. Welche Auswirkungen hat das Gebührensystem auf die Qualität des Bioabfalls?

3. Inwieweit ist die Qualität des Bioabfalls auf das Sammelsystem zurückzuführen?

- 3.1. Wirkt sich eine Abfuhr der Bioabfallbehälter mit Vorsichtung, verglichen mit klassischer Abfuhr, positiv auf die Qualität des Bioabfalls aus?
- 3.2. Wirken sich Sanktionen gegen Haushalte bei erkannten Verunreinigungen positiv auf die Qualität des Bioabfalls aus?

2. Methodik und Beurteilungsschema der Untersuchung

In diesem Unterkapitel wird auf die angewandte Methodik der empirischen Datenerhebung eingegangen. Dazu werden zu Beginn methodische Grundlagen der Geographie vorgestellt sowie verwendete Arbeitsgrundlagen genannt. Weiters wird das Untersuchungsgebiet dargestellt, um schließlich die angewandte Erhebungsmethodik zu erläutern. Letztendlich wird das Beurteilungsschema von Faktoren (Siedlungsstruktur, Sammelsystem, Verunreinigungsgrad ...), welche im Zuge der Untersuchungen erhoben wurden, definiert. Ausprägungen dieser Faktoren werden präsentiert sowie Beispiele aufgezeigt.

Erhebungsmethoden der Geographie reichen von der Analyse von Satellitenbildaufnahmen und anderen Luftbildaufnahmen, über Kartierungen und Beobachtungen bis zu Befragungen. Ob eine Auswertung nach qualitativen oder quantitativen Verfahren erfolgt, ist von der gewünschten Auswertungsstrategie und späteren Ergebnissen abhängig. Quantitative Auswertungsverfahren sind beispielsweise jede Form von Statistik und statistikbasierter Analyse; während man unter qualitativen Verfahren Typisierung, Kodierung oder Interpretation versteht. (Mattissek et al. 2013, S. 19)

Die Untersuchungen des Bioabfalls machten eine quantitative Erhebung der Daten notwendig, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen. Als Methodik wurde dabei die Sichtung im Zuge der Müllabfuhr gewählt (siehe Kapitel 2.2). Methodisches Hauptaugenmerk dieser wissenschaftlichen Arbeit liegt auf der Erhebung von empirischen Daten, welche im Zuge von Untersuchungen in ausgewählten Gemeinden des Bezirks Graz-Umgebung generiert wurden. Diese sowohl qualitativen als auch quantitativen Daten bilden den Grundstein für Analysen und Interpretationen sowie in weiterer Folge für die Evaluierung von Hypothesen und die Beantwortung der Forschungsfragen. Die Datenergebnisse der Untersuchungen werden in Grafiken und Diagrammen dargestellt, um Erkenntnisse bestmöglich zu visualisieren. Zusätzlich dienen Infografiken dem Verständnis von Theorie und Methodik. Diese Visualisierungen wurde mithilfe von Adobe Illustrator angefertigt. Die Datenverwaltung, Interpretation und Berechnungen wurden in Microsoft Excel durchgeführt. Tabellen dienen zusätzlich der Gegenüberstellung und Präsentation von numerischen Forschungsergebnissen.

Als ergänzende Arbeitsgrundlage wird ausgewählte Fachliteratur verwendet. In diesem Zusammenhang ist außerdem auf die laufende Arbeit meines Kollegen Paar (in Arbeit) hinzuweisen, der den Abschöpfungsgrad der Bioabfallbehälter anhand von Analysen des Restmülls untersucht. Aspekte seiner Studie werden unter Berücksichtigung der Ergebnisse dieser Arbeit zur Bioabfallqualität in Kapitel 8 dargestellt. Dies soll Zusammenhänge der Abfallqualität

2. Methodik und Beurteilungsschema der Untersuchung

(unterschiedlicher Fraktionen) innerhalb einer Gemeinde klären, um, wenn notwendig, die vorhandenen Strukturen einer dementsprechenden Anpassung zu unterziehen. Weiters ist auf die Arbeit meines Kollegen Hubmann (2015) hinzuweisen, welche sich mit der Altpapiersammlung in Zusammenhang mit den Siedlungs- und Sammlungsstrukturtypen im Bezirk Graz-Umgebung befasste.

Befasst man sich mit technischen Verfahren zur Abfallbehandlung oder -verwertung ist das Angebot an Untersuchungen und zugehöriger Literatur zahlreich. Auch die Thematik des Kompostierprozesses und der Biogasgewinnung ist ein gut untersuchtes Feld. In den letzten Jahren haben sich auch Untersuchungen zur Bioabfallqualität und deren Einflussgrößen gemehrt (beispielsweise: Kranert et al. 2016). Der Einfluss des Sammelsystems auf die Bioabfallqualität ist vor allem unter dem Gesichtspunkt der Vermarktung von Detektoren zur Störstofferkennung ein gut untersuchtes Gebiet. Forschungsprojekte im Zusammenhang mit der Bioabfallqualität in Bezug auf die Siedlungsstruktur (inkl. empirischer Datenerhebung) sind in Österreich hingegen nicht vorhanden. Umso notwendiger erscheint diese Auftragsarbeit mit integrativ, geografischem Blickwinkel.

2.1. Untersuchungsgebiet

Diese Arbeit wird im Auftrag des Dachverbands der steirischen Abfallwirtschaftsverbände verfasst. Der Fokus der Untersuchungen liegt auf dem Bezirk Graz-Umgebung, deren Gemeinden den gleichnamigen Abfallwirtschaftsverband bilden. Die Rolle des Abfallwirtschaftsverbandes Graz-Umgebung in den untersuchten Gemeinden wird im Regionalen Abfallwirtschaftsplan 2013 wie folgt beschrieben:

„Der Abfallwirtschaftsverband Graz-Umgebung unterstützt Maßnahmen zur Abfallvermeidung und ergreift die erforderlichen Maßnahmen zur Qualitätssicherung im Bereich der getrennten Sammlung wiederverwendbarer und verwertbarer Siedlungsabfälle und bedient sich dazu entsprechend ausgebildeter Umwelt- und AbfallberaterInnen.“ (Abfallwirtschaftsverband Graz-Umgebung 2013, S. 2)

Um die zentralen Fragestellungen anhand der erhobenen Daten beantworten zu können, ist eine Analyse einzelner Gemeinden unabdingbar. Dabei wurde die Forderung, den vertretbaren Arbeitsaufwand nicht zu überschreiten, berücksichtigt. Letztendlich wurden 4 der 36 Gemeinden des Bezirks Graz-Umgebung ausgewählt. Ziel dabei war eine möglichst differenzierte Auswahl an Attributen der Kommunen, um einen umfassenden Datenkatalog zu generieren.

Besonders die Ausprägung von mehrheitlich urbanen oder peripheren Strukturen war Auswahlkriterium, bestimmt es doch die dominierende Siedlungsstruktur in einer

2. Methodik und Beurteilungsschema der Untersuchung

Untersuchungsgemeinde. Dieses Kriterium ist im Bezirk Graz-Umgebung auch durch die Nähe zur Stadt Graz und damit in Zusammenhang stehend, von Suburbanisierung bestimmt. Veranschaulicht kann dieser Faktor der differenzierten Siedlungsstruktur anhand der Haushaltsdichte einer Gemeinde werden. Abbildung 7 zeigt die Haushaltsdichte in den Gemeinden des Bezirks Graz-Umgebung. Eine hohe Haushaltsdichte wie sie beispielsweise in der ehemals eigenständigen Gemeinde Gratwein mit 349 Haushalten pro km² (Stand 2012, Landesstatistik Steiermark 2014d) erreicht wird, weist eine andere dominierende Siedlungsstruktur auf als Gemeinden mit geringer Haushaltsdichte. In Gemeinden wie Dobl-Zwaring liegt die Haushaltsdichte bei 34 Haushalten pro km² (Stand 2014, Landesstatistik Steiermark 2017b). Diese Differenz der Haushaltsdichte resultiert auch in einer unterschiedlichen Siedlungsstruktur. Geht man nun von einer Anhängigkeit der Bioabfallqualität von der Siedlungsstruktur aus, bedeutet dies, dass auch die Haushaltsdichte Einfluss auf die Bioabfallqualität nimmt (siehe Kapitel 7).

Neben der Haushaltsdichte wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Vorhandensein einer getrennten Bioabfallsammlung
- Kommunal unterschiedliche Gebührensysteme
- Kommunal unterschiedliche Entsorgungsdienstleister
- Gemeinden mit und ohne Vorsichtung im Zuge der Bioabfallsammlung
- Gemeinden mit unterschiedlich ausgeprägter Siedlungsstruktur (hohe Bevölkerungsdichte – urbanere Siedlungsstruktur – höherer Anteil an Mehrfamilienhausbebauung, geringe Bevölkerungsdichte – periphere Siedlungsstruktur – höherer Anteil an Ein- und Zweifamilienhausbebauung)

Folgende Untersuchungsgemeinden wurden anhand der genannten Kriterien letztendlich ausgewählt (siehe Kapitel 4):

- Dobl-Zwaring
- (ehemals eigenständige Gemeinde) Gratwein
- Hart bei Graz
- Hitzendorf

Es ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass in dieser Arbeit bei der Nennung der Gemeinde „Gratwein“ das Gebiet der ehemals eigenständigen Gemeinde gemeint ist. Aufgrund von unterschiedlichen Bioabfalltouren konnte nicht die gesamte Gemeinde Gratwein-Straßengel

2. Methodik und Beurteilungsschema der Untersuchung

berücksichtigt werden. Seit der Gemeindestrukturereform 2015 ist Gratwein Teil der Gemeinde Gratwein-Straßengel.

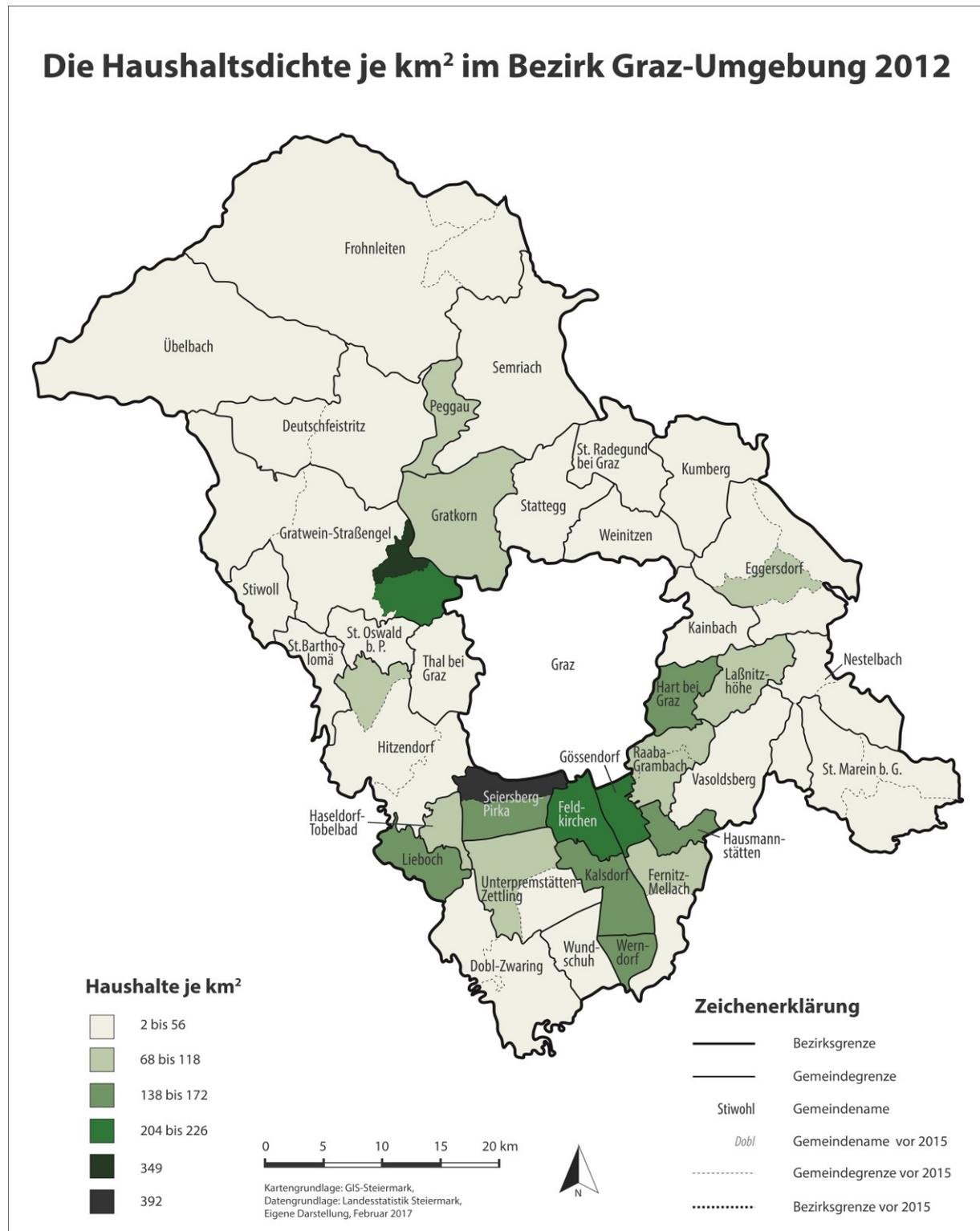


Abbildung 7: Die Haushaltsdichte je km² in den Gemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2012. (Kartengrundlage: GIS-Steiermark, Datengrundlage: Landesstatistik Steiermark 2017f, eigene Darstellung)

2.2. Kontrolle während der Müllabfuhr

Um Daten über die Qualität des Biomülls in Bezug auf die Siedlungsstruktur und das Sammelsystem zu erhalten, wurde als Sichtungsmethode die Kontrolle des Bioabfalls während der Müllabfuhr gewählt. Damit lässt sich die Qualität des Bioabfalls in Bezug auf die jeweilige Siedlungsstruktur und das Sammelsystem gemeindeübergreifend analysieren. Vorhandene kommunale Unterschiede können als Vergleichsbasis genutzt werden, um Wirkungszusammenhänge zu erkennen.

Bei der Kontrolle während der Müllabfuhr handelt es sich um eine visuelle Behälterkontrolle durch Kontrollpersonal, das an der Abfallsammlung teilnimmt. Sowohl vor der Schüttung als auch in der Schüttwanne kann das Material kontrolliert werden. Vorteile dieser Methode liegen in der möglichen Zuordnung der Fehlwürfe zu den Haushalten und in Folge dessen möglichen Konsequenzen. Die Gefahr nur oberflächlich zu kontrollieren sowie die Müllabfuhr zu verlangsamen ist jedoch gegeben. (Abfall- Entsorgungs- und Verwertungs GmbH 2005, S. 90)

Eine weitere methodische Möglichkeit wäre die Kontrolle der gesamten Bioabfallfuhr in der Behandlungsanlage gewesen. Jedoch wäre dabei eine Zuordnung zu den jeweiligen Siedlungsstrukturen ausgeblieben. Eine vollständige Bioabfallanalyse wurde aufgrund des vertretbaren Aufwandes dieser Arbeit nicht durchgeführt. Auch eine Kontrolle der Behälter am Vorabend der Sammlung erschien aufgrund der begrenzten Aussagekraft nicht sinnvoll und musste deshalb der Kontrolle während der Müllabfuhr weichen. Diese Methode ermöglichte sowohl eine oberflächliche Kontrolle der Behälter (vor der Schüttung) als auch eine Draufsicht in der Schüttwanne, welche den gesamten Tonneninhalt sichtbar machte.

Es wurden folgende Faktoren erhoben:

Tabelle 1: Überblick der erhobenen Faktoren der Untersuchungen (Eigene Darstellung)

Siedlungsstruktur	Mehrfamilienhausbebauung (S1) Ein- und Zweifamilienhausbebauung (S2) Gewerbe, Gastronomie und öffentliche Einrichtungen (S3) (siehe Kapitel 2.1.2)
Behältergröße in Liter	80, 120, 240, 360 oder 1.100 Liter
Füllgrad in Prozent	10 bis 100 % (in Zehnerschritten, Behälter mit 0 % Füllgrad wurden nicht berücksichtigt)

Verunreinigungsgrad nach Anzahl der Fehlwürfe	Keine Fehlwürfe = 1 1 bis 2 Fehlwürfe = 2 3 bis 4 Fehlwürfe = 3 5 bis 6 Fehlwürfe = 4 mehr als 7 Fehlwürfe = 5 (siehe Kapitel 2.1.1)
Sonstiges	z. B. Art der Fehlwürfe, Art der öffentlichen Einrichtung, weitere Besonderheiten etc.

2.2.1. Verunreinigungsgrad

In diesem Unterkapitel wird die angewandte Methode bei der Erhebung des Verunreinigungsgrads im Feld präsentiert. Weiters soll die Entstehung der Methodik erläutert sowie einzelne Verunreinigungsgrade definiert werden.

Die Anwendung einer qualitativen Methode hat den Nachteil, dass die Datenerhebung kaum standardisiert und nicht mathematisch-statistisch ausgewertet werden kann (Mattissek et al. 2013, S. 35). Um den Grad der Verunreinigung zu definieren und vergleichbar zu machen, war deshalb eine Form der Quantifizierung notwendig. Dazu wurde auf die Anzahl der gesichteten Fehlwürfe je Behälter Bezug genommen, um die Bioabfallqualität zu bestimmen. Nach der minimalen und maximalen Ausprägung der Störstoffanzahl in den untersuchten Behältern wurde eine Klassifizierung nach dem Schulnotensystem vorgenommen (siehe Tabelle 2).

Sind keine Fehlwürfe vorhanden, erhält der Behälter die Note 1, was keiner Verunreinigung entspricht. Die Obergrenze und somit die meisten zu erwartenden Fehlwürfe in einem Behälter wurden „ab 7“ definiert, was der Note 5, einer sehr starken Verunreinigung, entspricht. In Ausnahmefällen könnten theoretisch auch höhere Zahlen an Störstoffen in einem Bioabfallbehälter vorhanden sein. Die Obergrenze der Störstoffanzahl „ab 7“ wurde erfahrungsgemäß anhand der maximal zu erwartenden Fehlwurfanzahl in einem Behälter gewählt.

Als Fehlwurf im Bioabfall zählen alle Stoffe, welche in Kapitel 3.3 genannt werden. Berücksichtigt werden konnten im Zuge der Untersuchungen jedoch nur jene Fehlwürfe, welche mit freiem Auge, an der Oberfläche des Bioabfallbehälters oder anschließend in der Schüttwanne, sichtbar waren. Dies war erst ab einer bestimmten Größe möglich. Unter diese Toleranzschwelle fallen beispielsweise Zigarettenstummel, Gummiringe und andere kleine Fehlwürfe, welche nicht einbezogen werden konnten. Eine Einbeziehung der „kleinen“ Fehlwürfe hätte eine gewichtsbezogene Abfallanalyse des Inhalts der Biotonne bedeutet. Aufgrund der begrenzten Aussage (bezogen auf einige wenige

2. Methodik und Beurteilungsschema der Untersuchung

Bioabfallbehälter) und des überdurchschnittlichen Aufwandes wurde diese Methode daher ausgeschlossen.

Unbeschichtetes Papier welches zur Vorsammlung verwendet wurde und in geringen Mengen vorhanden war, wurde nicht als Fehlwurf gewertet. Hochglanzbeschichtetes Papier hingegen zählte zu den Störstoffen. Eine qualitative Interpretation der Fehlwürfe hinsichtlich ihrer Schadensauswirkung fand im Zuge der Datenerhebungen statt. Dosen und Kunststoffsäcke wurden dabei stärker berücksichtigt als Knochen oder Katzenstreu, die vermutlich aufgrund von Unwissenheit in die Biotonne geworfen wurden.

Weiters waren in verunreinigten Behältern vermehrt geschlossene Kunststoffsäcke mit Bioabfall enthalten. Eine Einsicht in diese Bündel war im Zuge der Untersuchungen nicht möglich. Die tatsächliche Anzahl an Fehlwürfen je Behälter kann daher in vielen Fällen über die erhobene Anzahl hinausgehen. Durch die einheitlich angewandte Methodik der Untersuchung können diese Umstände jedoch vernachlässigt werden. Zusammenhänge der Siedlungsstruktur und des Sammelsystems auf die Bioabfallqualität konnten mit der gewählten Methodik optimal herausgearbeitet werden.

Anhand der Ober und Untergrenze der Fehlwurfanzahl je Behälter wurde folgende Klassifizierung des Verunreinigungsgrads erstellt. Zusätzlich dienen Fotos dem Verständnis der Qualitätsabstufungen:

Tabelle 2: Klassifizierung des Verunreinigungsgrads des Bioabfalls. (Eigene Darstellung)

Verunreinigungsgrad	Definition	Beispiel
1	keine Fehlwürfe	 Abbildung 8: Der Inhalt eines Bioabfallbehälters mit dem Verunreinigungsgrad 1, ohne Fehlwürfe. (Eigene Aufnahme, Hitzendorf, 19.10.2016)
2	1 bis 2 Fehlwürfe	

<p style="text-align: center;">3</p>	<p>3 bis 4 Fehlwürfe</p>	 <p>Abbildung 9: Der Inhalt eines Bioabfallbehälters mit dem Verunreinigungsgrad 3, mit 3 bis 4 Fehlwürfen. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 31.10.2016)</p>
<p style="text-align: center;">4</p>	<p>5 bis 6 Fehlwürfe</p>	
<p style="text-align: center;">5</p>	<p>7 Fehlwürfe und mehr</p>	 <p>Abbildung 10: Der Inhalt eines Bioabfallbehälters mit dem Verunreinigungsgrad 5, mit 7 und mehr Fehlwürfen. (Eigene Aufnahme, Hitzendorf, 19.10.2016)</p>

2.2.2. Siedlungsstruktur

In diesem Unterkapitel wird die angewandte Methodik zur Klassifizierung der Siedlungsstruktur in den Untersuchungsgemeinden vorgestellt. Weiters wird sie anhand ausgewählter Literatur beschrieben.

Um Zusammenhänge der Siedlungsstruktur auf die Bioabfallqualität zu untersuchen, war eine Einteilung der Bioabfallbehälter nach ihrer Herkunft notwendig. Auch dabei wurde eine quantitative Methode der Datenerhebung gewählt. Durch Kategorien werden geordnete Datenmengen erhoben, welche durch anschließende Schematisierung intersubjektiv überprüfbar gemacht werden können (Mattisek et al. 2013, S. 35). Dazu wurden drei unterschiedliche Siedlungsstrukturen definiert, denen die untersuchten Biotonnen zugeteilt wurden. Auch anhand der Dichte der zu entleerenden Behälter sowie deren Volumen in Liter (120 oder 240 Liter), kann aufgrund variierender

2. Methodik und Beurteilungsschema der Untersuchung

Abfallmengen auf die Siedlungsstruktur zurückgeschlossen werden. Während der Kontrollen mit der Müllabfuhr wurden die Bioabfallbehälter dem zugehörigen Gebäude nach Erscheinungsbild zugeteilt.

Im Folgenden werden die ausgewählten Siedlungsstrukturen in Anlehnung an Kranert (2010, S. 597) dargestellt:

Mehrfamilienhausbebauung (S1): Offene und geschlossene Wohnsiedlung mit Mehrfamilienhäusern, wobei mindestens drei Vollgeschosse oder mindestens sechs Wohneinheiten je Eingang vorhanden sind. Daraus ergibt sich eine große Behälterzahl pro Ladepunkt und oft weite Antransportwege der Sammelbehälter.

Ein- und Zweifamilienhausbebauung (S2): Wohngebiet mit Ein- und Zweifamilienhäusern in aufgelockerter (ländlicher) oder verdichteter (urbaner) Bebauung. Daraus resultieren viele Ladepunkt mit wenigen Behältern, in oft unregelmäßigen Abständen. Der Einfluss von Gartenabfällen ist in dieser Siedlungsstruktur groß.

Zusätzlich war die Definition einer weiteren Siedlungsstruktur notwendig, um allen unterschiedlichen Strukturen im Untersuchungsgebiet gerecht zu werden.

Gewerbe, Gastronomie und öffentliche Einrichtungen (S3): Einrichtungen, welche zu keiner der oben genannten Siedlungsstrukturen passen, da sie eine gewerbliche, gastronomische oder öffentliche Funktion haben. Dazu zählen sowohl Werkstätten, Gaststätten, Supermärkte sowie Schulen, Kindergärten und administrative Einrichtungen. Die Anzahl an Behältern kann je nach Einrichtung stark variieren. Der Einfluss von Gartenabfällen ist abhängig von der Art der Einrichtung.

2.2.3. Sammelsysteme

In den Untersuchungsgemeinden im Bezirk Graz-Umgebung kommen bei der Bioabfallsammlung lediglich 120- und 240-Liter-Behälter zum Einsatz. Erstere können durch einen Kunststoffeinsatz zu 90 Liter Behältern verkleinert werden, was jedoch nur sehr selten der Fall ist. Grundlegend unterscheiden kann man die Sammelsysteme in den Untersuchungsgemeinden lediglich durch eine optionale Vorsichtung. Ansonsten ist die Sammlung der Bioabfälle weitgehend standardisiert und kaum differenzierbar (siehe Kapitel 3.4). Als Paradebeispiel kann die Bioabfallsammlung in der Gemeinde Dobl-Zwaring gesehen werden, die eine Vorsichtung sowie, wenn notwendig, eine dementsprechende Ermahnung und Information der BewohnerInnen beinhaltet (siehe Kapitel 4.1).

2.3. Personenbefragung mittels Fragebogen

Eine weitere empirische Methode ist die Befragung von BewohnerInnen zu ihrem Entsorgungsverhalten und persönlichen Wissensstand zur Thematik Bioabfall mittels Fragebogen.

2. Methodik und Beurteilungsschema der Untersuchung

Der verwendete Fragebogen befindet sich im Anhang dieser Arbeit. Befragt wurden Personen aus folgenden 16 Gemeinden des Bezirks Graz-Umgebung: Deutschfeistritz, Dobl-Zwaring, Feldkirchen bei Graz, Frohnleiten, Gössendorf, Gratkorn, Gratwein-Straßengel, Kainbach bei Graz, Kalsdorf bei Graz, Fernitz-Mellach, Peggau, Raaba-Grambach, Seiersberg-Pirka, Semriach, Übelbach und Vasoldsberg. Eine Analyse der gewonnenen Statistik soll die Untersuchung der Bioabfallqualität zusätzlich stützen und weitere Kausalzusammenhänge klären (siehe Kapitel 6 und 7). Dazu wurden bei einer Einwohnerzahl von 148.830 (Landesstatistik Steiermark 2017e, Stand 1.1.2016) 303 Personen im Bezirk Graz-Umgebung befragt.

Bei einer Stichprobengröße (n) von 303 Befragten beträgt der Stichprobenfehler (d) gemäß der Formel $d = \sqrt{\frac{1}{n}} 6$ %. Die Umfrageergebnisse haben somit eine Sicherheit von 94 %. (Mayer 2013, 66f)

Eine weitere empirische Befragung zur Ursachenforschung von Fehlwürfen im Bioabfall wäre wünschenswert. Im Zuge dieser Arbeit konnten aufgrund des Umfangs lediglich mögliche Ursachen diskutiert werden (siehe Kapitel 7). Somit ist Raum für weitere Untersuchungen vorhanden, welche sich auf die Gründe von BewohnerInnen, Störstoffe in die Biotonne zu werfen, konzentrieren sollten.

Die gewählten Methoden der empirischen Datenerhebung und der weitreichenden Umfrage im Bezirk Graz-Umgebung sind passende Instrumente, um die Analyse der Bioabfallqualität in Zusammenhang mit der Siedlungsstruktur und dem Sammelsystem durchzuführen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in den Kapiteln 4, 5 und 6 präsentiert. Kapitel 8 stellt zusätzlich Zusammenhänge der Bio- und Restabfallqualität in ausgewählten Untersuchungsgemeinden dar.

3. Theoretische Grundlagen

In diesem Kapitel werden notwendige Definitionen, welche in Zusammenhang mit den Untersuchungen stehen, erläutert. Dazu zählen die Begriffe Abfallwirtschaft, Bioabfall, Fehlwürfe, Sammelsystem, Siedlungsstruktur und Vorsammelsäcke. Weiters werden die theoretischen Grundlagen der durchgeführten Untersuchung beschrieben. Diese umfassen die Definition der Bioabfallqualität sowie Einflüsse von Vorsammelsäcken und Fehlwürfen.

3.1. Abfallwirtschaft

Laut Landes-Abfallwirtschaftsplan Steiermark bezieht sich Nachhaltigkeit in der Abfallwirtschaft auf Abfallvermeidung und Abfallbehandlung im Sinne von Verwertung und Beseitigung (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2010, S. 11). Das Steiermärkische Abfallwirtschaftsgesetz 2004 liegt dem Landes-Abfallwirtschaftsplan zugrunde und nennt als Grundprinzipien der steirischen Abfallwirtschaft das Vorsorgeprinzip und die Nachhaltigkeit (Das Land Steiermark 2004, S. 243). Optimierung wird im Sinne der Nachhaltigkeit in Zusammenhang mit einer möglichst geschlossenen Kreislauf- und Stoffflusswirtschaft gesehen. Optimierungen im Kreislaufsystem durch stoffliche und energetische Verwertung sowie Wiederverwendung könnten den Primärbedarf an Rohstoffen und unverwertbaren Endprodukten auf ein Minimum reduzieren (Pomberger 2010, S. 85). Ähnliche Ziele (z. B. Abfallvermeidungsprogramm) der nachhaltigen Abfallwirtschaft sind auch im Bundesabfallwirtschaftsplan (2011) zu finden. In ihm ist, laut Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2011, S. 8), folgende Abfall-Hierarchie beschrieben:

1. Abfallvermeidung
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung
3. Recycling
4. sonstige Verwertung (z. B. energetische Verwertung)
5. Beseitigung

In Bezug auf Bioabfall ist die Abfallvermeidung lediglich in Bezug auf Lebensmittel sinnführend. Also dahingehend, dass möglichst wenig Lebensmittel verschwendet und weggeworfen werden. Gegen eine quantitativ zahlreiche Sammlung von anderen biologischen Abfällen, wie beispielsweise Grünschnitt und Gartenabfällen, ist nichts einzuwenden. Denn größere Mengen gesammelten Bioabfalls bedeuten auch mehr biologische Ressource zur Kompost- oder Biogaserzeugung. Vorbereitung zur Wiederverwendung bedeutet in der Bioabfallfraktion Aufbereitung zur Kompostierung oder energetischen Nutzung. Aufgrund von Fehlwürfen ist dieser Schritt häufig mit einem zeit- und kostenintensiven Mehraufwand verbunden. Vor allem die händische Entfernung

3. Theoretische Grundlagen

wurde in diesem Zusammenhang bereits genannt. Zusätzlich zu dieser werden herkömmliche technische Verfahren zur Aufbereitung angewendet (siehe Kapitel 3.3). Nächster Schritt in der Abfall-Hierarchie stellt das Recycling dar, das, bezogen auf Bioabfall, die Kompostierung ist. Auch eine energetische Verwertung (z. B. in Biogasanlagen) der biologischen Abfälle ist möglich. Durch eine qualitativ hochwertige, getrennte Bioabfallsammlung bleibt eine Beseitigung von Reststoffen am Ende der Bioabfall-Hierarchie aus. Endprodukte wie Kompost und Biogas können genutzt werden und bilden damit einen geschlossenen Kreislauf. Lediglich im Bioabfall enthaltene Fehlwürfe müssen entfernt und gesondert in Container gesammelt und verwertet werden.

Handlungsfelder der Abfallwirtschaft können in vier Bereiche gegliedert werden (siehe Abbildung 11). Sie bilden eine Verfahrenskette, welche einen Teil der Stoffflusswirtschaft darstellt. Nachhaltigkeit ist dabei in jeden Bereich zu integrieren. Diese Arbeit konzentriert sich in erster Linie auf den Bereich der Sammlung und des Transports von Siedlungsabfällen, welcher dem Aufgabenbereich der Gemeinden und Abfallwirtschaftsverbänden unterliegt. Dieser Aufgabenbereich kann beispielsweise durch eine Optimierung der Transportwege oder Qualitätskontrollen bei der Bioabfallsammlung nachhaltig beeinflusst werden.



Abbildung 11: Verfahrenskette der Abfallwirtschaft. (Arbeitsgrundlage: Pretz T., et al., 2012, S. 157. Veränderte Darstellung)

Die steirische Abfallwirtschaft ist mit 400 Mitgliedsbetrieben, 3.000 MitarbeiterInnen und 500 Mio. Euro Jahresumsatz ein wichtiger Wirtschaftssektor. Investitionen in Forschung und Entwicklung zukunftsweisender Technologien sorgten für Innovationen im Bereich der Abfallsortiertechnik und der Umwelttechnologie. Diese wurden nicht zuletzt durch Lehre und Forschung der Abfallwirtschaft an den drei steirischen Bildungseinrichtungen – Montanuniversität Leoben, Technische Universität Graz sowie der Karl-Franzens-Universität Graz – ermöglicht. Die gute infrastrukturelle Ausstattung der Abfallwirtschaft mit zahlreichen Anlagen für die Abfallbehandlung und -verwertung in der Steiermark resultiert in einer hohen Trennquote. Für die Verwertung von biogenen Abfällen stehen steiermarkweit 70 Anlagen zur Kompostierung sowie 44 Anlagen zur Biogaserzeugung zur Verfügung. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2010, S. 13)



Abbildung 12: Die abfallwirtschaftliche Hierarchie laut Steiermärkischem Abfallwirtschaftsgesetz 2004. (Eigene Darstellung nach Das Land Steiermark 2004, S. 245)

Die Aufgabenzuordnung der steirischen Abfallwirtschaft lässt sich als Hierarchie beschreiben und ist unter § 6 im Steiermärkischem Abfallwirtschaftsgesetz 2004 festgehalten (Das Land Steiermark 2004, S. 245, siehe Abbildung 12). Der Dachverband der Steiermärkischen Abfallwirtschaftsverbände steht über allen steirischen Abfallwirtschaftsverbänden; so auch über dem Abfallwirtschaftsverband Graz-Umgebung. Dieser kommuniziert mit seinen Vertragsgemeinden und nimmt eine beratende und unterstützende Funktion bei abfallwirtschaftlichen Problemstellungen ein. Auch die Planung der Abfallwirtschaft und die Beseitigung und Verwertung von Siedlungsabfällen (in Behandlungsanlagen) fällt in seinen Aufgabenbereich. (Abfallwirtschaftsverbände 2017)

Die Vertragsgemeinden sind Mitglieder des AWV. Für die Sammlung und Abfuhr von Siedlungsabfällen in einem Gemeindegebiet haben die Gemeinden selbst zu sorgen (Das Land Steiermark 2004, S. 245). Sie nehmen dafür die Dienstleistungen von Entsorgungsunternehmen in Anspruch. Basis der abfallwirtschaftlichen Aufgabenzuordnung bildet die Bevölkerung, mit der moralischen Verpflichtung der sachgemäßen Entsorgung und Sammlung ihrer Abfälle.

Zahlreiche Instrumente unterstützen die nachhaltige Entwicklung der Abfallwirtschaft in Form von Gesetzen, Plänen und Konzepten. Ihr Ziel ist es, nachhaltige Gesichtspunkte langfristig in der Abfallwirtschaft und den Köpfen aller Beteiligten zu verankern. Letztendlich sind BürgerInnen KonsumentInnen und somit ProduzentInnen von Siedlungsabfällen. Deren Einbindung und Information in abfallwirtschaftliche Prozesse kann zur Bewusstseinsförderung, bis hin zu einer nachhaltigeren Stoffflusswirtschaft, beitragen.

3. Theoretische Grundlagen

Komplexe Strukturen abfallwirtschaftlicher Interessen durch teilnehmende Akteure am Abfallprozess sind von Bedeutung. Für den Hersteller von Produkten ist die Verpackung und somit der später anfallende Abfall meist zweitrangig und wird in erster Linie aus ökonomischer Sicht betrachtet. Demnach soll sie möglichst kostengünstig, hygienisch, stabil und für Kunden ansprechend sein. Konsumenten eines Produktes nutzen dieses und sind nach dessen Verwendung daran interessiert, sich des anfallenden „Rests“ schnellstmöglich zu entledigen. Zuständige Entsorgungsdienstleister stehen meist unter Zeitdruck und erledigen die vorgegebene Aufgabe der Abfallsammlung dementsprechend effizient. Behandlungsanlagen haben wiederum Interesse an den Siedlungsabfällen, da man Müll als wertvolle Ressource erkannt hat. Die Gemeinden beauftragen Entsorgungsunternehmen und sind im Interesse der Bevölkerung an einer möglich kostengünstigen Sammlung interessiert. Nicht selten führen diese unterschiedlichen Interessen auch zu Interessenskonflikten der einzelnen Parteien. In jedem Fall sind diese Interessen der Akteure bei der Analyse von abfallwirtschaftlichen Strukturen zu berücksichtigen.

Eine Sonderstellung der Abfallwirtschaft ergibt sich dadurch, dass diese der Produktionsgesellschaft gegenüber steht und sämtliche Abfälle aller anderen Branchen in all ihrer Menge und Heterogenität entsorgt. Der abfallwirtschaftliche Sektor steht der ausdifferenzierten Produktionsseite einsam gegenüber. (Scharff 2010, S. 63) Eine weitere Sonderstellung der Abfallwirtschaft entsteht durch die große Zahl an beteiligten Akteuren. Grund dafür ist, dass vier Transaktionspartner am Abfallprozess beteiligt sind. Diese sind der AbfallproduzentIn (BewohnerIn), der Entsorgungsdienstleister, der Abnehmer der Abfälle (Behandlungsanlagen etc.) und die Gemeinden bzw. der AWV als Abnehmer der Dienstleistung. (Gelbmann 2010, S. 104)

Siedlungsabfälle durchlaufen als Verpackung oder Produkt über Haushalte, Sammlung, Behandlung und Verwertung einen weiten Weg innerhalb des abfallwirtschaftlichen Systems (siehe Abbildung 13). Um durch das Zusammenspiel unterschiedlicher Akteure eine Verbesserung der Bioabfallqualität zu erreichen, ist ein Paradigmenwechsel – weg von der Entsorgungswirtschaft, hin zur Versorgungswirtschaft – notwendig (Kranert et al. 2016, S. 329).

Als **Produzenten** können die Hersteller von Produkten bezeichnet werden, welche auch primär für die Menge und Art der verwendeten Ressourcen verantwortlich sind. Sie sind laut EU-Richtlinien zur Vermeidung, Verwertung und umweltverträglichen Beseitigung ihrer Abfälle selbst verantwortlich (Knoch W., 2010, S.93). In ihrer Verantwortung liegt auch die Zusammensetzung von Verpackungen und Produkten, welche später als Abfall entsorgt werden.

Erst seit den 1990er-Jahren hat die Rolle der Produktion, Distribution und des Konsums als Abfallerzeuger Berücksichtigung gefunden. Die Verantwortung der Produzenten für Produktreste und

3. Theoretische Grundlagen

Verpackungen wurden durch quantitative Vorgaben für den produzierenden Sektor (z. B. durch die Verwertungsquote) in Form von Zielen konkretisiert. (Scharff 2010, S. 65ff)

Unklare stoffliche Zusammensetzungen von Produkten und Verpackungen durch unzureichende Kennzeichnung oder Information führen unweigerlich zu Irritationen und Unsicherheiten der BürgerInnen beim Trennen. In Folge dessen können Abfälle nicht eindeutig einer Fraktion zugeordnet werden, woraufhin Fehlwürfe entstehen. Ein Beispiel dafür ist der Teebeutel auf Mineralölbasis, der aufgrund seiner Zusammensetzung in den Restabfall und nicht in die Biotonne gehört (siehe Kapitel 3.3). Fragliche Entscheidungen in der Herstellung von Produkten dieser Art liegen im Verantwortungsbereich der Produzenten. Klare gesetzliche Regelungen sind notwendig, um klare Bedingungen bei der Abfalltrennung zu schaffen. In jedem Fall sollte es verpflichtend sein, Hinweise zur korrekten Trennung der (Verpackungs-)Bestandteile eines Produkts an diesem anzubringen.

Sobald **Konsumenten** Produkte konsumieren, fällt die Verantwortung mit dem Umgang der Abfälle in ihre Hände. Die korrekte Trennung der Abfälle ist damit Aufgabe von BewohnerInnen. Wer falsche Abfallfraktionen in die Sammelbehälter einbringt, begeht eine Verwaltungsübertretung, welche mit einer Geldstrafe bis zu € 30.000 oder mit bis zu sechs Wochen Ersatzfreiheitsstrafe bestraft werden kann (Das Land Steiermark 2004, S. 248).

Durch den Eigentumsübergang laut Steiermärkischem Abfallwirtschaftsgesetz 2004 § 12, wird Abfall mit dem Aufladen auf ein Fahrzeug der öffentlichen Hand Eigentum der jeweiligen Abfallwirtschaftsverbände (Das Land Steiermark 2004, S. 246). Damit gelangen Abfälle in den Besitz der **Destruenten**, welche Entsorgungsdienstleister und Abfallverwerter sind. Wird der Abfall einer Behandlungsanlage zugeführt, geht das Eigentum an den/die BetreiberIn der Anlage über (Das Land Steiermark 2004, S. 246).

Ein Ziel der Abfallwirtschaft ist es, aus heterogenen Abfällen hochkonzentrierte, reine Teilströme zu schaffen (Scharff 2010, S. 68). Wiederverwertete Ressourcen können so von Produzenten erneut genutzt werden und es entsteht eine nachhaltige Stoffflusswirtschaft. Im Falle des Bioabfalls wäre diese Ressource Biogas oder Kompost, welcher von Landwirten und (privaten) Gärtnern zur Bodenanreicherung verwendet werden kann.

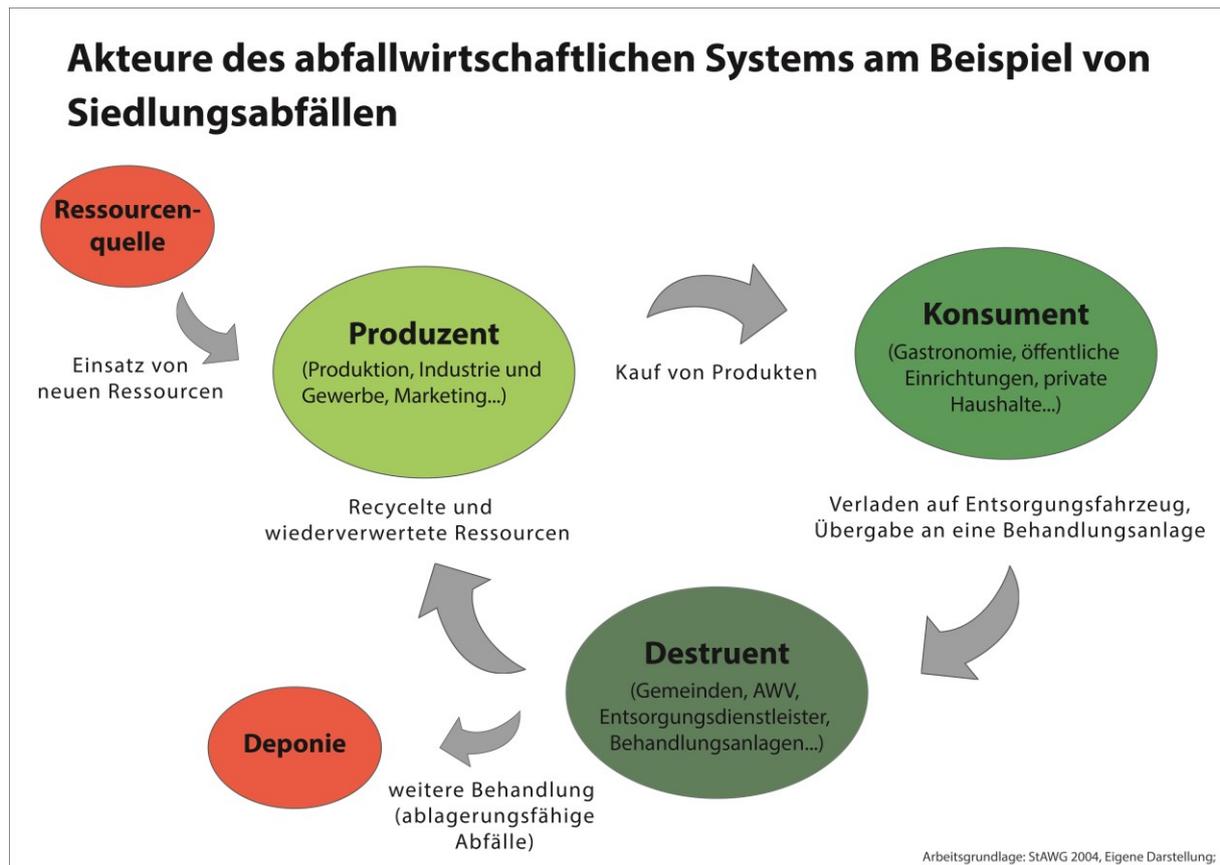


Abbildung 13: Akteure des abfallwirtschaftlichen Systems am Beispiel von Siedlungsabfall. (Arbeitsgrundlage: Das Land Steiermark 2004, Eigene Darstellung)

„Die kommunale Abfallwirtschaft hat sich in den letzten Jahren sehr rasch von der reinen Abfallbeseitigung zu einem Instrument der Nachhaltigkeit mit vielfältigen Aufgaben entwickelt.“ (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2005, S. 1). Dieser Paradigmenwandel zeigt, dass eine kontinuierliche Adaption der Maßnahmen notwendig ist, um eine stetige und nachhaltige Weiterentwicklung der Abfallwirtschaft zu gewährleisten. Ein neues Interessensfeld ist auch die Thematik dieser Untersuchung, die sich mit der Bioabfallqualität in Bezug auf die Siedlungsstruktur und das angewandte Sammelsystem beschäftigt. Das Interesse des Dachverbandes der Steirischen Abfallwirtschaftsverbände an diesem Thema zeigt, dass Forschungsbedarf besteht, um den Weg einer nachhaltigen, angepassten Abfallwirtschaft auch weiterhin zu verfolgen.

Die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit sind in die gesamtheitliche Betrachtung der Untersuchungen einzubeziehen, jedoch ist deren Zielsetzung in erster Linie ökologisch ausgerichtet. Qualitativ hochwertiger Bioabfall ist umweltrelevant, denn Kunststoffe sind bereits vielerorts in unserem Ökosystem zu finden. Über Mikroteilchen im Kompost gelangen diese auf unsere Äcker und Felder. Trotz dieser ökologischen Dominanz der Thematik ist auch die ökonomische und soziale Dimension nicht auszuschließen. Denn eine qualitativ hochwertige und quantitativ zahlreiche Bioabfallsammlung ist auch aus wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Gründen interessant.

3. Theoretische Grundlagen

Störstoffe im Bioabfall sind aus ökonomischer Sicht durch ihre Kostenintensität belastend. Gesellschaftlich sind die Ursachen von Fehlwürfen im Bioabfall von Interesse.

Erst der Mensch hat den natürlichen Kreisläufen durch seine unvollkommenen Kreisläufe hineingefuscht. Denn in der Natur gibt es keinen Abfall. Entstehen Abfälle, bewegen sich diese in neue Kreisläufe hinein, aus denen es keinen endgültigen Ausstieg mehr gibt. (Prisching 2010, S. 29) So kann auch die nachhaltige Abfallwirtschaft, welche als geschlossenes System mit internen Abstimmungen und Stoffflüssen agiert, nicht ohne Auswirkungen auf Umwelt und Natur existieren. Jedoch sind Grundsätze zur Verminderung negativer ökologischer Auswirkungen, wie die Vermeidung von Abfallablagerungen auf Deponien sowie die bestmögliche Behandlung und Wiederverwertung von Abfällen, ein Schritt in diese Richtung. Unerfülltes Ziel der Abfallwirtschaft ist dennoch ein Zero-Waste-Status, in dem keine Abfälle mehr einer Ablagerung bedürfen und alle Bestandteile des Abfall-Kreislaufes wiederverwertet werden können.

3.2. Bioabfall

An dieser Stelle werden unterschiedliche Definitionen des Bioabfall-Begriffs präsentiert; die Entwicklung sowie Prognosen der Bioabfallsammlung in der Steiermark werden dargestellt.

Zu den biogene Siedlungsabfällen (Bioabfall) gehören laut Landesabfallwirtschaftsplan Steiermark 2010 folgende Abfälle:

- Bioabfall getrennt gesammelt (Biotonne),
- kommunale Garten- und Parkabfälle,
- Friedhofsabfälle. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2010, S. 48)

Nicht alle biogenen Abfälle werden demnach in der Biotonne gesammelt. „Bei den getrennt zu sammelnden biogenen Siedlungsabfällen handelt es sich gemäß § 4 Abs. 4 Z. 2 StAWG 2004 um kompostierbare Siedlungsabfälle, wie z. B. Küchen-, Garten-, Markt- oder Friedhofsabfälle.“ (Abfallwirtschaftsverband Graz-Umgebung 2013, S. 36). Grünschnitt und sperrige biologische Abfälle (z. B. Äste) müssen, wenn keine Eigenkompostierung stattfindet, in den kommunalen Altstoffsammelzentren entsorgt werden.

Nach Bilitewski et al. (2009, S. 60) sind Bioabfälle „im Siedlungsabfall enthaltene biologisch abbaubare nativ- und derivativ-organische Abfallanteile (z. B. organische Küchenabfälle, Gartenabfälle).“ Laut § 8 des Steiermärkischen Abfallwirtschaftsgesetzes ist jeder Anrainer dazu verpflichtet, seinen Abfall über die öffentliche Abfuhr sammeln und abführen zu lassen (Das Land Steiermark 2004, S. 245). Wer keine Eigenkompostierung betreibt, muss also seinen Bioabfall über einen entsprechenden Bioabfallbehälter fachgerecht entsorgen. Der getrennt gesammelte Bioabfall wird anschließend in entspre-

3. Theoretische Grundlagen

chenden Anlagen behandelt und recycelt. Dieser Vorgang wandelt Bioabfall in wertvollen Kompost um. Laut Abfallrahmenrichtlinie Abs. 35 ist eine getrennte Sammlung und ordnungsgemäße Behandlung der Bioabfälle im Sinne der Reduzierung der Treibhausgasemissionen und im Einklang mit der Abfallhierarchie zu fördern. Dazu gehören die Herstellung umweltverträglicher Komposte und anderer Endprodukte aus Bioabfall. (Europäisches Parlament und der Rat der Europäischen Union 2008, S. 5)

Um eine Verunreinigung des nährstoffreichen Humus zu verhindern, ist die wichtigste Voraussetzung der Kompostherstellung deren hohe Qualität aus getrennter Sammlung (Otto 2004, S. 1). Nicht nur sind zusätzliche Kosten durch die Verunreinigung problematisch, auch die Zerkleinerung der im Bioabfall verbliebenen (Kunststoff-)Fehlwürfe im Laufe des Kompostierprozesses ist gefährlich. Resultat dieser Mikropartikel kann ein Qualitätsverlust des Kompostes, in Folge eines zu hohen Schadstoffanteils, sein. Während auf einem Bauernhof der Misthaufen meist als wertvolle Ressource gesehen wird, ist die Biotonne in der Stadt eine Form des Abfalls. Die geringe Wertschätzung der biologischen Abfallfraktion kann daher Mitgrund für eine geringere Achtsamkeit im Umgang mit dieser sein. (Prisching 2010, S. 29)

Betrachtet man die Entwicklung der Abfallsammlung in der Steiermark, lässt sich erkennen, dass sich die Menge der gesammelten, kommunalen Abfälle von 1990 (311.179 Tonnen) bis 2008 (548.155 Tonnen) fast verdoppelt hat (siehe Abbildung 14). Grund dafür ist das gestiegene Gesamtabfallaufkommen von 266 kg/EW im Jahr 1990 auf 421 kg/EW im Jahr 2008. Während der Anteil des Restabfalls von 238.616 Tonnen im Jahr 1990 auf 148.052 Tonnen im Jahr 2008 zurückging, konnten sich weitere Abfallfraktionen entwickeln, so auch die des Bioabfalls. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2010, S. 50)

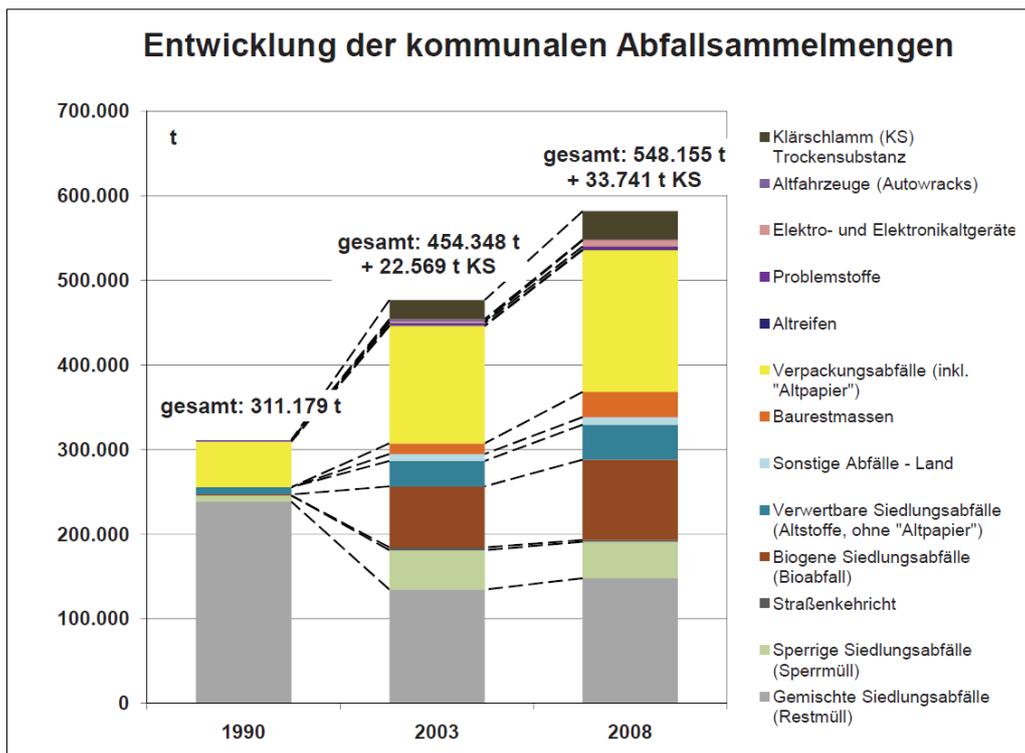


Abbildung 14: Gesamtaufkommen aller über kommunale Strukturen gesammelten Abfälle in den Jahren 1990, 2003 und 2008. (Arbeitsgrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2010, S. 50)

Eine getrennte Bioabfallsammlung findet in der Steiermark seit 1989 statt (Beigl und Lebersorger 2010, S. 14). Nicht nur die Wertschätzung der Bioabfälle ist in den letzten Jahren gestiegen, sondern auch deren Menge aus getrennter Sammlung (siehe Tabelle 3). Wurden im Jahr 1990 in der Steiermark jährlich 1.163 Tonnen Bioabfall gesammelt, waren es im Jahr 2003 schon 72.215 Tonnen sowie 2008 sogar 95.136 Tonnen. Hinzu kommt, dass im Jahr 1990 lediglich eine Sammlung biogener Abfälle über die Biotonne stattfand. Erst 1995 erfolgte auch eine Sammlung von biogenen Friedhofsabfällen sowie 1996 von kommunalen Garten- und Parkabfällen. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2010, S. 180) Verglichen mit dem Jahr 2014 und einer Sammelmenge von 112.151 Tonnen, betrug die Menge der gesammelten Bioabfälle in der Steiermark 1990 nur 1,04 % (Abfallwirtschaft Steiermark 2017).

Prognosen laut Beigl und Lebersorger (2010, S. 6ff) sagten eine Steigerung der gesammelten biogenen Siedlungsabfälle bis 2020 auf 95.422 Tonne voraus. Diese Prognose wurde bereits 2014 mit 112.151 Tonnen gesammelten Bioabfällen überschritten. Anhand dieser Entwicklungen wird das zum Teil ungenutzte Potenzial der Bioabfallfraktion sichtbar und legt nahe, dass der volle Abschöpfungsgrad trotz starker Zunahme der Sammelmengen seit 1989 noch nicht erreicht ist.

3. Theoretische Grundlagen

Tabelle 3: Entwicklung der kommunalen Sammlung biogener Siedlungsabfälle in der Steiermark von 1990 bis 2008. (Eigene Darstellung, Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2010, S. 180, Abfallwirtschaft Steiermark 2017)

Jahr	Biogene Siedlungsabfälle gesamt in t/a	getrennt gesammelter Bioabfall (Biotonne) in t/a	biogene Friedhofs-, Garten-, und Parkabfälle in t/a
1990	1.163	1.163	-
2003	72.215	56.224	15.991
2008	95.136	67.859	27.277
2014	112.151	68.343	43.808

Um eine dauerhaft, qualitativ hochwertige Bioabfallsammlung zu gewährleisten, sind folgende Schritte in den Gemeinden unabdingbar:

- **Information** der BewohnerInnen durch den AWV,
- unangekündigte **Kontrollen** des anfallenden Bioabfalls in unregelmäßigen Abständen,
- **Konsequenzen** für betroffene Haushalte bei wiederholt erkannter Verunreinigung des Bioabfalls.

Erst wenn diese drei Handlungsabläufe kontinuierlich umgesetzt werden, kann es zu einer permanenten Verbesserung der Bioabfallqualität kommen. Information mag ein notwendiger und auch bereits umgesetzter Teil dieses Prozesses sein, doch ohne Kontrollen des Bioabfalls und darauffolgenden Konsequenzen kann keine bedeutende Verbesserung garantiert werden.

3.3. Fehlwürfe

„Ein in der Abfallwirtschaft (getrennte Sammlung von Abfall) gebräuchlicher Term für Abfall, der in die falschen Sammelbehälter geworfen wird, z.B. Kunststoffverpackungen in der Biotonne.“ (Abfall-Entsorgungs- und Verwertungs GmbH 2005, S. 12). Im Falle des Bioabfalls müssen diese, wie bereits erwähnt, vor und während des Kompostierprozesses oder der energetischen Nutzung aufwändig entfernt werden. Diese Entfernung kann teilweise automatisch stattfinden, jedoch stellt dabei vor allem Kunststoff ein Problem dar. Dieses kann auch in modernen Anlagen nicht vollständig automatisch entfernt werden und muss zumindest mithilfe eines Fließbands händisch entfernt werden. Im Bezirk Graz-Umgebung sind vor allem kleine private Kompostierer tätig, die eine händische Vorsortierung des Bioabfalls durchführen (siehe Abbildung 15). Siebung und Windsichtung werden jedoch auch in diesen Anlagen angewendet, um Störstoffe zu entfernen.

3. Theoretische Grundlagen



Abbildung 15: Händische Entfernung von Störstoffen aus dem Bioabfall in der landwirtschaftlichen Kompostieranlage Pongratz. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 30.08.2016)

Aufgrund der Gefahr von möglichen enthaltenen Stoffen im Bioabfall, wie spitzen, scharfen Gegenständen und der Freisetzung von Bioaerosolen, ist eine manuelle (händische) Sortierung des Bioabfalls im Sinne des Dienstnehmerschutzes nicht wünschenswert. Mechanische Verfahren zur Entfernung von Störstoffen aus dem Bioabfall wie beispielsweise Siebung, Windsichtung oder die Abscheidung von Metallen sind zu bevorzugen. (Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2005, S. 81) Eine Entfernung von Störstoffen aus dem Bioabfall findet je nach Verschmutzungsgrad einmal oder mehrmals, vor und nach der Rotte statt. Diese Sortierverfahren werden im Zuge einer Zerkleinerung und Mischung vor der Hauptrotte sowie einer Siebung und Aufbereitung im Anschluss an die Nebenrotte durchgeführt (siehe Abbildung 17).



Abbildung 16: Sortiermaschine in einer geschlossenen Kompostanlage. (Dachverband AWV 2017)

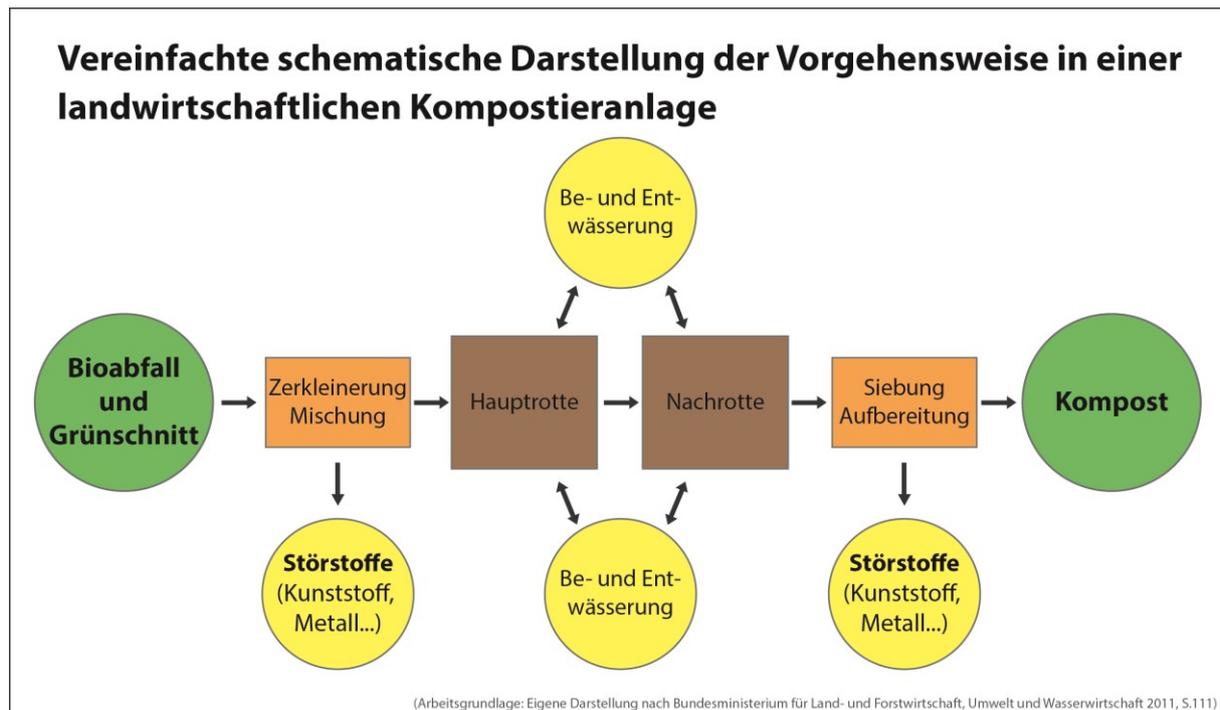


Abbildung 17: Vereinfachte schematische Darstellung der Vorgehensweise in einer landwirtschaftlichen Kompostieranlage. (Eigene Darstellung verändert nach Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2011, S. 111)

Nicht immer ist biogener Abfall eindeutig einer Fraktion zuzuordnen. Grund dafür sind unter anderen uneinheitliche Regelungen welche durch unterschiedliche Formen der Behandlungsanlagen notwendig werden. Technisch voll ausgestattete, geschlossene Anlagen verfügen über die Möglichkeit optimale Bedingungen (z. B. durch Heizung) zur raschen Kompostierung zu schaffen. Dadurch können beispielsweise Knochen kompostiert werden und sind in diesen Regionen in der Biotonne erlaubt. In den steirischen Anlagen findet eine landwirtschaftliche Kompostierung unter freiem Himmel statt. Diese Anlagen verfügen nicht über die technische Ausstattung um gewisse Bestandteile (wie z.B. Knochen) in der vorgesehenen Zeit zu kompostieren.

„Die Bewirtschaftung von Siedlungsabfällen ist Regelungskompetenz der Länder. Demnach werden je nach Vorhandensein erforderlicher Anlagenkapazitäten in einigen Bundesländern Bioabfälle überwiegend einer Vergärung in überörtlichen Biogasanlagen zugeführt, teils in geschlossene Anlagen (bei gesichertem Erreichen eines entsprechenden Temperaturniveaus für den thermophilen Abbau) kompostiert oder wie in der Steiermark üblich, einer landwirtschaftlichen Kompostierung zugeführt. Entsprechend muss hier auch durch unterschiedliche Öffentlichkeitsarbeit in der Sammlung reagiert werden.“ (Dr. Schreyer, Geschäftsführer des Dachverbands der Steirischen Abfallwirtschaftsverbände, 17.02.2017)

3. Theoretische Grundlagen

Diese Umstände werden auch in der Öffentlichkeitsarbeit, wie beispielsweise im Zuge der „Apfelbutzn-Razzia“ berücksichtigt (siehe Abbildung 18 und Abbildung 19). Eine Definition des Bioabfalls findet dabei in der Steiermark ohne Knochen, in Gebieten mit geschlossenen Behandlungsanlagen mit Knochen statt.

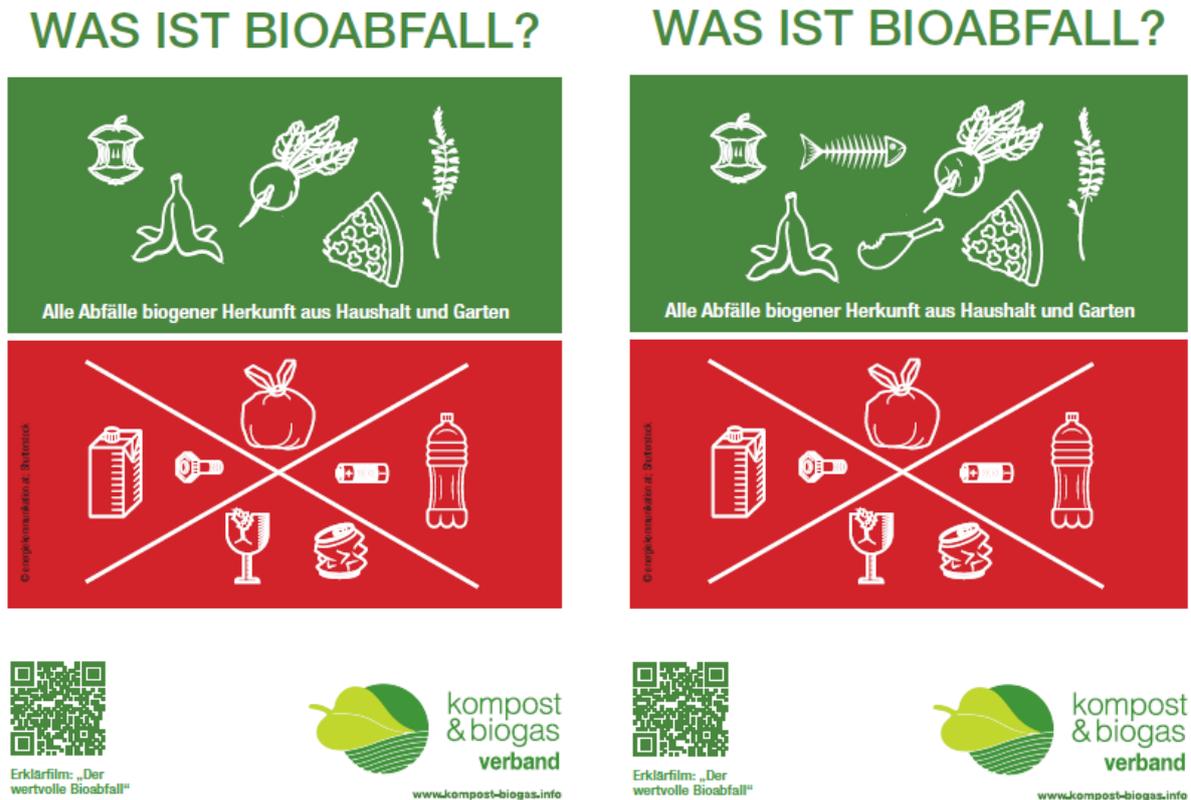


Abbildung 18: Steirische Variante der Bioabfalldefinition im Zuge der "Apfelbutzn-Razzia", ohne Knochen. (Kompost und Biogas Verband 2017)

Abbildung 19: Original Variante der Bioabfalldefinition im Zuge der "Apfelbutzn-Razzia", mit Knochen. (Kompost und Biogas Verband 2017)

Diese unterschiedlichen Regelungen und Definitionen des Bioabfalls können in Kombination mit Informationsdefizit, zur Verwirrung der Bevölkerung führen. Bestimmte Bestandteile wie Knochen, Kehricht oder Fleischabfälle sind in der Steiermark in den Bioabfallbehältern verboten. Fleischabfälle können in offenen Kompostieranlagen zum Anlocken von Nagetieren und Ungeziefer führen. Abfälle dieser Art gehören trotz ihrer (teilweisen) biogenen Bestandteile in den Restabfall. Grund dafür sind die stoffliche Zusammensetzung oder auch Größe, welche den Kompostierprozess negativ beeinflussen würden. Das Abfall Trenn-ABC des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2014, S. 6) definiert was grundsätzlich nicht in die Biotonne darf. Die Anwendung dieser Trennanleitung ist jedoch aufgrund von unterschiedlichen Regelungen auf Landesebene in manchen Regionen nur bedingt möglich:

3. Theoretische Grundlagen

- Bauschutt
- Gummi
- Holz, behandelt: z. B. lackiert, imprägniert
- Hygieneartikel: z. B. Windeln, Taschentücher, Tampons und dgl.
- Kehricht
- Kleintiermist: z. B. Katzenstreu
- Koks- und Kohlenasche
- Leder, -abfälle
- Papier (beschichtet, farbig bedruckt oder sauber, das zum Altpapier gehört)
- Plastiksackerl
- Problemstoffe
- Restmüll
- Speiseöl und -fette
- Speisereste (flüssig, stark fettig oder gesalzen)
- Staubsaugerbeutel mit Inhalt
- Textilien
- Tierkadaver
- Zigarettenkippen

Aufgrund des vertretbaren Aufwands dieser Studie wurde der quantitative Volumenanteil der jeweiligen Fehlwürfe am Bioabfall nicht ermittelt. Im Zuge der Untersuchungen konnte jedoch eine qualitative Einschätzung der häufigsten Fehlwürfe vorgenommen werden. Kunststoff ist dabei eindeutig der häufigste Störstoff in der Biotonne, gefolgt von Metallen und sehr selten Keramik und Glas. In einem Fall wurde auch ein Elektrogerät im Bioabfall gesichtet. Somit sind der Phantasie die Fehlwurfart betreffend, theoretisch keine Grenzen gesetzt. Jedoch lassen sich die häufigsten Fehlwürfe nach Material grob in drei Kategorien teilen:

Kunststoff

Kunststoff tritt in erster Linie in Form von originalverpackten, überlagerten Lebensmitteln und Kunststoffbeuteln, welche der Vorsammlung dienen, in der Biotonne auf. Besonders hervorgehoben muss dabei eine mögliche Irreführung der Konsumenten werden, welche durch das Auftreten von neuen Materialien, wie biologischen Kunststoffen, entsteht. Durch unzureichende Kennzeichnung ist es dem Verbraucher oft nicht möglich, eine Entscheidung über die Zusammensetzung und damit Entsorgung des Produktes zu treffen. Als Beispiel können pyramidenförmige Teebeutel genannt werden, welcher neu auf dem Markt sind. Das Produkt sieht aus wie ein herkömmlicher kompostierbarer Beutel, jedoch basiert er auf Mineralölbasis (Kunststoff) und hat somit nichts in der

3. Theoretische Grundlagen

Biotonne zu suchen (siehe Abbildung 16). Eine Kennzeichnung dafür gibt es nicht, was es den BewohnerInnen erschwert, dieses Produkt der korrekten Abfallfraktion zuzuordnen – nämlich dem Restmüll. Das gleiche Problem tritt auch bei Hygienetüchern und papierähnlichen (verunreinigten) Auflagen auf, wie sie beispielsweise bei der Verpackung von Fleisch Verwendung finden.

Weiters sind Kunststofffolien, Kunststoffnetze, Kunststoffschnüre, Gummiringe, Kaffeekapseln, Strumpfhosen sowie Zigarettenschachteln zu nennen, welche im Zuge der Untersuchungen gesichtet wurden. Zu Beginn des Kompostierprozesses werden größere Kunststoffteile händisch aussortiert und anschließend zusätzlich durch Windsichtung aus dem Humus entfernt. Kleine Kunststoffpartikel können jedoch nicht gänzlich entfernt werden und verbleiben zum Teil in Mikroform im fertigen Kompost.



Abbildung 20: Fehlwürfe aus Kunststoff, welche im Zuge der Untersuchungen im Bioabfall gesichtet wurden. (Eigene Aufnahmen, Dobl-Zwaring, 30.8.2016 und 31.10.2016)

Metall

Zu den gesichteten Fehlwürfen aus Metall im Bioabfall zählen Alufolie, Durchdrückverpackungen von Medikamenten, Essbesteck, Blumendraht, Bierkapseln, Drahtspangen als Verschluss, Kaffeekapseln sowie alubeschichtete Getränkebeutel. In seltenen Fällen wurden auch Dosen im Bioabfall gefunden. Laut Brunn (2016b, S. 15) sind für Behandlungsanlagen Verbundmaterialien und Metalle kein großes Problem, da sie mithilfe von Siebung und Magnetscheidern entfernt werden können. Diese Aussage ist jedoch mit Vorsicht zu genießen, da nicht jede Behandlungsanlage über diese technische Ausstattung verfügt. In kleinen landwirtschaftlichen Kompostieranlagen wie sie Großteils in der Steiermark vorkommen, sind keine Magnetscheider vorhanden. Damit ist auch keine automatische Aussortierung von Metallen möglich. Eine weitere Möglichkeit zur Entfernung von Metallen und anderen Störstoffen ist das Sieben des Kompostes, welches je nach Bedarf und Zeitaufwand mehrmals und in unterschiedlichen Körnungen wiederholt werden kann.



Abbildung 21: Fehlwürfe aus Metall, welche im Zuge der Untersuchungen im Bioabfall gesichtet wurden. (Eigene Aufnahmen, Dobl-Zwaring, 30.08 und 31.10.2016)

Glas

Glas als Fehlwurf konnte nur in seltensten Fällen gesichtet werden und findet meist den Weg über Getränkeflaschen und Geschirr in die Bioabfalltonne. Vorhandene Glasteilchen werden bei jedem Versuch sie zu entfernen und auch beim Umsetzen zerkleinert und sind daher nur schwer aus dem Kompost zu entfernen. Aufgrund von verpflichtenden Grenzwerten, welche es im Kompost zu unterschreiten gilt, sind Glas und Steine ein Problem, das durch Vorzerkleinerung von ersterem noch verschärft wird (Brunn 2016b, S. 15). Eine Entfernung mittels Magnet, wie das bei Metallen der Fall ist, ist bei Fehlwürfen aus Glas nicht möglich. Damit verursachen Glaspartikel den größten Schaden im späteren Kompost, welcher in weiterer Folge über Felder und Weiden auch Nutztiere gefährden kann.

3.4. Sammelsystem

In diesem Unterkapitel wird ein Überblick über den Systembegriff gegeben, der anschließend mit dem Sammelsystem des Bioabfalls in Verbindung gebracht wird. Weiters werden Unterschiede der Bioabfallsammlung in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung präsentiert. Schlussendlich wird das Sammelsystem als Einflussfaktor der Bioabfallqualität diskutiert.

Die Sammlung von Bioabfällen erfolgt im Bezirk Graz-Umgebung nach dem Holsystem in einer Systemabfuhr. Abfälle, deren Sammlung im Holsystem erfolgt, werden direkt bei den Haushalten abgeholt, was durch einheitliche Behältersysteme und dementsprechende Fahrzeuge stattfindet (Kranert und Cord-Landwehr 2010, S. 94). Genauer betrachtet wird für den Haushaltsabfall das so genannte Umleerverfahren angewandt. Bei diesem Verfahren werden die genormten Sammelbehälter durch entsprechende Vorrichtungen in das Sammelfahrzeug entleert und auf den

3. Theoretische Grundlagen

ursprünglichen Standplatz zurückgestellt (Bilitewski et al. 2009, S. 125). Diese Form der Abfallsammlung ist der verwendete Standard von Entsorgungsdienstleistern. Jedoch gibt es auch Ausnahmen und andere technische Lösungen, wie das Beispiel der Gemeinde Dobl-Zwaring zeigt (siehe Kapitel 4.1).

Ein System besteht aus Elementen, die unterschiedliche Beziehungen zueinander haben. Diese vernetzten Beziehungen formen die Struktur des Systems und sind für dessen Verständnis von grundlegender Bedeutung. Bei Beziehungen zwischen Systemelementen kann es sich um Material- oder Informationsfluss sowie Wirkungszusammenhänge handeln. (Sommerlatte 2002, 1f)

Die Elemente des Sammelsystems sind Bioabfall, BewohnerInnen, Müllabfuhr, eventuelle Kontrollen, Behandlungsanlagen und letztendlich der Kompost und dessen Verwendung durch LandwirtInnen oder private Gärtner. Diese Faktoren haben unterschiedliche Beziehungen zueinander, welche auch die Bioabfall- und Kompostqualität beeinflussen. Wie der Zusammenhang der einzelnen Systemelemente verstanden werden kann, wird in den folgenden Szenarien dargestellt (siehe Abbildung 22). Jedoch ist darauf hinzuweisen, dass diese Szenarien lediglich Möglichkeiten darstellen und somit nicht zu 100 % der Realität entsprechen.

Grundsätzlich kann zwischen einem Sammelsystem mit und ohne Vorsichtung unterschieden werden. Diese optionale Vorsichtung nimmt Einfluss auf die Bioabfallqualität und in weiterer Folge auch auf die Kosten der Behandlung und Aufbereitung. Wie sich das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein dieser Kontrollen auswirkt, visualisiert Abbildung 22. Im Weiteren werden Sammelsystem-Szenarien mit/ohne Vorsichtung vorgestellt. Sie dienen dem Verständnis möglicher Wirkungszusammenhänge.

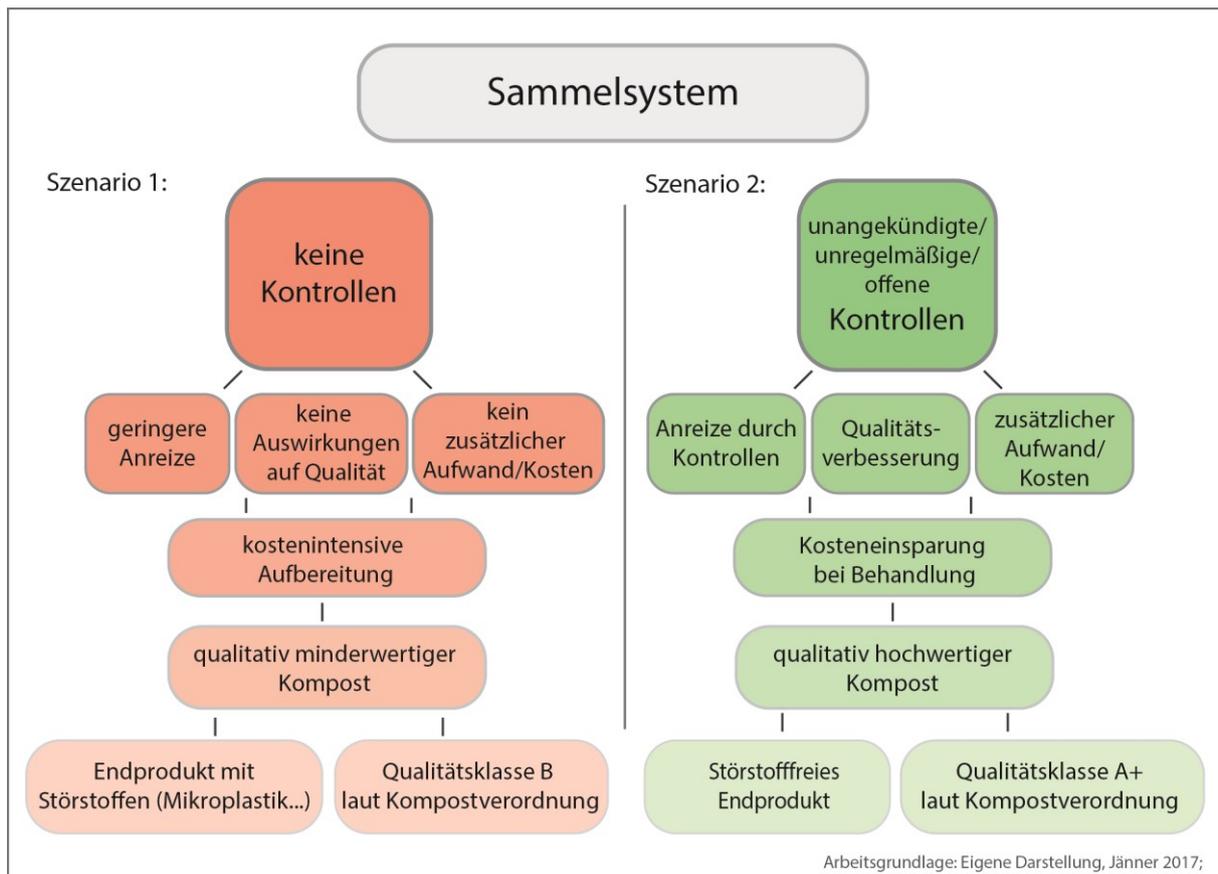


Abbildung 22: Szenarien zu den Auswirkungen des Sammelsystems auf die Bioabfallqualität. (Eigene Darstellung)

Szenario 1: Finden keine Kontrollen statt, ist der Anreiz zur korrekten Trennung des Bioabfalls gering (siehe Abbildung 22). Vor allem BewohnerInnen, die regelmäßig Störstoffe in die Biotonne einbringen, tun dies auch weiterhin und somit findet auch keine Qualitätsverbesserung des Bioabfalls statt. Zwar fallen keine zusätzlichen Kosten durch Kontrollpersonal an, jedoch werden diese durch die kostenintensive Aufbereitung des Bioabfalls in den Behandlungsanlagen wettgemacht. Diese Aufbereitung ist aufgrund der schlechten Bioabfallqualität notwendig, um das Übermaß an Fehlwürfen zu entfernen. Aus qualitativ minderwertigem Kompost kann kein stoffstoffreies Endprodukt hergestellt werden. Infolge dessen wird lediglich die Qualitätsklasse B laut Kompostverordnung erreicht. Dieser Kompost ist trotz teurer Aufbereitung und Behandlung weniger wert. Auch wenn die gesetzlichen Grenzwerte eingehalten werden, sind optische Auffälligkeiten bei der Vermarktung, vor allem durch Fetzen von Kunststoff-Folien, nicht zu vernachlässigen (Friege et al. 2016, S. 642).

Laut Kompostverordnung § 7, Abs. 3 sind diese Komposte nicht für Flächen der Nahrungs- und Futtermittelproduktion vorgesehen. Wird die Qualitätsklasse B erreicht, ist beispielsweise eine Verwendung in den Bereichen Landschaftsbau und Landschaftspflege möglich. (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2001, S. 4)

3. Theoretische Grundlagen

Szenario 2: Durch regelmäßige Kontrollen der Bioabfallbehälter sind Anreize zur korrekten Trennung vorhanden. Dabei kann zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen sowie angekündigten und unangekündigten Kontrollen unterschieden werden. Wobei davon ausgegangen werden kann, dass unangekündigte, unregelmäßige Kontrollen aufgrund der Unberechenbarkeit und des Überraschungseffekts die größte Wirkung zeigen. Offene, sichtbare Kontrollen durch entsprechendes Personal haben größere Effekte als verdeckte Kontrollen, welche beispielsweise durch eine Kamera von der Fahrerkabine aus durchgeführt werden. Grund dafür ist die Präsenz des Kontrollpersonals, die jenen Teil der Bevölkerung anspricht, der in Folge dieser Maßnahme den Umgang mit der Biotonne überdenken wird. Auch BewohnerInnen, die bisher regelmäßig Fehlwürfe getätigt haben, sind aus Respekt vor angekündigten Kontrollen bemüht, die Biotonne (zumindest vorübergehend) sauber zu halten. Dadurch kann eine Qualitätsverbesserung des Bioabfalls verzeichnet werden. Anfallende zusätzliche Kosten durch das Kontrollpersonal werden durch qualitativ hochwertigen Bioabfall und geringere Kosten der Aufbereitung und Behandlung ausgeglichen. Ein weitgehend stoffstofffreies Endprodukt entsteht, das laut Kompostverordnung die höchste Qualitätsklasse von A+ erreicht. Kompost dieser Qualitätsstufe kann zu einem guten Preis verkauft und vielfältig verwendet werden. Erde für Haushalt (Garten, Containerpflanzen...) oder Landwirtschaft haben mindestens der Qualitätsklasse A+ zu entsprechen (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2001, S. 4).

3.5. Siedlungsstruktur

Eine Siedlung ist eine Form der menschlichen Niederlassung, die aus einer (Einzelsiedlung) oder einer Gruppe von Behausungen (Gruppensiedlung) besteht. Der Begriff Siedlung umfasst dabei sowohl den Lagerplatz einer Jägergruppe als auch die Millionenstadt. (Borsdorf und Bender 2010, S. 30)

Siedlungen können nach sehr unterschiedlichen Gesichtspunkten klassifiziert werden. Anhand der Anzahl an BewohnerInnen oder Wohnstätten, ihrer Funktion, Struktur oder Lage. Wobei die Lagekategorien sehr vielfältig sind und von der topographischen, geographischen, zur natur-, kultur- und wirtschaftsräumlichen Lage reichen. (Borsdorf und Bender 2010, S. 50) Damit sei aufgezeigt wie komplex und vielfältig die Siedlungsgeographie zur Klassifizierung der Siedlungsstruktur ist.

Um Zusammenhänge der Bioabfallqualität mit der Siedlungsstruktur zu analysieren, ist diese zu klassifizieren. Im Sinne der gestellten Forschungsfragen liegt der Fokus auf der Wohnsituation der BewohnerInnen. Dabei wird generell zwischen Ein- und Mehrfamilienhäusern unterschieden. Die Anzahl der Wohneinheiten und BewohnerInnen werden dabei genauso wenig berücksichtigt wie die Lage. Auch findet keine Berücksichtigung der Entfernung der Gebäude zueinander statt,

3. Theoretische Grundlagen

beispielsweise als gestreute oder geschlossene Einfamilienhausbebauung in einer Siedlung. Grund ist, dass diese zusätzlichen Informationen für die Fragestellung nicht relevant sind und über das notwendige Maß an Information hinausgehen.

Ebenso bedeutender Faktor für die Siedlungsstruktur in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung ist die Suburbanisierung. Darunter versteht man vereinfacht gesagt die Abwanderung der Stadtbevölkerung an den Stadtrand. Je nach geografischer Lage und Entfernung zur Stadt Graz ist diese in den untersuchten Kommunen unterschiedlich ausgeprägt. Borsdorf und Bender (2010, S. 146) nennen dieses Umland aufgrund seiner Funktion als Komplementärraum für den Stadtkern „Schlafstadt“. Charakteristisch dafür sind starke Berufs-, Einkaufs- und Freizeitpendlerströme tagsüber in die Kernstadt.

Es stellt sich die Frage, warum die Siedlungsstruktur für die Bioabfallthematik überhaupt von Bedeutung ist. Vergleicht man die Bedingungen der Bioabfallsammlung eines Einfamilienhauses mit jenen einer Wohnung, lassen sich Unterschiede erkennen. Diese reichen von der gegebenen Anonymität in Mehrparteienhäusern, über größere Behältersysteme, hin zu weiteren Wegen (mehrere Stockwerke, eventuell ohne Lift) beim Gang zur Biotonne. All diese Gegebenheiten wirken sich in unterschiedlichen Ausprägungen auf das Trennverhalten der BewohnerInnen aus. Dabei spielen komplexe und weitreichende Faktoren eine Rolle. Einige dieser Faktoren werden in Abbildung 23 dargestellt. Anhand von Szenarien wird deren mögliche Auswirkung auf die Bioabfallqualität im Folgenden zusammengefasst:

Szenario 1: In Mehrfamilienhäusern ist aufgrund der vorhandenen Anonymität eine geringere Achtsamkeit bei der Trennung von Bioabfall gegeben. Hinzu kommt ein meist weiter Entsorgungsweg zur Biotonne über mehrere Stockwerke. Um den Weg zurück in die Wohnung mit einem Kübel zu vermeiden, wird ein Kunststoffsack zur Vorsammlung verwendet. Dieser landet anschließend samt Inhalt im Bioabfallbehälter. Diese Beutel können auch kompostierbar sein, jedoch lassen erhobene Daten (siehe Kapitel 5) darauf schließen, dass in dieser Siedlungsstruktur vermehrt Kunststoffsäcke in der Biotonne landen. Wird durch schlechte Trennung eine geringe Bioabfallqualität erreicht, entstehen indirekt höhere Kosten, beispielsweise durch eine kostenpflichtige Sonderentleerung. Wird ein größerer Restmüllbehälter aufgrund von fehlender Trennung des Bioabfalls notwendig, fallen zusätzliche direkte Kosten an. Diese Kosten werden in Form von versteckten Kosten an die Mieter weitergegeben. Betriebskosten erhöhen sich nur in kleinen Schritten. Daher kann eine finanzielle Erhöhung nicht auf die mangelnde Abfalltrennung durch den Mieter selbst zurückgeführt werden. Somit gibt es keinen finanziellen Anreiz für die BewohnerInnen, ihren Bioabfall korrekt zu trennen.

3. Theoretische Grundlagen

Szenario 2: BewohnerInnen der Ein- und Zweifamilienhausbebauung müssen aufgrund der fehlenden Anonymität die Verantwortung für den Inhalt ihrer Biotonne übernehmen, was in einer höheren Achtsamkeit bei der Trennung des Bioabfalls resultiert. Weiterer Anreiz zur vorschriftsmäßigen Bioabfalltrennung ist, dass sich Erhöhungen in Form von direkten Kosten auf die Haushalte auswirken. Findet aufgrund von mangelnder Qualität eine Gebührenerhöhung oder kostenpflichtige Sonderentleerung statt, muss diese vom betroffenen Haushalt selbst finanziert werden. Die Länge des Entsorgungsweges, also der Weg zur Biotonne, ist in der Regel bei der Ein- und Zweifamilienhausbebauung kürzer. Die Biotonne steht ebenerdig im Garten oder vor der Haustür. Deshalb ist auch die Verwendung von Mehrwegbehältern zur Vorsammlung mit geringerem Aufwand verbunden. Ergebnisse der Umfrage zeigen, dass 63 % der Befragten aus S2 einen Kübel zur Vorsammlung verwenden, während das in S1 nur 54 % der Befragten tun (siehe Kapitel 6.4).

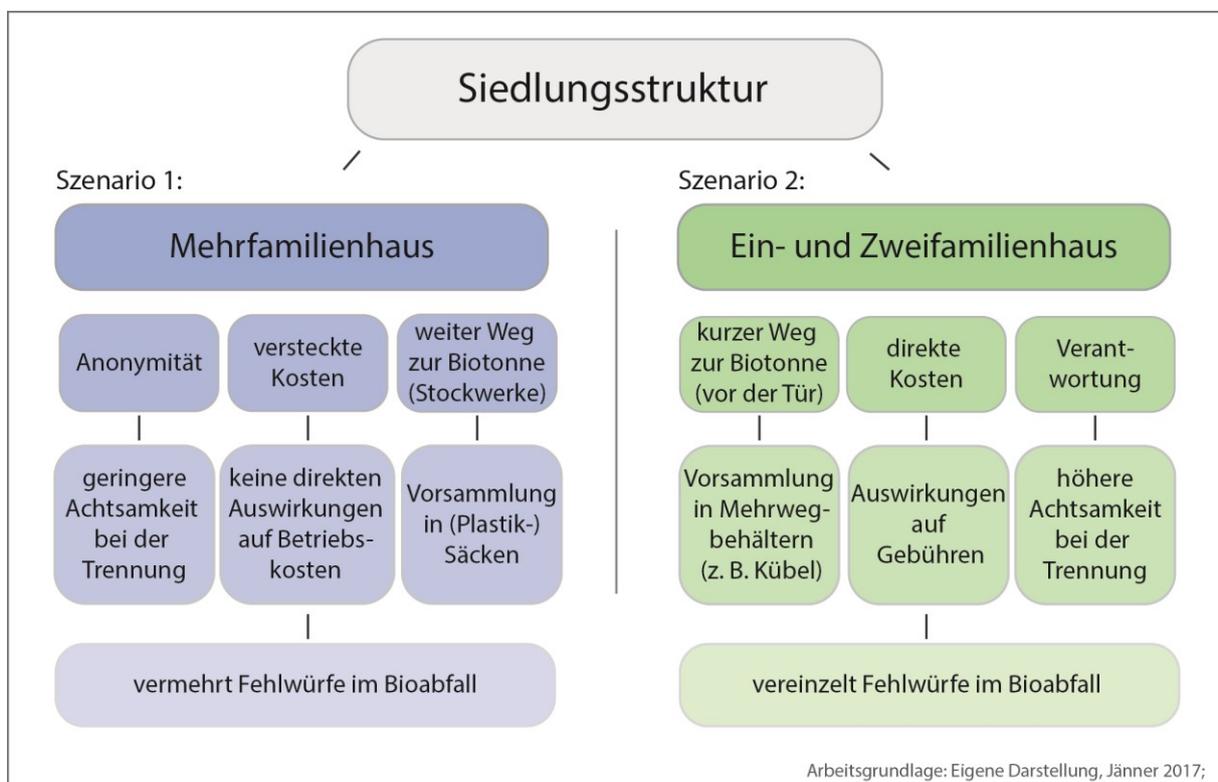


Abbildung 23: Szenarien möglicher Auswirkungen der Siedlungsstruktur auf die Bioabfallqualität. (Eigene Darstellung)

Eine weitere Annahme welche unabhängig von der Siedlungsstruktur ist, könnte sein, dass Haushalte zwar Eigenkompostierung betreiben, diese jedoch nur halbherzig ausführen. Grund dafür könnte beispielsweise in den Wintermonaten Schneefall und weite Wege zum Komposthaufen sein. Dies würde in einem höheren Anteil Bioabfall im Restabfall resultieren (siehe Kapitel 8). In diesem Zusammenhang ist erneut auf die Arbeit meines Kollegen Paar (in Arbeit) hinzuweisen.

3.6. Vorsammelsäcke

Auch Vorsammelsäcke können die Qualität des Bioabfalls beeinflussen, wobei zusammengefasst von einer positiven Beeinflussung ausgegangen werden kann. Diese entsteht hauptsächlich dadurch, dass Biokunststoffe zu einem gewissen Teil Kunststoffsäcke zur Vorsammlung ersetzen und dahingehend die Bioabfallqualität verbessern. Jedoch führen die biologisch abbaubaren Vorsammelhilfen auch zu Problemen, auf welche in diesem Kapitel weiter eingegangen wird.

„Der Umgang mit Lebensmittel- und Speiseabfällen ist wegen Ihres Wassergehalts, Gerüchen und Schimmel oft unangenehm. Daher werden diese Bioabfälle in vielen Haushalten über den Restmüll entsorgt, sie bilden einen großen Teil der bisher noch nicht erfassten Bioabfälle, also des zusätzlichen Potentials.“ (Reske 2015, S. 126). Durch die Verwendung von kompostierbaren Vorsammelsäcken soll den Haushalten eine hygienische und saubere Vorsammlung ermöglicht werden und in Folge dessen Qualität und Quantität der Bioabfallsammlung erhöht werden. Ermöglichen soll dies ein höherer Abschöpfungsgrad, wodurch weniger Bioabfälle in anderen Fraktionen, wie beispielsweise dem Restabfall, landen. Unterschiedliche Vorsammelhilfen sind in Abbildung 24, Abbildung 25 und Abbildung 26 dargestellt.

Ein Problem, welches durch biologische Kunststoffe hervorgerufen wird, ist die Unsicherheit, was deren Bestandteile und Entsorgung betrifft. Biologische Kunststoffe sind zwar biologisch abbaubar, jedoch nicht zwangsweise auch kompostierbar. In der Biotonne sind lediglich kompostierbare Beutel erlaubt, welche innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums abgebaut werden können. Diese kompostierbaren Vorsammelsäcke werden als Biokunststoffe auf Mais- oder Kartoffelstärkebasis oder auf Karton-/Papierbasis angeboten. Wobei jede Form der Vorsammelhilfe mögliche negative Effekte hervorrufen kann. Papiersäcke neigen durch die Feuchtigkeit des Bioabfalls vermehrt dazu zu reißen. Kompostierbare Biokunststoffe führen hingegen zu Problemen in Behandlungsanlagen. Dazu zählt einerseits die schwere Unterscheidbarkeit mit Kunststoffen, andererseits die Gefahr, dass BürgerInnen auch nicht kompostierbare Biokunststoffe in die Bioabfallbehälter einbringen.

Beispiel für die Problematik der biologischen Kunststoffe sind biologisch abbaubare Obst- und Gemüsenetz, welche vor kurzem in Graz entwickelt wurden (siehe Abbildung 30). Biologisches Obst und Gemüse soll in einer biologisch abbaubaren Verpackung angeboten werden um den ökologischen Fußabdruck des Produkts zu verringern. (Der Grazer 2017, S. 4-5) Die schwere Unterscheidbarkeit von herkömmlichen Kunststoffnetzen ist jedoch problematisch. Weder BürgerInnen noch Behandlungsanlagen können eindeutig zwischen Kunststoff und Biokunststoff differenzieren. Das kann einerseits zu vermehrten Fehlwürfen in der Bioabfalltonne führen, andererseits Mehraufwand durch zusätzliche Entfernung in Kompostieranlagen hervorrufen. Die

3. Theoretische Grundlagen

tatsächliche Kompostierbarkeit der biologisch abbaubaren Netze ist außerdem nicht in allen Anlagen garantiert (siehe Kapitel 3.3).



Abbildung 24: Vorsammelsack auf Papierbasis. (Eigene Aufnahme, 08.01.2017)



Abbildung 25: Vorsammelsack auf Maisstärkebasis. (Eigene Aufnahme, 08.01.2017)



Abbildung 26: Kennzeichnung eines kompostierbaren Vorsammelsacks. (Eigene Aufnahme, 08.01.2017)



Abbildung 27: Kompostierbarer Vorsammelsack mit Gittermuster wie er in der Schweiz verwendet wird. (Arbeitsgrundlage: Petroplast 2017)



Abbildung 28: Vorsammelsack auf Papierbasis wie er in der Steiermark zum Einsatz kommen soll. (Eigene Aufnahme, 20.02.2017)



Abbildung 29: Kompostierbarer Vorsammelsack auf Kartoffelstärkebasis wie er in der Region Graz gefördert wurde. (Eigene Aufnahme, 20.02.2017)



Abbildung 30: Artikel zur Bewerbung biologisch abbaubarer Obst- und Gemüsenetze. (Der Grazer 2017, S. 4-5)

Viele Gemeinden lehnen den Einsatz kompostierbarer Biokunststoffbeutel grundsätzlich ab und folgen damit dem Vorsorgeprinzip. Grund dafür sind Befürchtungen, dass die als kompostierbar bezeichneten Beutel nicht schnell genug biologisch abgebaut werden. Wird der Einsatz von Vorsammelsäcken mit der europäischen Norm DIN EN 13432 oder DIN EN 14995 von den zuständigen Institutionen gefördert, besteht kein Grund zur Beunruhigung, da diese Materialien in der vorgesehenen Prozesszeit in Kompostieranlagen abgebaut werden können. (Reske 2015, S. 127–128) Aufgrund der zuvor genannten unterschiedlichen technischen Ausstattung der Behandlungsanlagen können diese Vorsammelsäcke jedoch nur in geschlossenen Anlagen in der vorgegebenen Zeit vollständig kompostiert werden (siehe Kapitel 3.3).

Tatsächlich besteht die Gefahr, dass durch die Verwendung der biologisch abbaubaren Kunststoffsäcke auch (vermeintlich) biologisch abbaubare Verpackungen aus diesem Material in der Biotonne landen könnten. Diese müssen genau genommen über die Leichtfraktion entsorgt werden. Unwissenheit und mangelnde Information der BürgerInnen kann jedoch zu einer Entsorgung der biologisch abbaubaren Biokunststoffe über die Biotonne führen und diese zusätzlich mit Fehlwürfen belasten. Eine dementsprechende Information der BewohnerInnen und eindeutige Kennzeichnung der kompostierbaren Vorsammelsäcke ist daher unumgänglich, um dieses Problem zu entschärfen. Die Kennzeichnung könnte wie in der Schweiz durch ein flächendeckendes Gittermuster erfolgen (siehe Abbildung 27).

3. Theoretische Grundlagen

Positive Effekte, welche durch den Einsatz von Vorsammelsäcken erzielt werden, sind – neben hygienischeren Sammelbedingungen und einem Rückgang von Kunststoffsäcken zur Vorsammlung – auch eine gesteigerte Motivation der BewohnerInnen an einer getrennten Bioabfallsammlung teilzunehmen. Zusätzlicher Komfort entsteht dadurch, dass nach der Entleerung kein Behälter retourniert werden muss und die Beutel direkt in der Biotonne entsorgt werden können. Diese Form der Entsorgungserleichterung ist vor allem in Haushalten der Mehrfamilienhausbebauung relevant (siehe Kapitel 3.5).



Abbildung 31: Der einwandfreie, auf den ersten Blick jedoch schwer definierbare Inhalt einer Biotonne, welche ausschließlich Papier und biologische Kunststoffe beinhaltet. (Eigene Aufnahme, Hitzendorf, 16.11.2016)

Aus Sicht der Kompostierer ist die Thematik der Vorsammelsäcke auch weiterhin ein ungelöstes Problem. Die biologisch abbaubaren Vorsammelhilfen sind im Gegensatz zu Pappe und Karton, welche aufgrund ihrer aufsaugenden Funktion von Flüssigkeiten auch vorteilhaft wirken können, in Behandlungsanlagen unerwünscht, wenn nicht gar verboten (Brunn 2016b, S. 15). Grund dafür ist, dass diese mit konventionellem Kunststoff aussortiert werden und daher ein Mehraufwand entsteht. Eine Unterscheidung der kompostierbaren von herkömmlichen Kunststoffen ist auf den ersten Blick oftmals nicht möglich (siehe Abbildung 31).

Einige Gemeinden lehnen die Verwendung von biologisch abbaubaren Vorsammelsäcken strikt ab, andere dulden diese, wieder andere bewerben diese sogar. Die Stadt Graz beispielsweise zählt auch kompostierbare Vorsammelsäcke zu den Fehlwürfen. Mit Grund für mangelnde Bioabfallqualität durch Fehlwürfe von verwirrten BürgerInnen kann somit auch eine uneinheitliche Abfallpolitik sein. Deshalb sollte die Definition der in den Bioabfallbehältern erlaubten Stoffe dringend vereinheitlicht

3. Theoretische Grundlagen

werden und in Absprache mit den Behandlungsanlagen erfolgen (Brunn 2016b, S. 17). Aufgrund der Verwechslungsgefahr wurde die Förderung von Mais- und Kartoffelstärkebeuteln in der Region Graz eingestellt (siehe Abbildung 29). Um eine klare Abgrenzung von konventionellen Kunststoffen zu garantieren sollen deshalb zukünftig vermehrt Vorsammelsäcke aus Kraftpapier gefördert werden (siehe Abbildung 28). Vorsammelsäcke auf Papierbasis können unabhängig von der Behandlungsanlage in der vorgegebenen Zeit vollständig kompostiert werden. An dieser Stelle soll auf die Studie der Arbeiterkammer Steiermark (2015) hingewiesen werden, die sich mit dem umstrittenen Thema der Biokunststoffe beschäftigt.

Bisher wurden theoretische Grundlagen, welche in Zusammenhang mit der Fragestellung stehen, behandelt. Begriffe wurden definiert sowie positive und negative Entwicklungen und Einflüsse erklärt. Dieses theoretische Wissen dient nun als Grundlage für die Analysen der empirischen Datenerhebung in den nächsten Kapiteln.

4. Die Bioabfallsammlung in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung

In diesem Kapitel wird auf die Untersuchungsgemeinden Dobl-Zwaring, Hart bei Graz, Hitzendorf sowie die ehemals eigenständige Gemeinde Gratwein eingegangen. Abbildung 32 zeigt die Untersuchungsgemeinden zusammen mit den übrigen Mitgliedsgemeinden des Abfallwirtschaftsverbandes Graz-Umgebung. Die Untersuchungsgemeinden werden vorgestellt und die erhobenen Daten mit Bezug zur Qualität des Bioabfalls präsentiert. Bezogen auf die jeweilige Gemeinde umfasst dies grob folgende Punkte:

- (Statistische) Informationen zur Untersuchungsgemeinde
- Größe und Anzahl der untersuchten Behälter
- Gebührensystem
- Siedlungsstruktur
- Füllgrad der Behälter
- Qualität des Bioabfalls

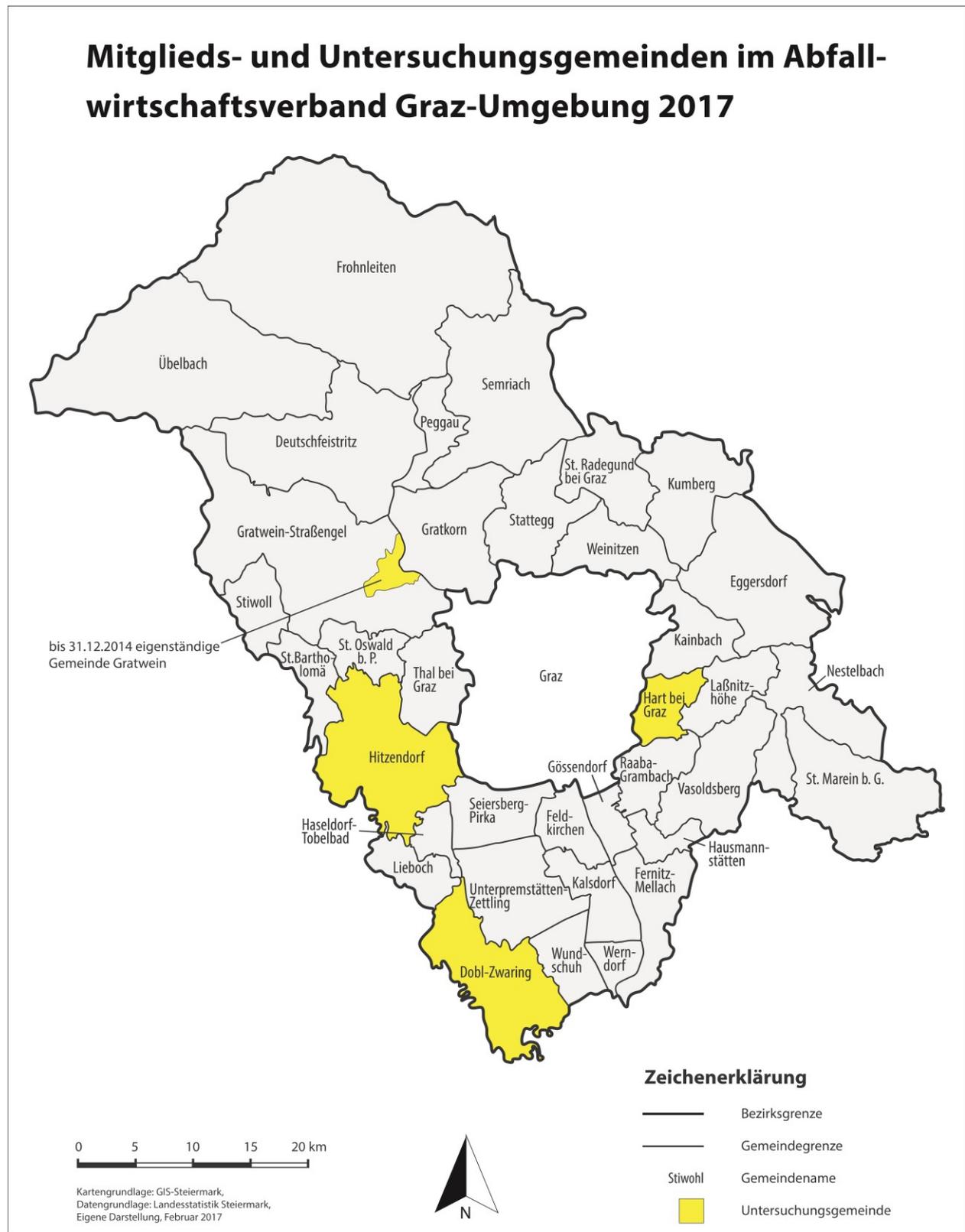


Abbildung 32: Mitglieds- und Untersuchungsgemeinden im Abfallwirtschaftsverband Graz-Umgebung 2017. (Kartengrundlage: GIS-Steiermark, eigene Darstellung)

4.1. Dobl-Zwaring

Die Gemeinde Dobl-Zwaring im Südosten der Stadt Graz ist eine ländlich geprägte Gemeinde. Mit einer Fläche von 37,9 km² und 3.443 wohnhaften Personen liegt die Bevölkerungsdichte bei 91 Einwohnern pro km² (siehe Tabelle 4). Aus den 1.288 Haushalten der Kommune ergibt sich eine Haushaltsdichte von 34 Haushalten pro km². (Landesstatistik Steiermark 2017b)

Tabelle 4: Informationen zur Gemeinde Dobl-Zwaring. (Eigene Darstellung, Datengrundlage: Landesstatistik Steiermark 2017b)

Dobl-Zwaring	
Fläche (Stand 2015)	37,9 km ²
Einwohner (Stand 2016)	3.443
Bevölkerungsdichte (Einwohner pro km ²)	91 EW/km ²
Haushalte (Stand 2014)	1.288
Haushaltsdichte (Stand 2014)	34 HH/km ²
Anzahl der kontrollierten Bioabfallbehälter	164

Für die Sammlung des Bioabfalls in Dobl-Zwaring ist die *Bioabfallservice Reisenhofer KEG* zuständig. Eine Vorsichtung und das Entfernen von Fehlwürfen vor Ort wird durch den Entsorger durchgeführt. Herr Reisenhofer ist selbst Kompostierer und weiß daher über die negativen Folgen von Fehlwürfen im Bioabfall Bescheid. Es wird ausschließlich qualitativ hochwertiger Bioabfall gesammelt, was zu einer enormen Kosten- und Zeiteinsparung während des Kompostierprozesses führt, da eine Nachbehandlung und händische Entfernung von Störstoffen nicht mehr notwendig sind. Jedoch ist auf die hohen Kosten einer solchen Sammlung durch den enormen Zeitaufwand hinzuweisen.

Aufgrund dieser Vorsichtung nimmt die Gemeinde Dobl-Zwaring, was die Qualität des Bioabfalls betrifft, eine besondere Stellung ein. Mithilfe einer Absenkvorrichtung kann der Tonneninhalt an Ort und Stelle gesichtet und Fehlwürfe händisch entfernt werden (siehe Abbildung 33). Diese werden anschließend auf den Deckel des geleerten Behälters gelegt, um Anrainer auf die Verschmutzung aufmerksam zu machen (siehe Abbildung 36). Zusätzlich sollen im Zuge des Projektes „Apfelbutzn rein, Plastik nein“ BewohnerInnen durch rote Anhänger (siehe Abbildung 37) regelmäßig auf die unzureichende Qualität des Bioabfalls aufmerksam gemacht werden. Finden in bestimmten Haushalten fortwährend starke Verunreinigungen statt, nachdem Information und mehrere Kontrollen durchgeführt wurden, wird eine Sortieraufforderung erteilt und Behälter werden zur ordnungsgemäßen Sortierung und Verwertung von Fehlwürfen unausgeleert stehen gelassen. Haushalte, welche auf die Qualität in ihrer Biotonne achten, erhalten hingegen Lob und Dank in Form eines grünen Anhängers, welcher auf dem Behälter angebracht wird.

Gebührensistem

In Dobl-Zwaring wird die Bioabfallgebühr anhand eines jährlichen Fixbetrages verrechnet, welcher unabhängig von der Anzahl der Entleerungen ist. Das äußert sich im Füllgrad der Behälter, welcher geringer ist als in jenen Gemeinden, in denen die Anzahl der Entleerung kostenmitbestimmend ist (siehe Abbildung 40).

4. Die Bioabfallsammlung in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung



Abbildung 33: Vorrichtung zur Schüttung des Bioabfalls sowie Schüttwanne zur anschließenden Qualitätskontrolle in der Gemeinde Dobl-Zwaring. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 31.10.2016)



Abbildung 34: Schüttung der Bioabfallbehälter in der Gemeinde Dobl-Zwaring. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 31.10.2016)



Abbildung 35: Händische Aussortierung von Fehlwürfen aus dem Bioabfall in der Gemeinde Dobl-Zwaring. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 31.10.2016)

4. Die Bioabfallsammlung in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung



Abbildung 36: Aussortierte Fehlwürfe einer Biotonne in der Gemeinde Dobl-Zwaring, welche zur Sichtbarmachung auf und neben dem verunreinigten Behälter platziert wurden. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 31.10.2016)



Abbildung 37: Roter Anhänger mit Anweisungen und Informationen wird bei vorhandener Verunreinigung des Bioabfalls am Behälter angebracht. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 31.10.2016)



Abbildung 38: Grüner Anhänger mit Dank und Lob wird bei ausbleibenden Fehlwürfen im Bioabfall am Behälter angebracht. (Eigene Aufnahme, Dobl-Zwaring, 31.10.2016)

Anzahl und Größe der kontrollierten Behälter

In der Gemeinde Dobl-Zwaring wurden im Zuge zweier Begleittouren insgesamt 164 Behälter kontrolliert. Aufgrund der verwendeten Sammelvorrichtung des Entsorgers ist in der Kommune lediglich eine Behältergröße von 120 Litern möglich. Haushalte, welche ein größeres Behältervolumen benötigen, steht die Möglichkeit zur Verfügung mehrere 120-Liter-Behälter anzufordern.

Siedlungsstruktur

Die Betrachtung der Bioabfallbehälter nach Siedlungsstruktur lässt erkennen, dass der Ein- und Zweifamilienhausbebauung knapp die Hälfte der Behälter zugehörig sind (siehe Abbildung 39). Die Anzahl von Behältern der Mehrfamilienhausbebauung steht mit 40 % an zweiter Stelle, gefolgt von Behältern der Siedlungsstruktur Gewerbe, Gastronomie und öffentlichen Einrichtungen mit 13 %. Der vergleichsweise hohe Anteil an Behältern von S3 kann durch die Nähe zur Autobahn und somit attraktiver Infrastruktur für Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe erklärt werden.

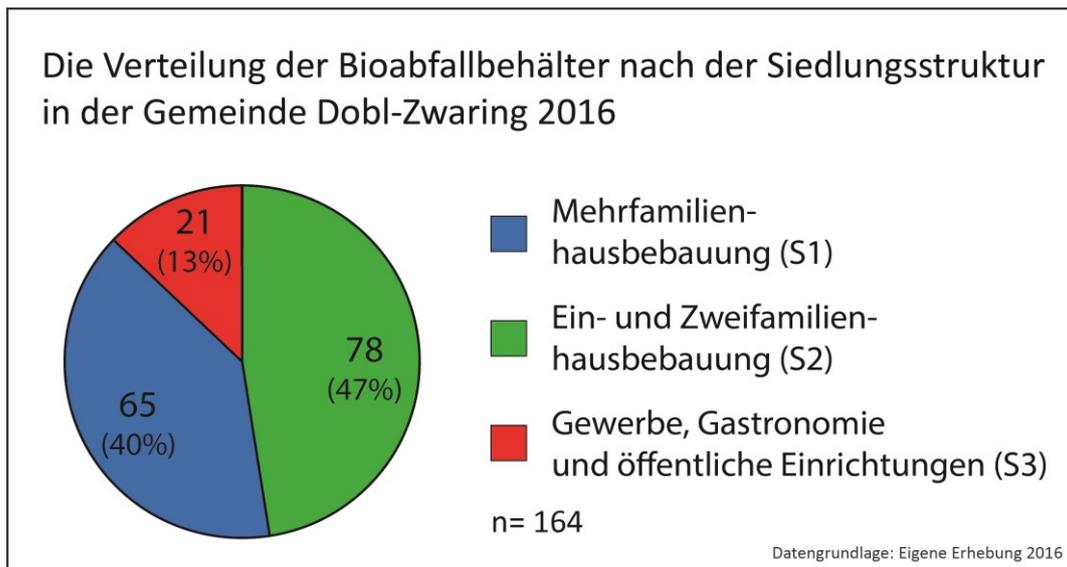


Abbildung 39: Die Verteilung der Bioabfallbehälter nach der Siedlungsstruktur in der Gemeinde Dobl-Zwaring 2016. (Eigene Darstellung)

Füllgrad der Behälter

Der Anteil an Bioabfallbehältern mit geringem Füllgrad von 10 und 20 Prozent ist mit 27 % in der Gemeinde Dobl-Zwaring vergleichsweise hoch (siehe Abbildung 40). Behälter mit einem Füllgrad der Kategorien von 30 bis 80 Prozent betragen jeweils um die 15 %, während der Anteil an vollen Behältern (90 und 100 Prozent) mit 26 % höher ist. Somit ergibt sich ein durchschnittlicher Füllgrad der Bioabfallbehälter in der Gemeinde Dobl-Zwaring von 56 %.

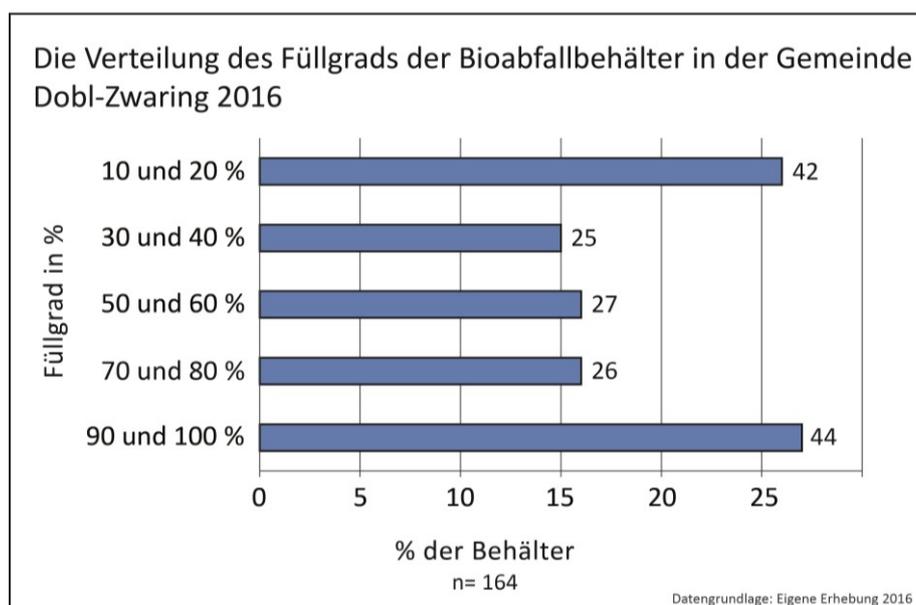


Abbildung 40: Die Verteilung des Füllgrades der Bioabfallbehälter in der Gemeinde Dobl-Zwaring 2016. (Eigene Darstellung)

Qualität des Bioabfalls

Aus den 164 kontrollierten Bioabfallbehältern in der Gemeinde Dobl-Zwaring ergibt sich eine durchschnittliche Verunreinigung nach dem Schulnotensystem von 1,32 (siehe Abbildung 41). Es kann zusammengefasst werden, dass 21 % der untersuchten Behälter eine Verunreinigung unterschiedlichen Grads aufweisen und daher eine Entfernung von Störstoffen notwendig ist. Zu jeweils 2 % entspricht die Verunreinigung einem mittleren sowie starken Grad. Die Kategorie der leichten Verunreinigung mit maximal 2 Fehlwürfen pro Behälter schließt 17 % der Bioabfalltonnen ein.

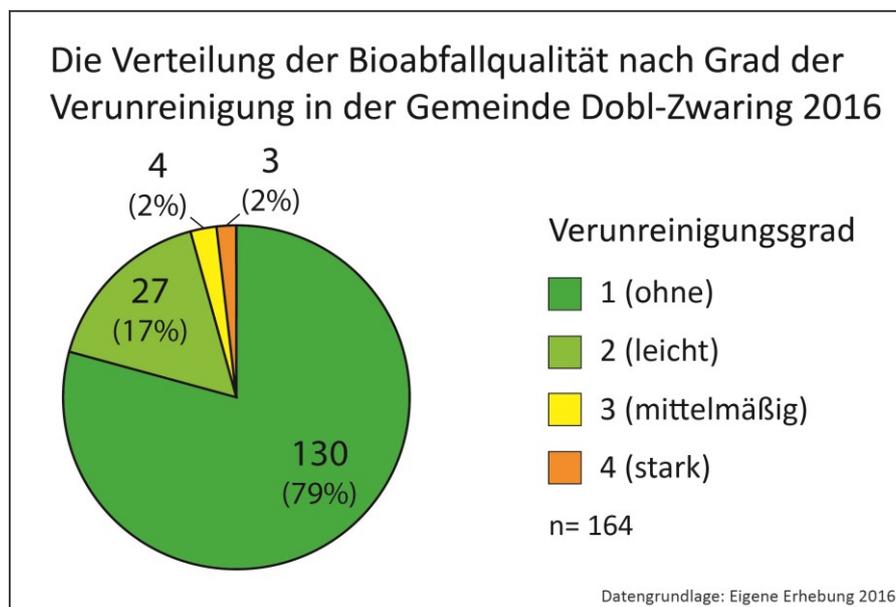


Abbildung 41: Die Verteilung der Bioabfallqualität nach Grad der Verunreinigung in der Gemeinde Dobl-Zwaring 2016. (Eigene Darstellung)

Untersucht man die Qualität der Bioabfallbehälter nach Siedlungsstruktur, lässt sich erkennen, dass Behälter der Mehrfamilienhausbebauung den größten Anteil an unsauberem Material aufweisen, gefolgt von Gewerbe, Gastronomie und öffentlichen Einrichtungen (siehe Abbildung 42). Betrachtet man die Anzahl an unsauberen Tonnen ohne auf den Grad der Verunreinigung zu achten, liegt S1 mit 34 % an erster Stelle, gefolgt von S3 mit 24 %. Positives Schlusslicht bildet die Ein- und Zweifamilienhausbebauung mit nur 9 % verunreinigten Behältern, dessen Verunreinigung jedoch nicht über einen leichten Grad hinausgeht. Eine starke Verunreinigung kommt in S1 in 2 % der Fälle vor, während bei S3 10 % der Tonnen stark verunreinigt sind.

4. Die Bioabfallsammlung in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung

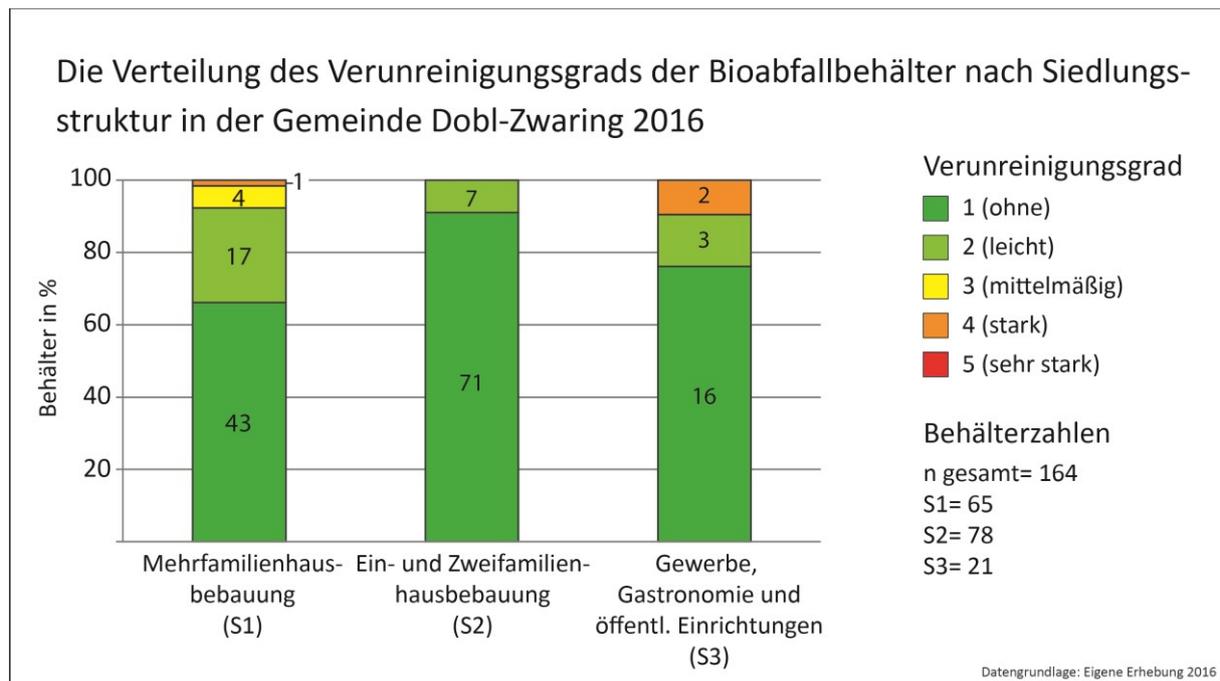


Abbildung 42: Die Verteilung des Verunreinigungsgrads der Bioabfallbehälter nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Dobl-Zwaring 2016. (Eigene Darstellung)

Somit lässt sich klar erkennen, dass die Ein- und Zweifamilienhausbebauung mit einer durchschnittlichen Qualität nach dem Schulnotensystem von 1,09 in der Gemeinde Dobl-Zwaring den saubersten Bioabfall liefert (siehe Tabelle 5). Mehrfamilienhausbebauung sowie Gewerbe, Gastronomie und öffentliche Einrichtungen halten sich mit einem Durchschnittswert von 1,43 die Waage. Ein qualitativer Unterschied nach Siedlungsstruktur kann daher anhand der erhobenen Daten bestätigt werden.

Tabelle 5: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Dobl-Zwaring 2016. (Eigene Darstellung)

	Siedlungsstruktur	durchschn. Verunreinigung des Bioabfalls nach dem Schulnotensystem
1.	Ein- und Zweifamilienhausbebauung (S2)	1,09
2.	Mehrfamilienhausbebauung (S1)	1,43
3.	Gewerbe, Gastronomie und öffentliche Einrichtungen (S3)	1,43
durchschnittliche Verunreinigung gesamt		1,32

4.2. Gratwein

Seit der Steirischen Gemeindestrukturreform 2015 bildet Gratwein zusammen mit Straßengel die Gemeinde Gratwein-Straßengel. Aufgrund von getrennten Bioabfallsammeltouren durch den Entsorger *Zuser Ressourcenmanagement* wurde lediglich die Sammlung der ehemals eigenständigen Gemeinde Gratwein berücksichtigt. Mit einer Fläche von 4,6 km² gehörte die ehemals eigenständige Gemeinde Gratwein zu den kleineren Gemeinden des Bezirks Graz-Umgebung (siehe Tabelle 6). Aus der hohen Einwohnerzahl von 3.664 Personen trotz relativ geringer Größe ergibt sich eine Bevölkerungsdichte von 802 Einwohnern pro km². Die Zahl der Haushalte liegt bei 1.607, woraus sich eine Haushaltsdichte von 349 Haushalten pro km² ergibt. (Landesstatistik Steiermark 2014d)

Tabelle 6: Informationen zum Ortsteil Gratwein (ehemals eigenständige Gemeinde Gratwein) in der Gemeinde Gratwein-Straßengel. (Eigene Darstellung, Datengrundlage: Landesstatistik Steiermark 2014d)

Gratwein	
Fläche (Stand 2014)	4,6 km ²
Einwohner (Stand 2014)	3.664
Bevölkerungsdichte (Einwohner pro km ²)	802 EW/km ²
Haushalte (Stand 2012)	1.607
Haushaltsdichte (Stand 2012)	349 HH/km ²
Anzahl der kontrollierten Bioabfallbehälter	212

Gebührensistem

Bei der Sammlung des Bioabfalls in der Gemeinde Gratwein kommt ein Behälteridentifikationssystem zum Einsatz. Zu entleerende Behälter werden zuvor anhand eines Barcodes eingescannt, um die Anzahl der Entleerungen zu speichern. Bezahlt wird nach Anzahl der Entleerungen und Größe des Bioabfallbehälters.

Anzahl und Größe der kontrollierten Behälter

Während der zwei Sammeltouren wurden insgesamt 212 Bioabfallbehälter kontrolliert (siehe Abbildung 43). Davon hatten 66 % der vorhandenen Tonnen ein Volumen von 120 Liter sowie 23 % eines von 240 Liter. Durch einen Kunststoffeinsatz besteht zusätzlich die Möglichkeit, 120-Liter-Behälter auf 80 Liter zu verkleinern, was 11 % der untersuchten Bioabfallbehälter in der ehemals eigenständigen Gemeinde Gratwein betraf.

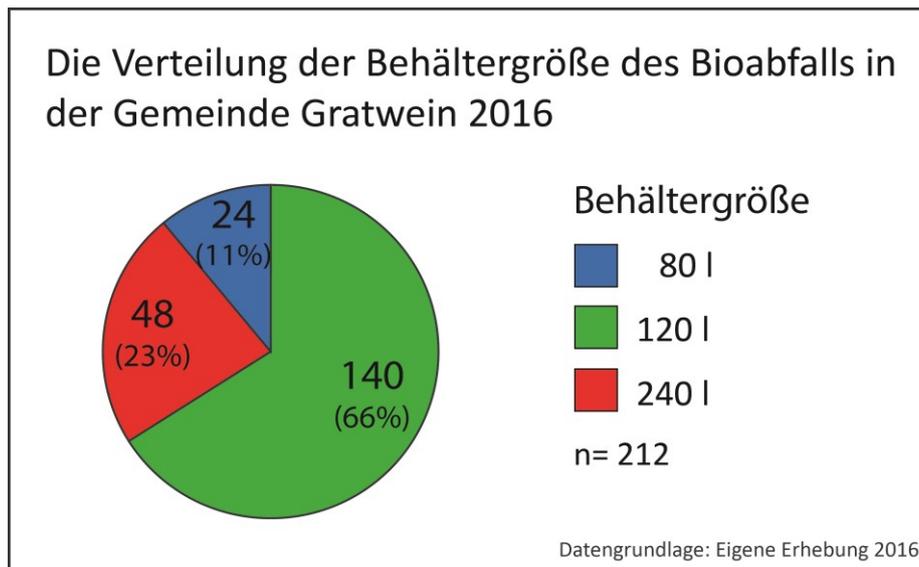


Abbildung 43: Die Verteilung der Behältergröße des Bioabfalls in der Gemeinde Gratwein 2016. (Eigene Darstellung)

Siedlungsstruktur

Der Anteil an Bioabfallbehältern, welche Mehrfamilienhausbebauungen zugeordnet werden können, ist in der Gemeinde Gratwein mit einem Anteil von 73 % vergleichsweise hoch (siehe Abbildung 44). Dies kann anhand der hohen Haushaltsdichte von 349 Haushalten pro km² und der daraus resultierenden Dominanz der Mehrfamilienhausbebauung begründet werden. In keiner anderen Untersuchungsgemeinde ist die Zahl der Bioabfallbehälter von S1 höher. So sind nur 24 % der Behälter der Ein- und Zweifamilienhausbebauung zuzuordnen. Die Bioabfallbehälter von Gewerbe, öffentlichen Einrichtungen und Gastronomie nehmen 3 % der untersuchten Tonnen ein.

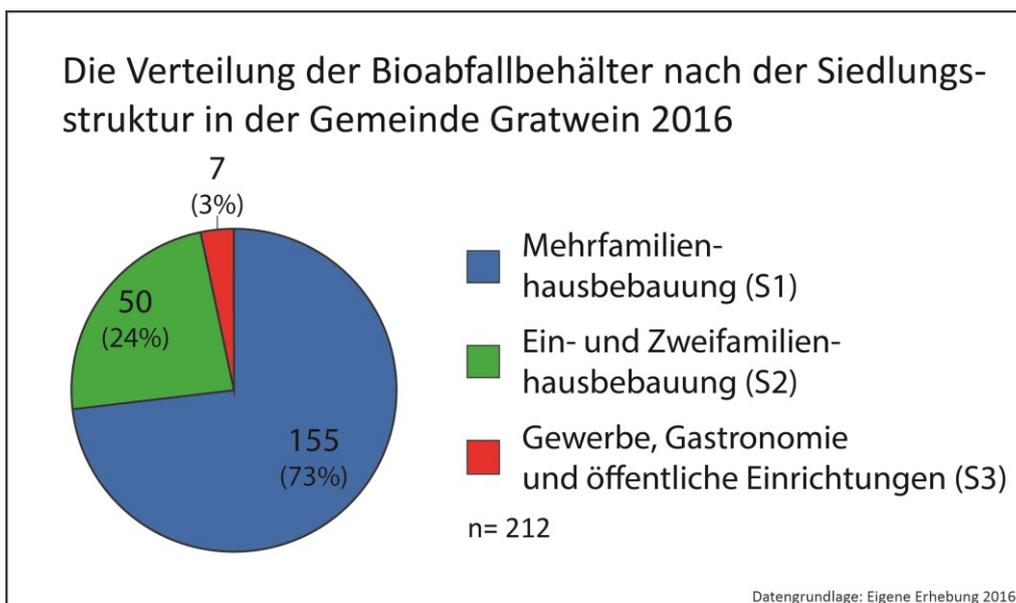


Abbildung 44: Die Verteilung der Bioabfallbehälter nach der Siedlungsstruktur in der Gemeinde Gratwein 2016. (Eigene Darstellung)

Füllgrad der Behälter

Aufgrund einer verursacherorientierten Gebührengestaltung in der Gemeinde Gratwein beträgt der Anteil der vollen Bioabfallbehälter mit einem Füllgrad von 90 und 100 Prozent 61 % der untersuchten Tonnen (siehe Abbildung 45). Weiters entsprechen 20 % der Biotonnen einem Füllgrad von 70 und 80 Prozent und 12 % sind zu 50 und 60 Prozent gefüllt. Lediglich 6 % der Tonnen sind mit einem Füllgrad von 30 und 40 Prozent sowie 1 % der Tonnen mit 10 und 20 Prozent Inhalt nahezu leer. Daraus ergibt sich ein durchschnittlicher Füllgrad aller kontrollierten Bioabfallbehälter in der Gemeinde Gratwein von 84 %.

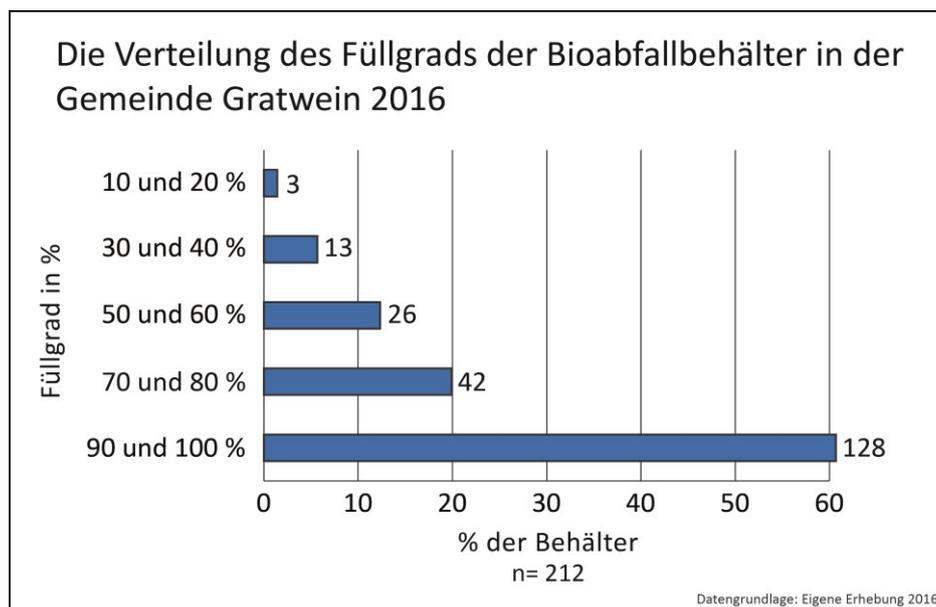


Abbildung 45: Die Verteilung des Füllgrads der Bioabfallbehälter in der Gemeinde Gratwein 2016. (Eigene Darstellung)

Qualität des Bioabfalls

Die Qualität des Bioabfalls der 212 kontrollierten Behälter in der Gemeinde Gratwein entspricht einer durchschnittlichen Verunreinigung nach dem Schulnotensystem von 2,04. Bei einer Gesamtbetrachtung liegt der Anteil an sauberen, fehlerfreien Behältern jedoch lediglich bei 48 % (siehe Abbildung 46). Für eine leichte Verunreinigung sind 22 % der Tonnen verantwortlich, gefolgt von 14 % mittelmäßiger und 10 % starker Verschmutzung. Eine sehr starke Verschmutzung durch eine hohe Anzahl an Fehlwürfen (7 und mehr), kommt in 6 % der untersuchten Bioabfalltonnen vor.

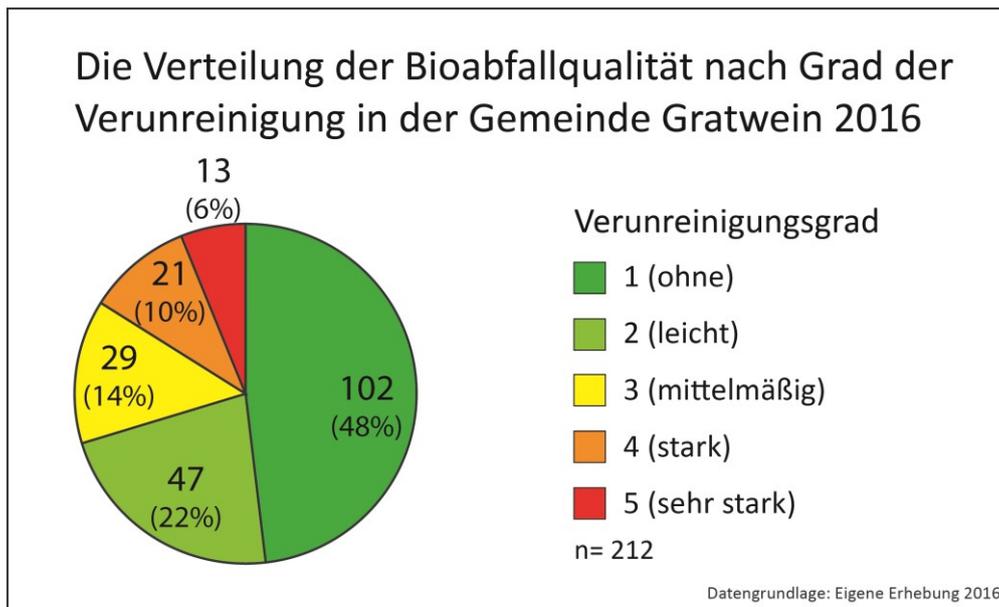


Abbildung 46: Die Verteilung der Bioabfallqualität nach Grad der Verunreinigung in der Gemeinde Gratwein 2016. (Eigene Darstellung)

Betrachtet man die Behälter der Mehrfamilienhausbebauung genauer, lässt sich erkennen, dass der Anteil an fehlerfreiem Material mit 27 % vergleichsweise gering ist (siehe Abbildung 47). Somit sind auch die übrigen Behälter der S1 von einer leichten, mittelmäßigen sowie starken Verschmutzung deutlich betroffen. Im Bereich der Ein- und Zweifamilienhausbebauung weisen 82 % der Tonnen keine Verunreinigung auf. Eine sehr starke Verunreinigung des Bioabfalls wurde zu jeweils 6 % in S1 sowie S2 festgestellt. Daran lässt sich ein deutlicher Qualitätsunterschied zwischen Ein- und Zweifamilienhausbebauung und Mehrfamilienhausbebauung in der Gemeinde Gratwein erkennen, welcher in keiner anderen Untersuchungsgemeinde so ausgeprägt vorhanden ist.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Zahl der untersuchten Behälter, welche S3 zugeordnet werden können, mit 7 Behältern verhältnismäßig gering ist. Daher ist ein Vergleich mit den anderen Siedlungsstrukturen nur bedingt vertretbar. Im Sinne der Vollständigkeit wurde deren Qualität in den folgenden Darstellungen trotzdem berücksichtigt.

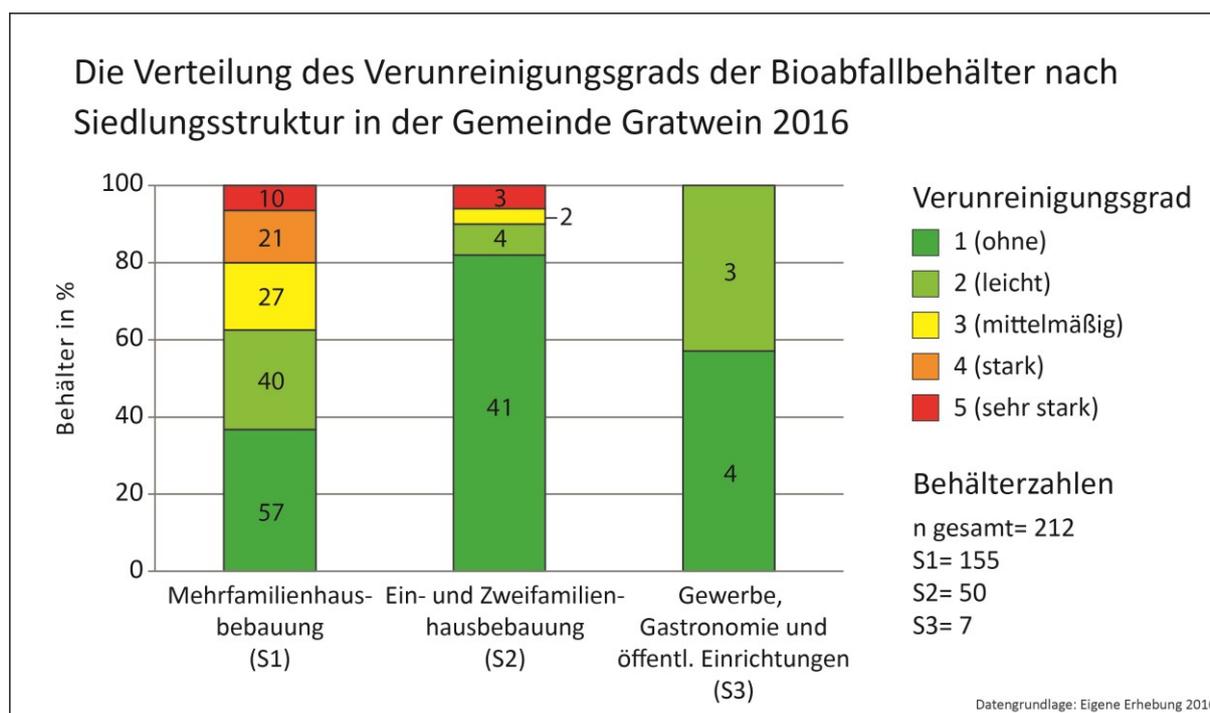


Abbildung 47: Die Verteilung des Verunreinigungsgrads der Bioabfallbehälter nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Gratwein 2016. (Eigene Darstellung)

Die genaue Betrachtung der durchschnittlichen Verunreinigung nach Siedlungsstruktur ergibt eine Qualität nach dem Schulnotensystem von 1,43 für Ein- und Zweifamilienhausbebauung, sowie 1,40 für Gewerbe, Gastronomie und öffentliche Einrichtungen (siehe Tabelle 7). Schlusslicht bildet die Mehrfamilienhausbebauung mit einer durchschnittlichen Qualität von 2,27, was einer leichten bis mittelmäßigen Verunreinigung entspricht. Daraus resultiert eine gesamte durchschnittliche Verunreinigung nach dem Schulnotensystem aller Bioabfallbehälter in der Gemeinde Gratwein von 2,04.

Tabelle 7: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Gratwein 2016. (Eigene Darstellung)

	Siedlungsstruktur	durchschn. Verunreinigung des Bioabfalls nach dem Schulnotensystem
1.	Ein- und Zweifamilienhausbebauung (S2)	1,43
2.	Gewerbe, Gastronomie und öffentliche Einrichtungen (S3)	1,40
3.	Mehrfamilienhausbebauung (S1)	2,27
durchschnittliche Verunreinigung gesamt		2,04

4.3. Hart bei Graz

Die Gemeinde Hart bei Graz liegt östlich der Stadt Graz und umfasst eine Fläche von 11,1 km² (siehe Tabelle 8). Mit 4.850 Einwohnern und einer daraus resultierenden Bevölkerungsdichte von 438 Einwohnern pro km² ist Hart bei Graz die Untersuchungsgemeinde mit der zweithöchsten Einwohnerdichte nach Gratwein. Die Zahl der Haushalte liegt bei 1.826, woraus sich eine Haushaltsdichte von 165 Haushalten pro km² ergibt. (Landesstatistik Steiermark 2017a)

Tabelle 8: Informationen zur Gemeinde Hart bei Graz. (Eigene Darstellung, Datengrundlage: Landesstatistik Steiermark 2017a)

Hart bei Graz	
Fläche (Stand 2015)	11,1 km ²
Einwohner (Stand 2016)	4.850
Bevölkerungsdichte (Einwohner pro km ²)	438 EW/km ²
Haushalte (Stand 2014)	1.826
Haushaltsdichte (Stand 2014)	165 HH/km ²
Anzahl der kontrollierten Bioabfallbehälter	956

Gebührensysteem

Das Gebührensystem in Hart bei Graz ist behälterbezogen, wird also in Abhängigkeit von dem zur Verfügung gestellten Behältervolumen (120 oder 240 Liter) berechnet. Ein größerer Behälter ist demnach gegenüber einem kleineren kostspieliger. In der jährlich verrechneten Gebühr sind 37 Abfahren pro Jahr inkludiert, was im Sommerhalbjahr eine wöchentliche, im Winterhalbjahr eine zweiwöchentliche Abfuhr zulässt. Kosten für zusätzliche Entleerungen fallen nicht an, da der Fixbetrag unabhängig von der Anzahl der Entleerungen verrechnet wird.

Anzahl und Größe der kontrollierten Behälter

In der Gemeinde Hart bei Graz wurden im Zuge von zwei Begleittouren mit dem Entsorger *Saubermacher Dienstleistungs AG* insgesamt 956 Behälter kontrolliert. Dabei kamen lediglich Behältergrößen mit 120 und 240 Liter zum Einsatz. Beachtlich ist die hohe Zahl der 120-Liter-Behältern, die 90 % der Bioabfallbehälter ausmachten, während nur 10 % ein Volumen von 240 Liter aufwiesen (siehe Abbildung 48). Das kann auf den hohen Anteil von Behältern der Ein- und Zweifamilienhausbebauung zurückgeführt werden (siehe Abbildung 49).

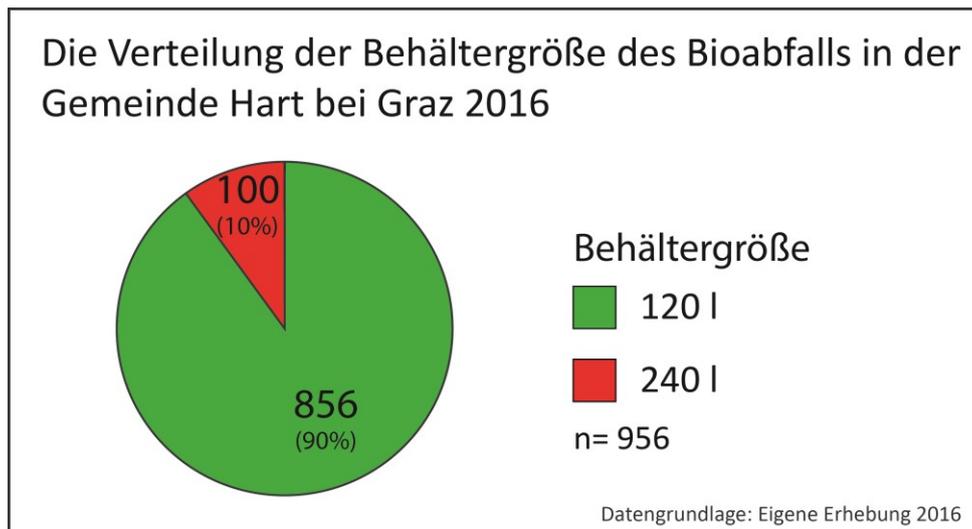


Abbildung 48: Die Verteilung der Behältergröße des Bioabfalls in der Gemeinde Hart bei Graz 2016. (Eigene Darstellung)

Siedlungsstruktur

Untersuchungen in der Gemeinde Hart bei Graz haben gezeigt, dass die Kategorie der Ein- und Zweifamilienhausbebauung 88 % der Biotonnen stellt (siehe Abbildung 49). Gefolgt von Mehrfamilienhausbebauung mit 9 % sowie Gewerbe, Gastronomie und öffentliche Einrichtungen mit 3 % Anteil an den Bioabfallbehältern. Damit kann auch die hohe Zahl der 120-Liter-Behälter erklärt werden, welche hauptsächlich im Bereich der Ein- und Zweifamilienhausbebauung genutzt werden. Die Zahl der Behälter nach Mehrfamilienhausbebauung ist nahezu äquivalent zu den in dieser Siedlungsstruktur häufig verwendeten 240-Liter-Behältern.

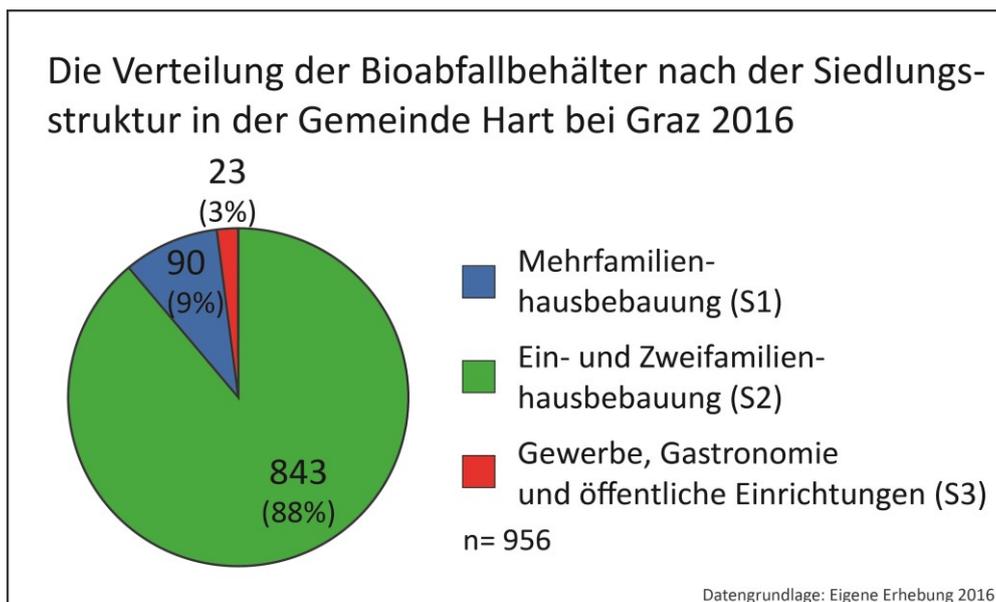


Abbildung 49: Die Verteilung der Bioabfallbehälter nach der Siedlungsstruktur in der Gemeinde Hart bei Graz 2016. (Eigene Darstellung)

Füllgrad der Behälter

Der Anteil der vollen Behälter, also jene welche einen Füllgrad von 90 und 100 Prozent erreichen, beträgt 44 % (siehe Abbildung 50). Hinzuweisen ist an dieser Stelle auf den Anteil der Behälter mit minimaler Füllung von 10 und 20 Prozent, welcher 20 % der kontrollierten Biotonnen umfasst. Daraus resultiert ein durchschnittlicher Füllgrad der Bioabfallbehälter in der Gemeinde Hart bei Graz von 68 %. In Zusammenhang damit steht vor allem die Art der Gebührenerhebung für die Abfallsammlung in der Gemeinde. Muss nicht für jede Entleerung separat gezahlt werden, ist der durchschnittliche Füllgrad der Bioabfallbehälter geringer (siehe Kapitel 6.2).

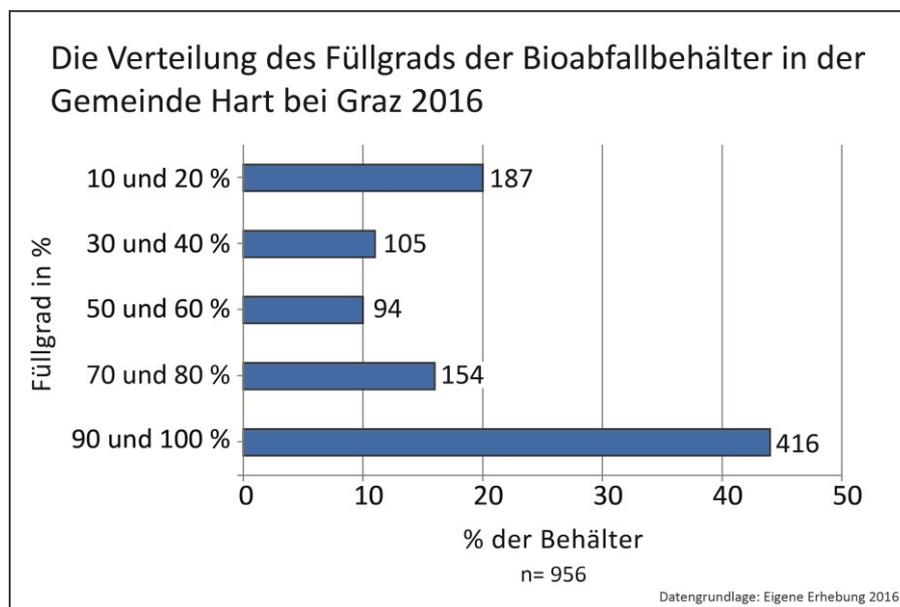


Abbildung 50: Die Verteilung des Füllgrades der Bioabfallbehälter in der Gemeinde Hart bei Graz 2016. (Eigene Darstellung)

Qualität des Bioabfalls

Die Qualität aller 956 kontrollierten Bioabfallbehälter in der Gemeinde Hart bei Graz entspricht einem durchschnittlichen Verunreinigungsgrad nach dem Schulnotensystem von 1,35 (siehe Abbildung 51). In der Kommune wiesen 77 % der analysierten Behälter keine Verunreinigung auf, lediglich leichte Verunreinigungen wurden in 14 % der Biotonnen nachgewiesen. Drittstärkste Kategorie stellt die starke Verunreinigung mit 6 % der Tonnen dar. Der Anteil der mittelmäßigen Verunreinigung liegt bei 2 %, gefolgt vom Schlusslicht der sehr starken, also maximal verunreinigten, Behälter mit 1 % Anteil. Es kann zusammengefasst werden, dass in der Untersuchungsgemeinde Hart bei Graz nur ein sehr kleiner Anteil an Behältern sehr stark verunreinigt ist. Jedoch ist der Anteil der stark verunreinigten Tonnen mit 6 % verhältnismäßig hoch. Fast ein Viertel der analysierten Behälter, genau 23 %, weisen eine Verunreinigung in einer der genannten Ausprägungen auf. Diese 215

4. Die Bioabfallsammlung in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung

Bioabfallbehälter sind somit nicht qualitativ einwandfrei und bedürfen einer (händischen) Entfernung von Störstoffen, bevor sie einer Kompostierung unterzogen werden können.

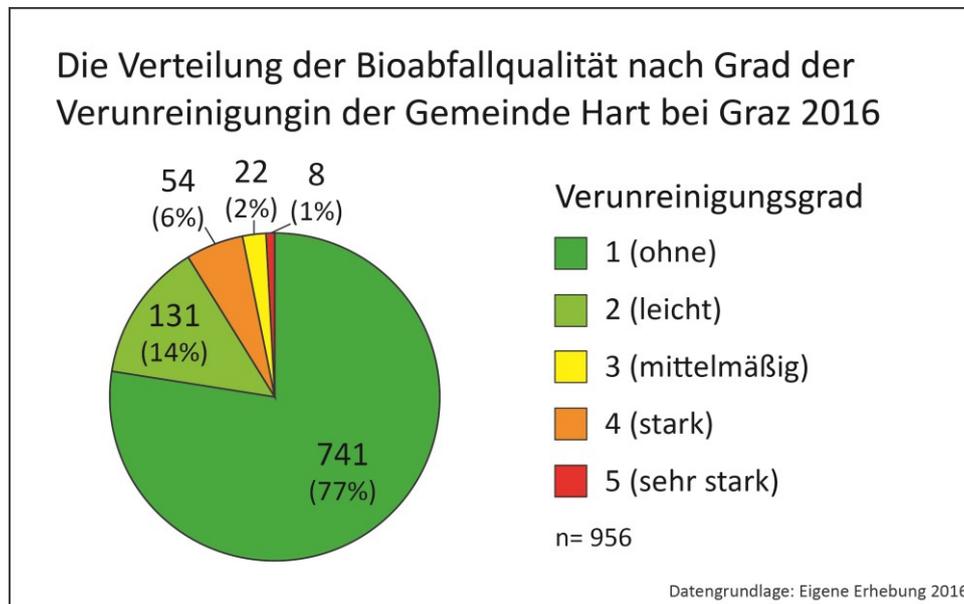


Abbildung 51: Die Verteilung der Bioabfallqualität nach Grad der Verunreinigung in der Gemeinde Hart bei Graz 2016. (Eigene Darstellung)

Eine genauere Analyse und der Vergleich des Verunreinigungsgrades mit der Siedlungsstruktur lassen erkennen, dass Ein- und Zweifamilienhäuser mit 77 % der Behälter *ohne Verunreinigung* die beste Bioabfallqualität aufweisen (siehe Abbildung 52). Die Mehrfamilienhausbebauung liegt mit 73 % ohne Verunreinigung an Stelle zwei, gefolgt von Gewerbe, Gastronomie und öffentlichen Einrichtungen mit 65 % störstofffreien Behältern. *Leichte Verunreinigungen* werden in erster Linie in Behältern der Siedlungsstruktur S3 mit 26 % sowie S1 mit 19 % festgestellt. Mittelmäßige Verunreinigungen werden von Gewerbe, Gastronomie und öffentlichen Einrichtungen mit 9 % dominiert. Von starker Verunreinigung betroffen sind zu jeweils 2 % sowohl die Mehrfamilienhausbebauung als auch die Ein- und Zweifamilienhausbebauung. Sehr starke und somit maximale Verunreinigung sind in 2 % der Mehrparteienbauten und 1 % der Ein- und Zweifamilienhäuser zu finden.

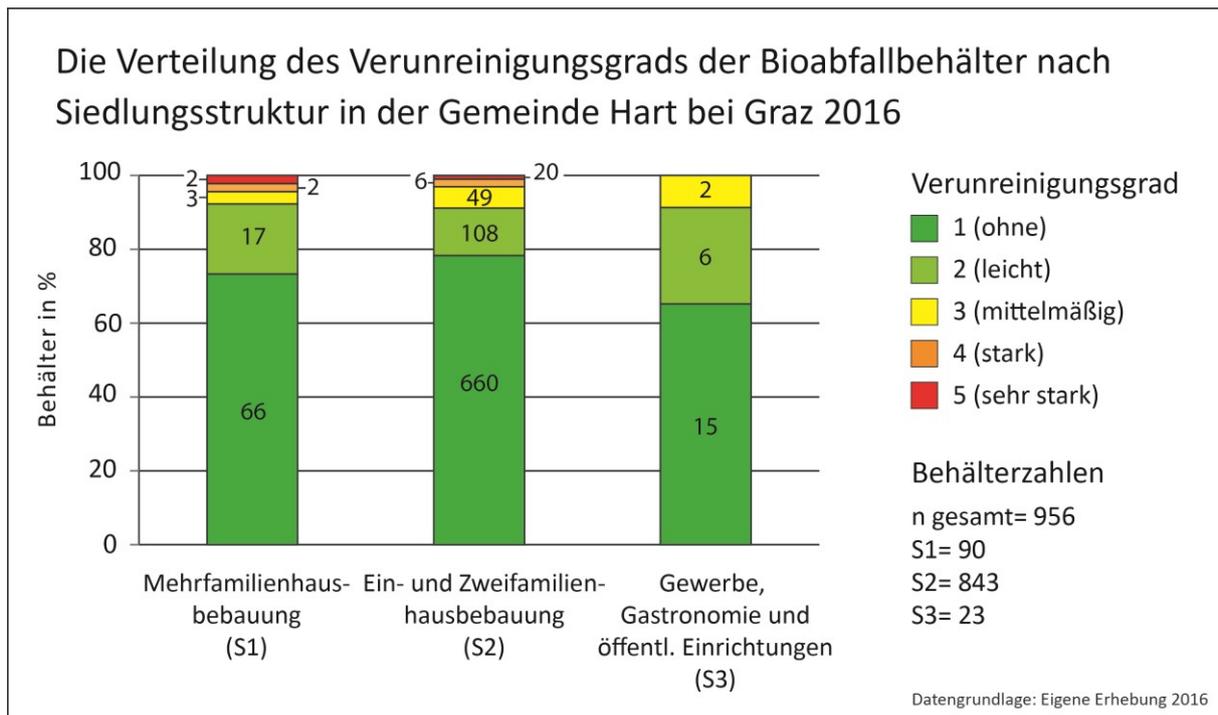


Abbildung 52: Die Verteilung des Verunreinigungsgrades der Bioabfallbehälter nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Hart bei Graz 2016. (Eigene Darstellung)

Ein Vergleich der gesamten durchschnittlichen Verunreinigung nach Siedlungsstruktur ergibt, dass die Ein- und Zweifamilienhausbebauung mit einer Qualität nach dem Schulnotensystem von 1,34 vor der Mehrfamilienhausbebauung mit 1,41 liegt (siehe Tabelle 9). Schlusslicht bilden Gewerbe, Gastronomie und öffentliche Einrichtungen mit nur einem geringen Unterschied zu Mehrfamilienbauten und einem Verunreinigungsgrad von 1,43.

Tabelle 9: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Hart bei Graz 2016. (Eigene Darstellung)

	Siedlungsstruktur	durchschn. Verunreinigung des Bioabfalls nach dem Schulnotensystem
1.	Ein- und Zweifamilienhausbebauung (S2)	1,34
2.	Mehrfamilienhausbebauung (S1)	1,41
3.	Gewerbe, Gastronomie und öffentliche Einrichtungen (S3)	1,43
durchschnittliche Verunreinigung gesamt		1,35

4.4. Hitzendorf

Mit einer Fläche von 48,9 km² und einer Einwohnerzahl von 7.012 Personen ergibt sich eine Bevölkerungsdichte von 143 Einwohnern pro km² der Gemeinde Hitzendorf (siehe Tabelle 10). Die Haushaltsdichte beträgt 55 Haushalte pro km², welcher eine Haushaltszahl von 2.668 zugrunde liegt. (Landesstatistik Steiermark 2017c)

Tabelle 10: Informationen zur Gemeinde Hitzendorf. (Eigene Darstellung, Datengrundlage: Landesstatistik Steiermark 2017c)

Hitzendorf	
Fläche (Stand 2015)	48,9 km ²
Einwohner (Stand 2016)	7.012
Bevölkerungsdichte (Einwohner pro km ²)	143 EW/km ²
Haushalte (Stand 2014)	2.668
Haushaltsdichte (Stand 2014)	55 HH/km ²
Anzahl der kontrollierten Bioabfallbehälter	375

Gebührensistem

Das Gebührensystem in der Gemeinde Hitzendorf ist, wie auch in anderen Untersuchungsgemeinden, behälterbezogen und somit für größere Behälter kostspieliger als für kleinere. Unabhängig von der durchgeführten Anzahl der Entleerungen wird ein Fixbetrag verrechnet, welcher 32 Abfahren pro Jahr umfasst.

Anzahl und Größe der kontrollierten Behälter

Die Anzahl der kontrollierten Behälter in der Gemeinde Hitzendorf umfasst 375, wovon 79 % ein Volumen von 120 Liter, die restlichen 21 % von 240 Liter umfassen (siehe Abbildung 53). Auch in dieser Untersuchungsgemeinde wurden zwei Sammeltouren des zuständigen Entsorgers *Öko&more* begleitet, um Daten zur Bioabfallqualität zu erheben.

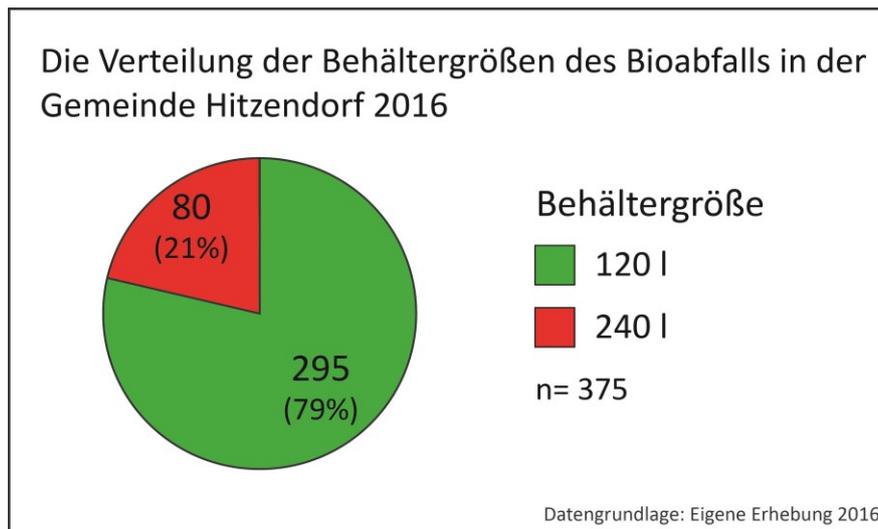


Abbildung 53: Die Verteilung der Behältergrößen des Bioabfalls in der Gemeinde Hitzendorf 2016. (Eigene Darstellung)

Siedlungsstruktur

Anhand der Behälter nach Siedlungsstruktur lässt sich der periphere Charakter der Gemeinde Hitzendorf erkennen. So gehören 82 % der untersuchten Bioabfalltonnen der Ein- und Zweifamilienhausbebauung an (siehe Abbildung 54). Lediglich 10 % sind der Siedlungsstruktur der Mehrfamilienhausbebauung zugehörig sowie weitere 8 % Gewerbe, Gastronomie und öffentlichen Einrichtungen.

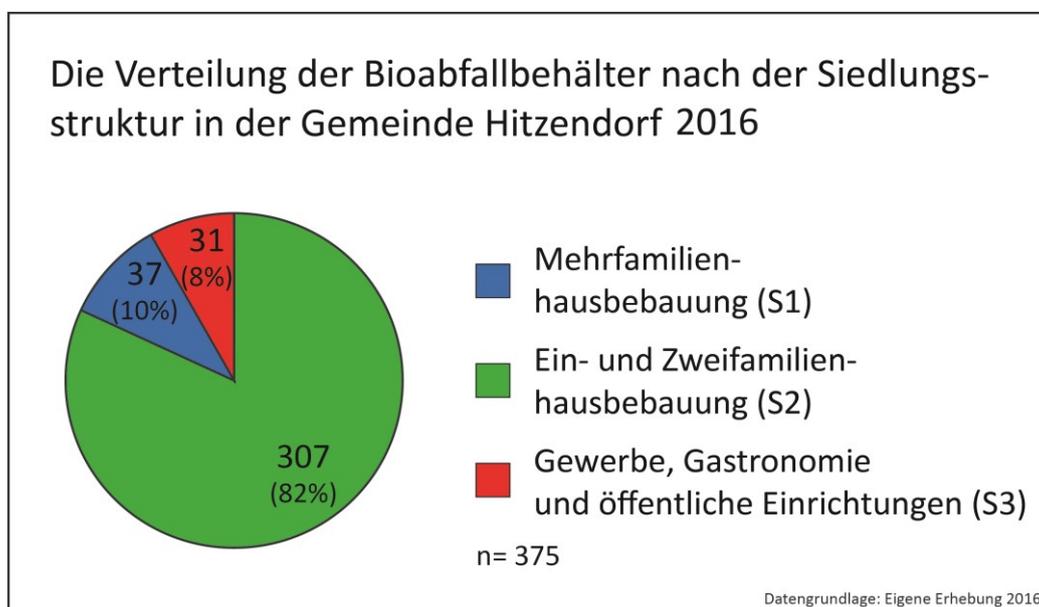


Abbildung 54: Die Verteilung der Bioabfallbehälter nach der Siedlungsstruktur in der Gemeinde Hitzendorf 2016. (Eigene Darstellung)

Füllgrad der Behälter

Betrachtet man den Füllgrad der Bioabfallbehälter in der Gemeinde Hitzendorf, zeigt sich eine deutliche Auffächerung der unterschiedlichen Ausprägungen. So erreichen die Füllgrade in den Kategorien von 10 bis 80 Prozent jeweils um die 15 % der Behälter (siehe Abbildung 55). Rund ein Drittel, genau 34 %, machen die vollen Biotonnen mit einem Füllgrad von 90 und 100 % aus. Daraus ergibt sich ein durchschnittlicher Füllgrad der Bioabfallbehälter in der Gemeinde Hitzendorf von 63 %.

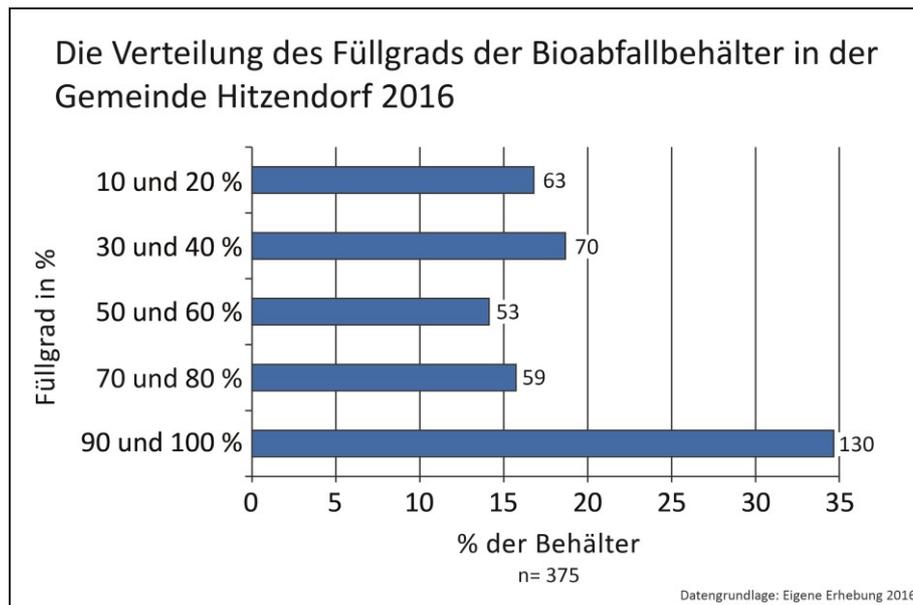


Abbildung 55: Die Verteilung des Füllgrads der Bioabfallbehälter in der Gemeinde Hitzendorf 2016. (Eigene Darstellung)

Qualität des Bioabfalls

Der Anteil an Bioabfallbehältern ohne Verunreinigung kommt in der Gemeinde Hitzendorf auf 74 %, die leicht verunreinigten Behälter auf 14 % (siehe Abbildung 56). Von einer mittelmäßigen Verunreinigung sind 6 % der Behälter betroffen und 2 % von einer starken Verunreinigung. Die höchste Anzahl an Fehlwürfen – und somit eine sehr starke Verunreinigung – weisen 4 % der Bioabfallbehälter auf. Daraus ergibt sich in der Gemeinde Hitzendorf eine durchschnittliche Verunreinigung nach dem Schulnotensystem von 1,47, was einer leichten Verunreinigung entspricht.

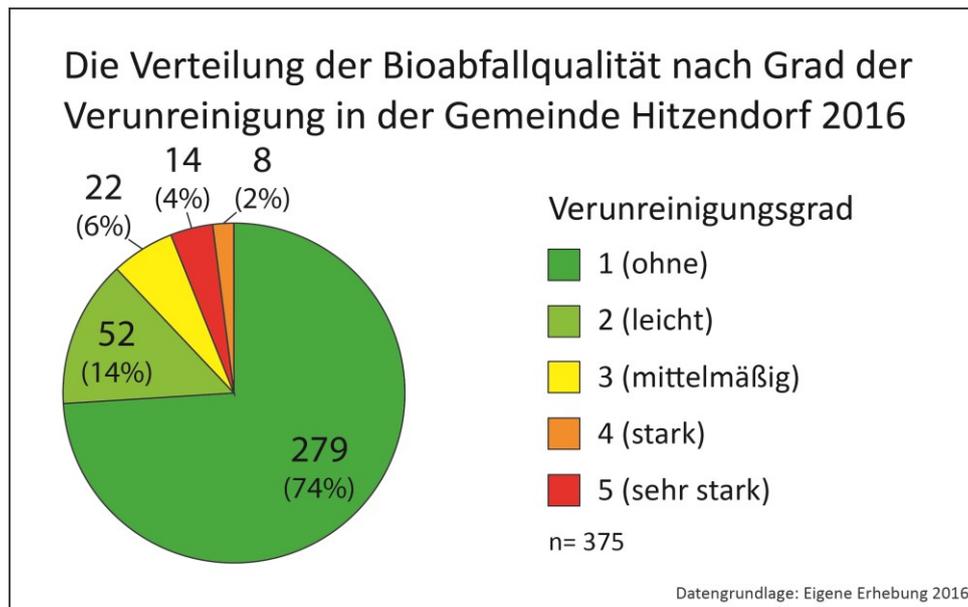


Abbildung 56: Die Verteilung der Bioabfallqualität nach Grad der Verunreinigung in der Gemeinde Hitzendorf 2016. (Eigene Darstellung)

Die Verteilung des Verunreinigungsgrads nach Siedlungsstruktur zeigt, dass der Anteil an Bioabfallbehältern ohne Verunreinigung in der Ein- und Zweifamilienhausbebauung mit 81 % am höchsten ist, gefolgt von 48 % in Gewerbe, Gastronomie und öffentlichen Einrichtungen sowie 43 % in der Mehrfamilienhausbebauung (siehe Abbildung 57). Hingegen wird eine sehr starke Verunreinigung der Bioabfallbehälter mit 19 % am häufigsten in Mehrfamilienbauten erreicht, gefolgt von S3 mit 6 % sowie S2 mit 2 % der Behälter. Daraus ergibt sich, dass es aufgrund von Fehlwürfen bei 57 % der Biotonnen der Mehrfamilienhausbebauung einer Nachbehandlung bedarf. Dies ist lediglich bei 19 % der Behälter von S1 sowie bei 52 % aus S3 der Fall.

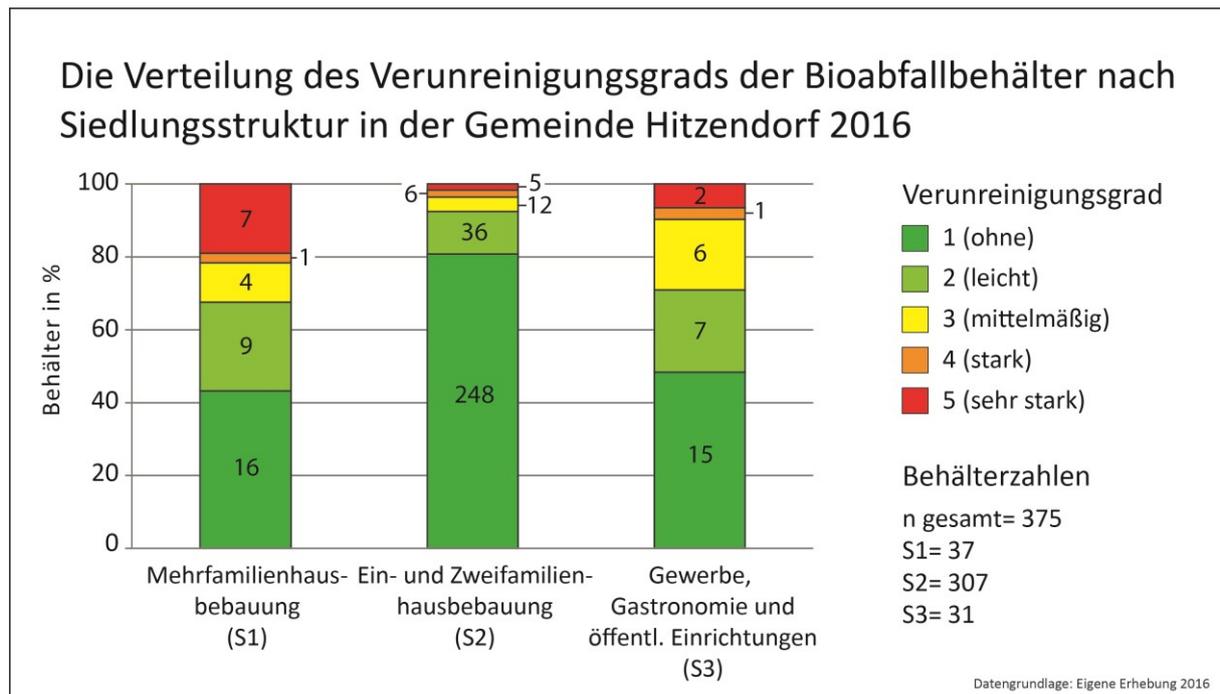


Abbildung 57: Die Verteilung des Verunreinigungsgrads der Bioabfallbehälter nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Hitzendorf 2016. (Eigene Darstellung)

Eine genaue Betrachtung der Qualität des Bioabfalls in der Gemeinde Hitzendorf nach der Siedlungsstruktur lässt erkennen, dass die Ein- und Zweifamilienhausbebauung mit einer durchschnittlichen Verunreinigung nach dem Schulnotensystem von 1,32 die geringste Verunreinigung aufweist (siehe Tabelle 11). Ein Vergleich mit der durchschnittlichen Verunreinigung der Mehrfamilienhausbebauung von 2,23 macht den Qualitätsunterschied nach Siedlungsstruktur deutlich. Gewerbe, Gastronomie und öffentliche Einrichtungen kommen auf einen Durchschnittswert von 1,96.

Tabelle 11: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung nach Siedlungsstruktur in der Gemeinde Hitzendorf 2016. (Eigene Darstellung)

	Siedlungsstruktur	durchschn. Verunreinigung des Bioabfalls nach dem Schulnotensystem
1.	Ein- und Zweifamilienhausbebauung (S2)	1,32
2.	Gewerbe, Gastronomie und öffentliche Einrichtungen (S3)	1,96
3.	Mehrfamilienhausbebauung (S1)	2,23
durchschnittliche Verunreinigung gesamt		1,47

4. Die Bioabfallsammlung in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Siedlungsstruktur der Ein- und Zweifamilienhausbebauung bei einem Vergleich der durchschnittlichen Bioabfallqualität in allen vier Untersuchungsgemeinden an erster Stelle steht. In der Gemeinde Dobl-Zwaring wirkt sich das spezielle Sammelsystem außerdem signifikant auf die Qualität der Bioabfälle aus. Weitere Aussagen zur Bioabfallqualität im Bezirk Graz-Umgebung werden im folgenden Kapitel 5 durch das Zusammenfassen der Ergebnisse aller Untersuchungsgemeinden getätigt. Weiters werden erhobene Faktoren, wie Füllgrad oder Gebührensystem, in Kapitel 6 als Einflussfaktoren auf die Bioabfallqualität näher beschrieben.

5. Die Qualität der Bioabfallsammlung im Bezirk Graz-Umgebung

In diesem Kapitel sollen die Ergebnisse zur Untersuchung der Bioabfallqualität analysiert und visualisiert werden. Zu diesem Zweck werden die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsgemeinden zusammengefasst und repräsentieren damit den Bezirk Graz-Umgebung. Dies ist aufgrund der hohen Zahl der insgesamt untersuchten Behälter von 1.707 möglich. Die Bioabfallqualität wird anhand des erhobenen Verunreinigungsgrads der Behälter genauer betrachtet. Weiters werden die gesamten Daten zur Bioabfallqualität nach Siedlungsstrukturen dargestellt, um deren Einfluss zu veranschaulichen.

Zusammengefasst ist die Qualität des Bioabfalls nach Grad der Verunreinigung ohne Berücksichtigung der Siedlungsstruktur oder des Sammelsystems in 73 % der Behälter fehlerfrei (siehe Abbildung 58). Somit bedarf dieser Bioabfall keiner Entfernung von Fehlwürfen, was enormen (finanziellen) Aufwand in den Behandlungsanlagen erspart. Eine leichte Verunreinigung, was 1 bis 2 Fehlwürfen pro Behälter entspricht, ist in 15 % der kontrollierten Biotonnen vorhanden. Weiters entsprechen 7 % einer mittelmäßigen sowie 3 % einer starken Verunreinigung. 2 % (entspricht 35 Biotonnen) der untersuchten 1.707 Bioabfallbehälter enthalten 7 oder mehr Fehlwürfe und sind somit sehr stark verunreinigt.

Laut Mehren (2015, S. 602) „[...] sind 1% der Biotonnenbenutzer für 70-85% der Störstoffe verantwortlich.“ Ein Vergleich dieser Aussage mit den Ergebnissen dieser Arbeit kann aufgrund der unterschiedlichen, Klassifizierung und Methodik (ab 7 Fehlwürfen sehr starke Verunreinigung) nicht erfolgen. Jedoch kann gesagt werden, dass bereits eine geringe Anzahl an stark und sehr stark verunreinigten Behältern ausreicht, um die Qualität der gesamt Lieferung an den Kompostierer enorm zu verschlechtern und dadurch einen unnötigen Mehraufwand zu verursachen.

Um eine Vorstellung von der tatsächlichen Verunreinigung zu erhalten, ist eine Betrachtung der durchschnittlichen Fehlwurffzahl pro Behälter sinnvoll. Zur Berechnung wird innerhalb einer Verunreinigungsstufe in einer ersten Berechnung von der minimalen, in einer zweiten von der maximalen Fehlwurffzahl ausgegangen. So wird beispielsweise in der Klasse 3, in der zwischen 3 und 4 Fehlwürfe möglich sind, eine Berechnung mit 3 sowie mit 4 Fehlwürfen in den Behältern durchgeführt. Aufgrund der sehr starken Verunreinigung deren Fehlwurffzahl theoretisch nach oben hin offen ist, liegt eine höhere Störstoffzahl trotzdem im Bereich des Möglichen. Es sei darauf hingewiesen, dass die folgenden Berechnungen lediglich der Veranschaulichung und dem Vergleich dienen und möglichen Schwankungen unterliegen.

Betrachtet man die untersuchten 1.707 Bioabfallbehälter inklusive aller Verunreinigungsstufen nach diesem Schema, ergibt sich eine Mindestanzahl an Fehlwürfen von 1.099 und eine maximale Anzahl

5. Die Qualität der Bioabfallsammlung im Bezirk Graz-Umgebung

von 1.554. Vernachlässigt man die Tatsache, dass für diese Verunreinigung eine geringe Zahl an Bioabfallbehältern verantwortlich ist, könnte man zusammenfassen, dass mit dieser hohen Zahl an Fehlwürfen in mindestens 64 % und maximal 89 % der Bioabfallbehälter ein Fehlwurf vorhanden ist. Konzentriert man sich auf die 2 % der Behälter mit sehr starker Verunreinigung sind diese 35 Behälter für mindestens 22 % der Fehlwürfe verantwortlich. Fasst man die Verunreinigungsgrade 4 und 5 zusammen, sind mindestens 515 Fehlwürfe enthalten. Diese machen sogar 47 % der mindestens enthaltenen Fehlwürfe der gesamten Bioabfallfuhre aus. Damit kann anhand der Untersuchungen zusammengefasst werden, dass 5 % der Bioabfallbehälter für 47 % der Fehlwürfe verantwortlich sind.

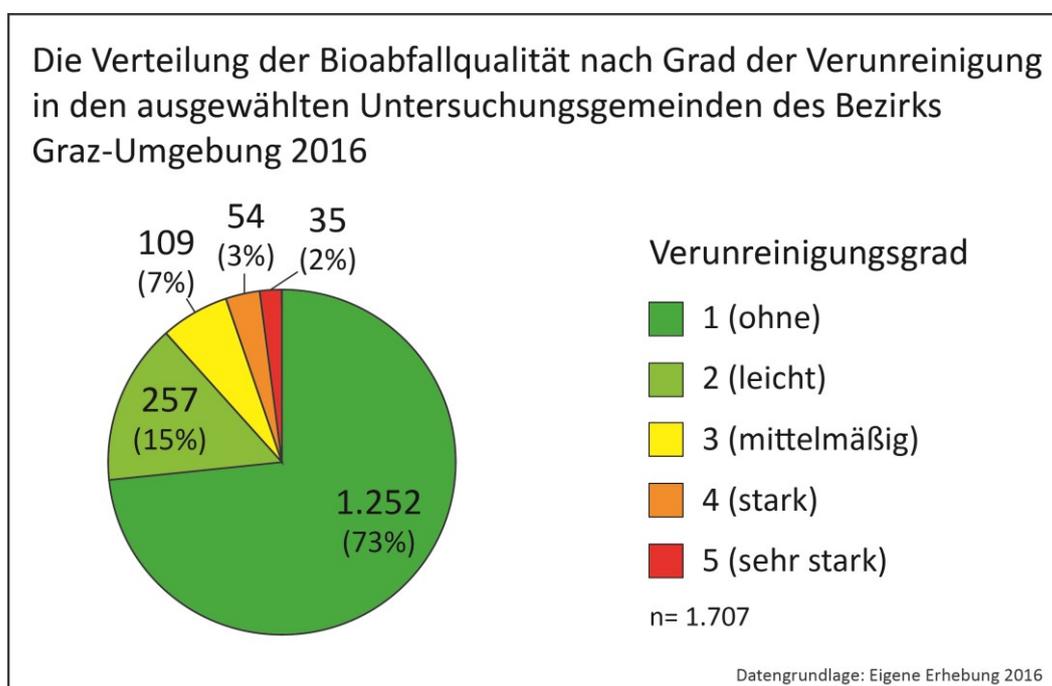


Abbildung 58: Die Verteilung der Bioabfallqualität nach Grad der Verunreinigung in den ausgewählten Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung)

Aussagen über die durchschnittliche Qualität dienen dem Vergleich der Untersuchungsgemeinden und somit der unterschiedlichen Sammelsysteme. Anhand dieses Durchschnittswertes können auch Einschätzungen der dominierenden Siedlungsstruktur in der jeweiligen Gemeinde getroffen werden. Die vergleichsweise hohe Qualität von 1,32 in der Gemeinde Dobl-Zwaring kann durch das bereits genannte Sammelsystem mit Vorsicht erklärt werden (siehe Tabelle 12). Begründet man die durchschnittliche Qualität anhand der dominierenden Siedlungsstruktur, lässt sich erklären, dass in Gemeinden mit hohem Anteil an Ein- und Zweifamilienhausbebauung (wie beispielsweise Hitzendorf und Hart bei Graz) eine höhere Qualität erreicht wird. Gemeinden mit einem überdurchschnittlich hohen Anteil an Behältern, welcher der Mehrfamilienhausbebauung angehören, (Gratwein) weisen hingegen einen höheren Grad der Verunreinigung auf.

5. Die Qualität der Bioabfallsammlung im Bezirk Graz-Umgebung

Tabelle 12: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung des Bioabfalls in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung)

	Gemeinde	durchschn. Verunreinigung des Bioabfalls nach dem Schulnotensystem	dominierende Siedlungsstruktur
1.	Dobl-Zwaring	1,32	S2 (47 %)
2.	Hart bei Graz	1,35	S2 (88 %)
3.	Hitzendorf	1,47	S2 (82 %)
4.	Gratwein	2,04	S1 (73 %)
Durchschnitt aller Untersuchungsgemeinden		1,45	S2 (75 %)

Die dominierende Siedlungsstruktur der untersuchten Bioabfallbehälter im Bezirk Graz-Umgebung ist mit 75 % die der Ein- und Zweifamilienhausbebauung, gefolgt von 20 % Behälter der Mehrfamilienhausbebauung (siehe Abbildung 59). Der Anteil untersuchter Biotonnen von Gewerbe, Gastronomie und öffentlichen Einrichtungen kommt lediglich auf 5 %. Dies kann anhand der meist separat durchgeführten Sammlung von Abfällen aus Gewerbe und öffentlichen Einrichtungen begründet werden.

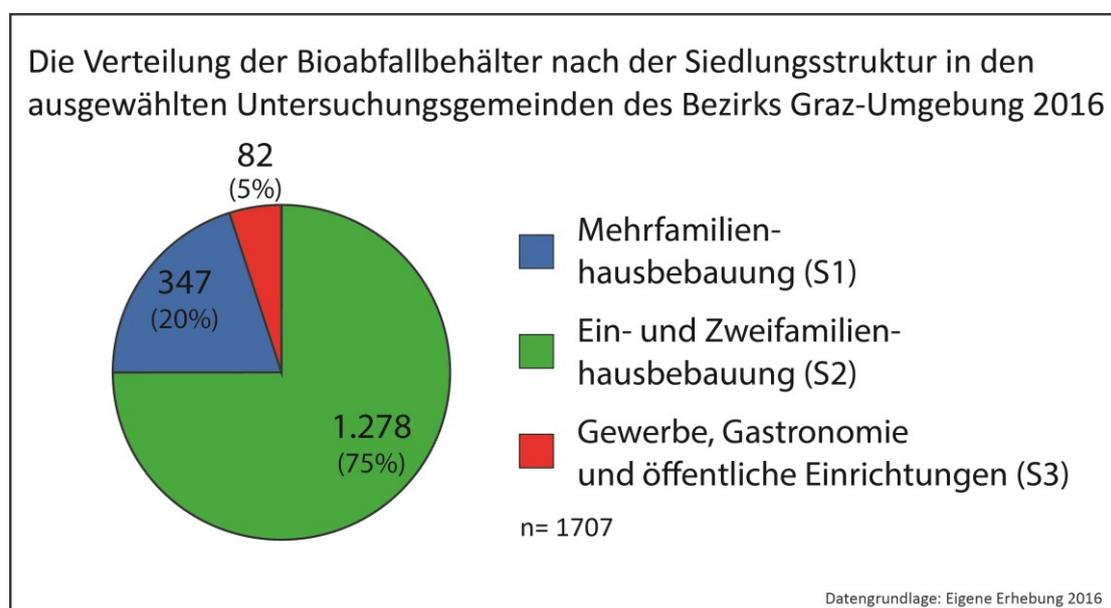


Abbildung 59: Die Verteilung der Bioabfallbehälter nach der Siedlungsstruktur in den ausgewählten Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung)

Betrachtet man die Qualität des Bioabfalls in den Untersuchungsgemeinden unter Berücksichtigung der Siedlungsstruktur, lassen sich deutliche Zusammenhänge erkennen. An dieser Stelle sei angemerkt, dass die Behälterzahlen der untersuchten Siedlungsstrukturen schwanken und dieses Wissen in eine Gesamtbetrachtung einbezogen werden sollte (siehe Abbildung 60).

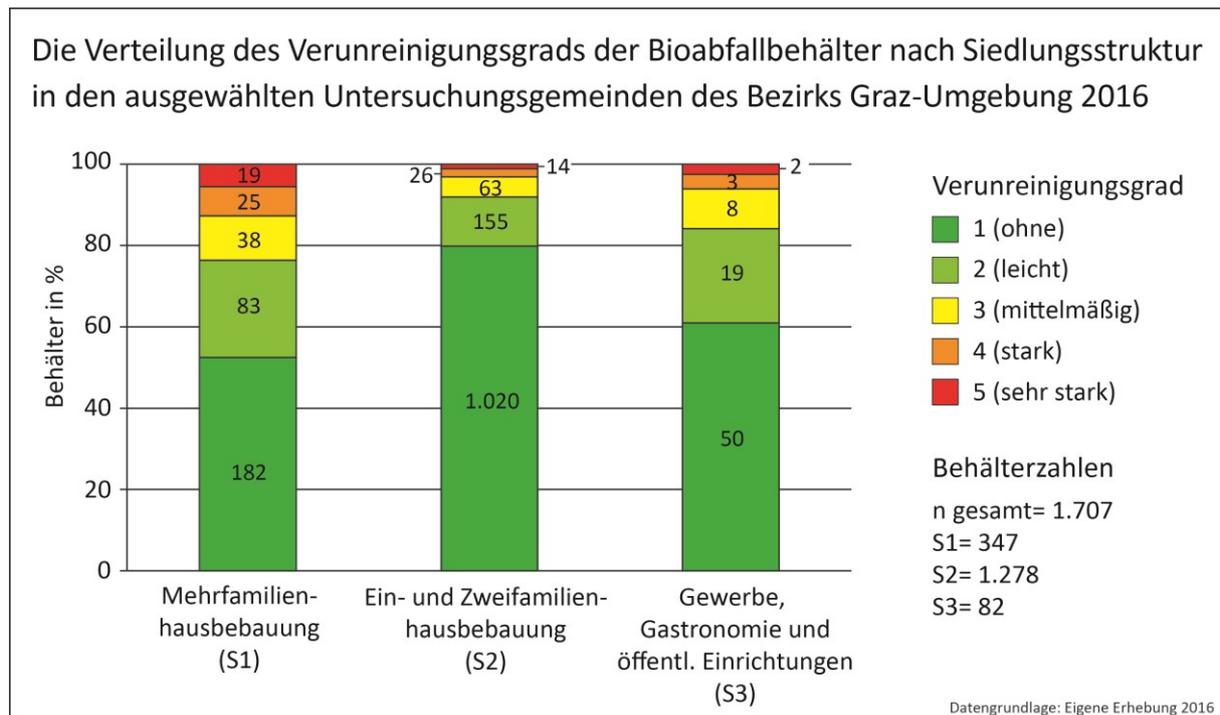


Abbildung 60: Die Verteilung des Verunreinigungsgrads der Bioabfallbehälter nach Siedlungsstruktur in den ausgewählten Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung)

Vernachlässigt man den Grad der Verunreinigung und fasst den Anteil des Bioabfalls mit enthaltenen Fehlwürfen zusammen, wird erkennbar, dass dieser in der Mehrfamilienhausbebauung mit 48 % am stärksten ausgeprägt ist (siehe Abbildung 60). Auch der Grad der Verunreinigung ist in dieser Siedlungsstruktur am stärksten, wobei der Verunreinigungsgrad von leicht bis stark kontinuierlich abnimmt, um mit einem Anteil sehr stark verunreinigter Behälter von 5 % abzuschließen. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Qualität des Bioabfalls der Mehrfamilienhausbebauung nach dem Schulnotensystem von 1,89 (siehe Tabelle 13).

Behälter der Ein- und Zweifamilienhausbebauung weisen mit Abstand die beste Qualität des Bioabfalls auf, wobei 80 % der untersuchten Behälter ohne jegliche Verunreinigung sind (siehe Abbildung 60). 20 % der Tonnen weisen eine Verunreinigung auf, wobei die leichte Verunreinigung mit 12 % überwiegt. Im Vergleich zur Mehrfamilienhausbebauung sind lediglich 2 % stark und 1 % sehr stark verunreinigt, woraus sich eine durchschnittliche Qualität der Ein- und Zweifamilienhausbebauung nach dem Schulnotensystem von 1,32 ergibt (siehe Tabelle 13).

5. Die Qualität der Bioabfallsammlung im Bezirk Graz-Umgebung

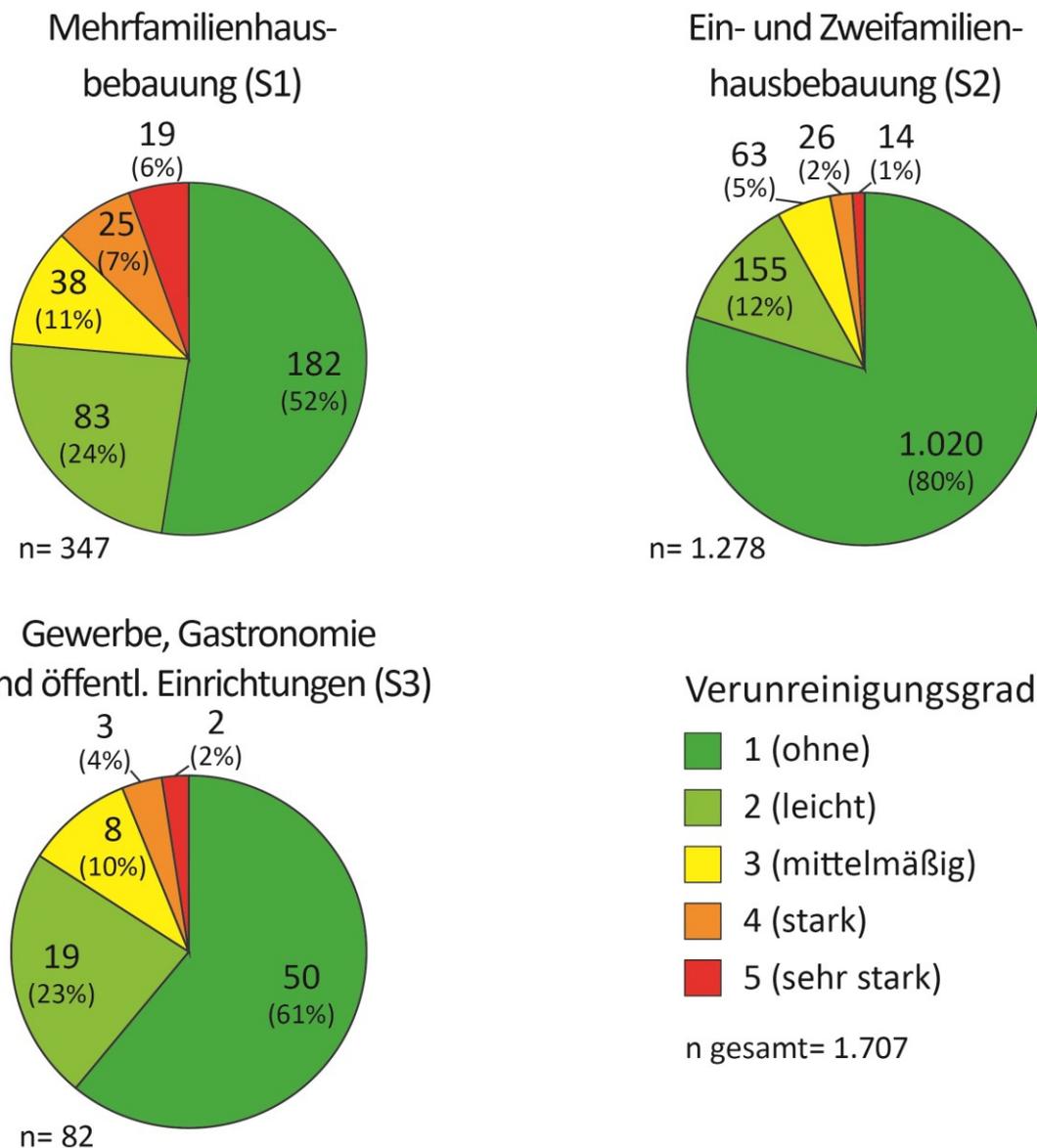
Störstofffreier Bioabfall der Siedlungsstruktur von Gewerbe, Gastronomie und öffentlichen Einrichtungen ist in 61 % der Behälter vorhanden (siehe Abbildung 60). Der Anteil an leichter Verunreinigung ist mit 23 % hoch, gefolgt von 10 % mittelmäßiger sowie 4 % starker Verunreinigung. Weiters sind 2 % der Bioabfallbehälter sehr stark verunreinigt (Kategorie 5, 7 und mehr Fehlwürfe), was in einer durchschnittlichen Qualität der Siedlungsstruktur S3 von 1,63 resultiert (siehe Tabelle 13).

Tabelle 13: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung des Bioabfalls nach Siedlungsstruktur in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung)

	Siedlungsstruktur	durchschn. Verunreinigung des Bioabfalls nach dem Schulnotensystem
1.	Mehrfamilienhausbebauung (S1)	1,89
2.	Gewerbe, Gastronomie und öffentliche Einrichtungen (S3)	1,63
3.	Ein- und Zweifamilienhausbebauung (S2)	1,32
durchschn. gesamt Verunreinigung		1,45

Somit kann zusammengefasst werden, dass die Ein- und Zweifamilienhausbebauung den saubersten Bioabfall mit der durchschnittlich geringsten Anzahl an Fehlwürfen je Behälter stellen, gefolgt von Gewerbe, Gastronomie und öffentlichen Einrichtungen sowie der Mehrfamilienhausbebauung als Schlusslicht mit der stärksten Verunreinigung. In der Siedlungsstruktur der Mehrfamilienhausbebauung weisen die Bioabfallbehälter einen im Durchschnitt 43 % höheren Verunreinigungsgrad auf, als dies in der Ein- und Zweifamilienhausbebauung der Fall ist (siehe Abbildung 60).

Die Verteilung des Verunreinigungsgrads der Bioabfallbehälter nach der Siedlungsstruktur in den ausgewählten Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016



Datengrundlage: Eigene Erhebung 2016

Abbildung 61: Verunreinigungsgrad der Bioabfallbehälter nach Siedlungsstruktur in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung)

6. Beeinflussende Faktoren der Bioabfallqualität im Bezirk Graz-Umgebung

allen untersuchten Kommunen verwendet, weshalb in dieser Studie kein direkter Zusammenhang mit der Bioabfallqualität aufgezeigt werden kann (siehe Kapitel 3.6).

Tabelle 14: Wechselwirkungen beeinflussender Faktoren auf die Bioabfallqualität im Bezirk Graz-Umgebung. (Datengrundlage: Statistik, Eigene Erhebung)

Untersuchungsgemeinde	Dobl-Zwaring	Hart b. G.	Hitzendorf	Gratwein
Haushaltsdichte <small>(Datengrundlage: Landesstatistik Steiermark 2017a/b/c, 2014d)</small>	34 HH/km ²	165 HH/km ²	55 HH/km ²	349 HH/km ²
dominierende Siedlungsstruktur	S2 (47 %)	S2 (88 %)	S2 (82 %)	S1 (73 %)
Füllgrad	56 %	68 %	63 %	84 %
Gebühr nach Entleerungsanzahl	x	x	x	✓
Vorsichtung	✓	x	x	x
Vorsammelsäcke	✓	✓	✓	✓
durchschn. Qualität nach dem Schulnotensystem	1,32	1,35	1,47	2,04

6.1. Behältergröße

In Abhängigkeit vom Anschlussgrad (Anteil der Eigenkompostierer und Teilnehmerquote) und unabhängig von der Abfallart kann bei zusätzlicher Behältergröße ein Anstieg der Abfallmengen erkannt werden (Kranert und Cord-Landwehr 2010, S. 96). Der Zusammenhang zwischen Behältergröße, Fehlwurfbzahl und Abfallmenge ist demnach nicht zu vernachlässigen. Ein zunehmender Abschöpfungsgrad durch größere Behälter wäre in Bezug auf Bioabfall zu begrüßen. Die größere Menge an biologischen Abfällen führt auch zur Steigerung des daraus gewonnen, nährstoffreichen Kompostes. Jedoch gilt es das Störstoffproblem unabhängig davon zu verringern bzw. zu unterbinden.

Ein Zusammenhang von Behältergröße und Bioabfallqualität kann dadurch erklärt werden, dass größere Behälter (240 Liter) meist gemeinschaftlich genutzt werden, während kleinere Bioabfallbehälter (120 Liter) von einzelnen Haushalten individuell genutzt werden. Die untersuchten Bioabfallbehälter mit einem Volumen von 240 Liter weisen eine höhere durchschnittliche Verunreinigung (nach dem Schulnotensystem) auf, als 120-Liter-Behälter (siehe Tabelle 15). Die größeren 240-Liter-Behälter konnten in 60 % der untersuchten Fälle der Mehrfamilienhausbebauung zugeordnet werden und wiesen einen durchschnittlichen Verunreinigungsgrad nach dem Schulnotensystem von 1,81 auf. Hingegen waren 82 % der 120-Liter-Behälter der Ein- und

Zweifamilienhausbebauung zugehörig und hatten im Durchschnitt einen Verunreinigungsgrad nach dem Schulnotensystem von 1,40. Diese Qualitätsdifferenz kann auf die gemeinschaftliche Behälternutzung in der Mehrfamilienhausbebauung zurückgeführt werden.

Tabelle 15: Wirkungszusammenhang der Behältergröße mit der Bioabfallqualität (Verunreinigungsgrad) und der Siedlungsstruktur. (Eigene Darstellung)

Behältergröße	Behälteranzahl	durchschn. Verunreinigung des Bioabfalls nach dem Schulnotensystem	dominierende Siedlungsstruktur
120 l	1.479	1,40	S2 (82 %)
240 l	228	1,81	S1 (60 %)
gesamt	1.707	1,45	S2 (75 %)

6.2. Gebührensystem und Füllgrad

Im Folgenden wird der durchschnittliche Füllgrad aller untersuchten Bioabfallbehälter interpretiert und diskutiert. Weiters wird geklärt, inwiefern unterschiedliche Gebührenmodelle die Qualität des Bioabfalls beeinflussen können und welche Vor- und Nachteile sich ergeben. Die Betrachtung erhobener Faktoren in Bezug auf vorhandene Gebührensysteme in den Gemeinden soll einen Zusammenhang erkennbar machen.

Die Menge des anfallenden Bioabfalls und somit auch der Füllgrad der Behälter ist von einer Vielzahl regional unterschiedlicher Strukturen abhängig. Einfluss darauf nehmen Faktoren wie die Intensität der Öffentlichkeitsarbeit, der Anschlussgrad an die Biotonne und damit in Zusammenhang die Verbreitung der Eigenkompostierung, die Gartengröße sowie das bereitgestellte Behältervolumen. (Krogmann 1994, S. 45) Eine weitere wichtige Einflussgröße auf den Füllgrad der Bioabfallbehälter ist das Gebührenmodell. Laut Brunn (2016b, S. 16) spiegeln sich höhere Gebühren in einer besseren Bioabfallqualität wieder. Möglicher Grund dafür kann die höhere Wertschätzung der Bioabfalltonne bei höherem Preis sein, welche zu mehr Achtsamkeit im Umgang mit dieser führt.

Analysen der erhobenen Daten können diese Theorie jedoch keineswegs bestätigen. Demnach müsste Gratwein mit der kostenintensivsten Bioabfallsammlung (Anzahl der Entleerungen werden mitverrechnet) den saubersten Bioabfall aufweisen. Das Gegenteil ist jedoch der Fall, die Bioabfallbehälter weisen im Vergleich zu den übrigen Untersuchungsgemeinden die stärkste Verunreinigung auf (siehe Tabelle 16). Auch eine Betrachtung der restlichen Kommunen kann die Theorie einer höheren Qualität bei höherem Preis nicht bestätigen.

6. Beeinflussende Faktoren der Bioabfallqualität im Bezirk Graz-Umgebung

Eine Lenkungswirkung im Sinne von erwünschtem Trennverhalten kann durch die Ausgestaltung von Gebühren und Abgaben erreicht werden (Kranert und Cord-Landwehr 2010, S. 25). So ist der Füllgrad in Gemeinden mit Gebührenmodellen, welche die Anzahl der Entleerungen verrechnen, aufgrund der zusätzlichen Kosten um durchschnittlich 20 % höher (siehe Tabelle 16). Dies ergibt sich aus dem Vergleich der Gemeinde Gratwein mit den restlichen Untersuchungsgemeinden, welche die Anzahl der Entleerungen nicht berücksichtigen.

„In der Regel wirkt sich knapp bemessenes Behältervolumen positiv auf das Trennverhalten aus. Umkehrt verleitet zu großzügig vorgehaltenes Volumen dazu, auch Fremdstoffe über den bereitgestellten Behälter zu entsorgen.“ (Dr. Schreyer, Geschäftsführer des Dachverbands der Steierischen Abfallwirtschaftsverbände, 17.02.2017)

Aus den Untersuchungen des Bioabfalls in den Untersuchungsgemeinden geht ein durchschnittlicher Füllgrad aller untersuchten Bioabfallbehälter von 67 % hervor. Die Verteilung der Füllgrade lässt erkennen, dass volle Behälter mit 90 und 100 % Füllgrad in 42 % der Fälle auftreten, während die nahezu leeren Tonnen mit 10 und 20 % Füllgrad mit 17 % ebenfalls nicht zu vernachlässigen sind (siehe Abbildung 63). Zusammengefasst bedeutet dies, dass zwei von zehn entleerten Bioabfallbehältern aufgrund des geringen Füllgrads keiner Ausleerung bedürfen würden. Jedoch ist vor allem in den Sommermonaten auf die Gefahr der starken Geruchsentwicklung hinzuweisen. Deshalb wird unabhängig vom Füllgrad eine 14-tägige Entleerung der Bioabfallbehälter empfohlen.

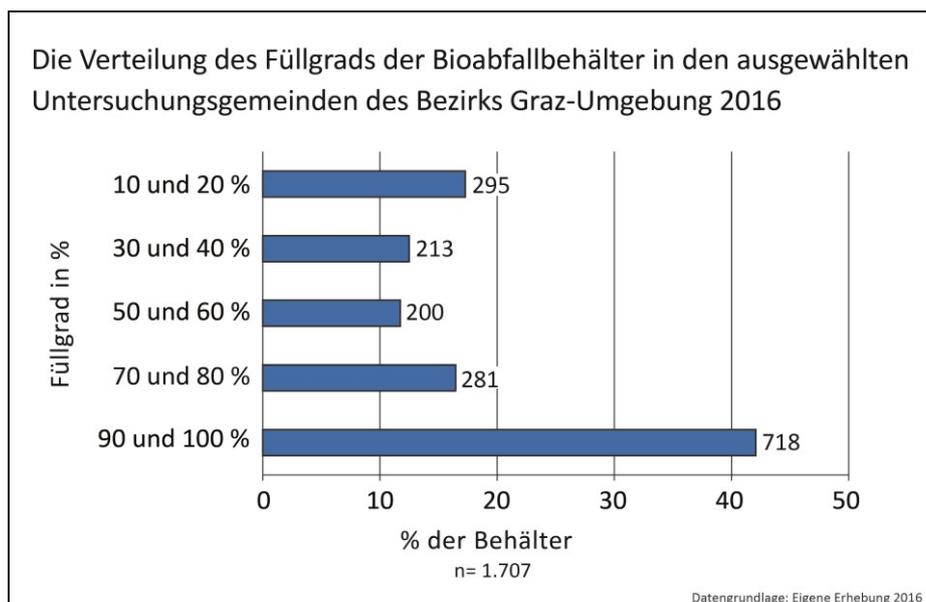


Abbildung 63: Die Verteilung des Füllgrads der Bioabfallbehälter in den ausgewählten Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung)

Tabelle 16: Zusammenhang des durchschnittlichen Füllgrads mit den erhobenen Kosten und der Bioabfallqualität 2016. (Eigene Darstellung)

	Gemeinde	Bezahlung pro Entleerung	durchschn. Füllgrad	durchschn. Qualität nach dem Schulnotensystem
1.	Dobl-Zwaring	✘	56 %	1,32
4.	Hitzendorf	✘	63 %	1,47
2.	Hart bei Graz	✘	68 %	1,35
3.	Gratwein	✓	84 %	2,04
durchschnittliche(r) Füllgrad/Verunreinigung gesamt			67 %	1,45

Eine verursachergerechte Gebührengestaltung kann zu einem schonenderen Umgang mit Ressourcen führen und ermöglicht den Haushalten die Beeinflussung der Gebühren durch Abfallvermeidung und -verwertung (Bilitewski et al. 2009, S. 855). Jedoch ist auch auf mögliche negative Effekte einer verursachergerechten Gebührengestaltung hinzuweisen, welche direkten Bezug auf die Abfallmenge nimmt. Mit dem Versuch Kosten einzusparen, könnten Haushaltsabfälle von den BewohnerInnen unsachgemäß abgelagert oder verbrannt werden. Dies ist auch in Hinblick auf Bioabfälle zu beachten, da deren Aufkommen saisonalen Schwankungen unterliegt und dadurch die Möglichkeit besteht, dass über das Behältervolumen hinaus Bioabfälle anderweitig entsorgt werden. Zwar ist die Entsorgung von Bioabfall (beispielsweise am Waldrand) nicht mit dem unsachgemäßen Entsorgen anderer Abfallfraktionen vergleichbar (weil biologisch abbaubar), jedoch wäre eine Verwertung in entsprechenden Anlagen sinnvoller. Grund dafür ist, dass damit eine optimale Nutzung und Wiederverwertung der Ressourcen möglich ist.

Pauschalgebühren mit großzügig vorgehaltenem Behältervolumen sind nicht imstande, das korrekte Abfallverhalten einzelner BürgerInnen anzuerkennen, jedoch führten sie zu einem Rückgang unsachgemäßer Ablagerungen (Bilitewski et al. 2009, S. 846). Jedes Gebührensystem hat somit Vor- und Nachteile. Jedoch spricht alles für ein landesweit einheitliches, transparentes Gebührenmodell. Durch Untersuchungen kann auf Grundlage von Datenanalysen ein ideales Gebührenmodell herausgearbeitet werden. Dessen Anwendung in der gesamten Steiermark würde ein Ende der uneinheitlichen, kommunalen Abfallgebühren bedeuten.

Um der Frage nachzugehen, welches Gebührenmodell nun eine Verbesserung der Bioabfallqualität verspricht, kann nach Brunn (2016b, S. 17) zusammengefasst werden, dass verursachergerechte Gebühren zur getrennten Sammlung anregen und daher empfehlenswert sind. Zusätzlich ist auf die

Gebühren des Restmülls hinzuweisen, welche über jenen des Bioabfalls liegen sollten, um zu verhindern, dass dieser für eine preiswertere Entsorgung herangezogen wird.

6.3. Sammelsystem

Im Zuge dieses Unterkapitels soll der Einfluss des Sammelsystems auf die Bioabfallqualität diskutiert werden. Unterschiede der Sammelsysteme in den Untersuchungsgemeinden sollen aufgezeigt sowie Maßnahmen und Möglichkeiten zur qualitativen Verbesserung präsentiert werden. Ein abschließender tabellarischer Vergleich der Untersuchungsgemeinden mit Sammelsystem und Bioabfallqualität soll Zusammenhänge visualisieren.

Das Sammelsystem kann ein Einflussfaktor für das Entsorgungsverhalten von Haushalten sein und somit die Qualität des Bioabfalls mitbestimmen. Dabei sind sowohl das Gebührensystem, der Einfluss auf andere Sammelfraktionen als auch die Vorgehensweise der Entsorger bei der Abholung der Bioabfälle entscheidend. Im Untersuchungsgebiet ergeben sich durch unterschiedliche Entsorger sowie deren unterschiedliche Sammelmethoden markante Qualitätsunterschiede des Bioabfalls. Die Art der Bioabfallsammlung in der Gemeinde Dobl-Zwaring unterscheidet sich grundlegend von anderen Sammelsystemen. Die einzigartige Vorsichtung durch eine angepasste Sammelvorrichtung durch den örtlichen Entsorger führt zu einer Sonderstellung der Bioabfallqualität in dieser Gemeinde (siehe Kapitel 4.1.). Fakt ist, dass Datenanalysen einen deutlichen Qualitätsvorsprung des Bioabfalls in dieser Kommune zeigen, welcher in erster Linie durch die kontinuierliche Qualitätskontrolle und darauffolgende Konsequenzen bei permanenter Nichteinhaltung zurückzuführen sind.

Auch Mehren (2015, S. 601f) bestätigt, dass bei der Sammlung von Bioabfall eine Vorsichtung durch den Entsorger bestimmend über die Qualität des Abfalls ist, der anschließend einer Kompostierung zugeführt wird. Demnach ist „[...] eine kontinuierliche Kontrolle der Biotonnen die erfolgreichste Art, Verhaltensänderungen beim Bürger hervorzurufen und damit die Störstoffgehalte im Biogut zu reduzieren.“ Der Einsatz von Detektoren zur Qualitätssicherung ist umstritten und kann das Fehlwurfproblem im Bioabfall nicht im Alleingang lösen. Grund dafür ist, dass das System lediglich auf Metalle in den Tonnen anspricht. (Mehren 2015, S. 601f)

Eine Ortung von Kunststoffen vor der Entleerung der Bioabfalltonne ist daher nicht möglich. Die Argumentation nach Mehren (2015, S. 602), dass „der Metallanteil im Biogut ein guter Indikator für den Gesamtstörstoffgehalt im Biogut ist“ kann aus Sicht der Untersuchungen im Zuge dieser Arbeit nicht bestätigt werden. Da Kunststoffe den größten Anteil an Störstoffen im Bioabfall ausmachen, ist ein Detektionssystem, welches ausschließlich auf Metalle reagiert, in diese Hinsicht nur mäßig

sinnvoll. Trotzdem können durch den Einsatz von Detektoren positive Auswirkungen auf die Bioabfallqualität erzielt werden:

„Der angekündigte Einsatz von Detektoren ist meist erfolgreich, da Bürger nicht wissen was der Detektor alles erkennt“. (Dr. Schreyer, Geschäftsführer des Dachverbands der Steierischen Abfallwirtschaftsverbände, 17.02.2017)

Der Hersteller von Detektoren Maier & Fabris GmbH wirbt damit, dass die meisten Kunststoffe in Verbindung mit dünnen Metallen (Deckel-, Ränder-, Verschraubung-, Folien-, Metall-Aufdampfungen) vorkommen und diese somit von den Detektoren erkannt werden. Auch ein extremes Beispiel eines sehr stark verunreinigten Bioabfallbehälters wird genannt. An der Oberfläche erscheint dieser einwandfrei, darunter befinden sich eine Vielzahl an unterschiedlichste Störstoffe, die vom Detektor erkannt wurden (siehe Abbildung 64). (Maier & Fabris GmbH 2014, S. 8) Aufgrund von Geschäftsinteressen welche für Detektoren-Hersteller im Vordergrund stehen dürften, sind deren Aussagen aus Sicht der Verbraucher (z. B. Abfallwirtschaftsverbände) kritisch zu hinterfragen. Vor allem Kunststoffsäcke welche zur Vorsammlung eingesetzt werden, sind frei von Metallen und daher nicht erkennbar. Der tatsächliche Nutzen liegt daher nur zu einem Bruchteil an der Fähigkeit des Detektors Metalle zu erkennen. Größte Wirkung wird durch die Abschreckung der Bevölkerung, wie sie Schreyer (siehe oben) nennt, erzielt. Da BewohnerInnen nicht wissen welche Störstoffe erkannt werden können, achten sie präventiv auf die Befüllung der Bioabfallbehälter, was zu einer Qualitätssteigerung führt.



In der oberen Schicht sauberer Bioabfall, in den unteren Schichten eine bunte Mischung von allerlei Dingen, die eindeutig nicht in die Biotonne gehören !!!

Abbildung 64: Inhalt einer Online-Werbeausschreibung der Firma Maier & Fabris GmbH. Rechts: Der einwandfrei erscheinende Bioabfallbehälter. Links: Versteckte Fehlwürfe die angeblich in dieser Biotonne waren und durch den Detektor erkannt wurden. (Arbeitsgrundlage: Maier & Fabris GmbH 2014, S. 9)

Neben Detektoren sind auch andere Methoden zur (regelmäßigen) Kontrolle der Bioabfallqualität vorhanden. Im Zuge einer Studie im Auftrag der Entsorgungsgemeinschaft der Deutschen Entsorgungswirtschaft (EdDE) wurde zur Bekämpfung von Störstoffen im Bioabfall ein Kartensystem entwickelt. Bei schlechter Trennung wird eine gelbe Karte verteilt, eine Entleerung des betroffenen Behälters findet jedoch trotzdem statt. Bei ausbleibender Besserung der Bioabfallqualität folgt nach vier bis acht Wochen die rote Karte und der Behälter bleibt stehen. Eine gebührenpflichtige Sonderleerung findet statt, wenn vom Verursacher keine Neusortierung erfolgt. Die soziale Komponente dieser Maßnahmen besteht darin, dass sowohl Lob als auch Tadel durch die angehefteten Karten auf den Behältern für alle deutlich sichtbar sind. (Brunn 2016a, S. 27)

Eine permanente Kontrolle des Bioabfalls durch entsprechendes Personal ist aus Kostengründen ökonomisch nicht sinnvoll. Zielführender wären regelmäßige Qualitätskontrollen im Zuge der Bioabfallsammlung. Dabei sollte eine halbjährliche Kontrolle genügen, wobei diese unangekündigt erfolgen sollte, um die tatsächliche Situationsaufnahme zu ermöglichen. Diesen Kontrollen sollten, um Verhaltensänderungen der BewohnerInnen zu erreichen, als weiterführende Maßnahme Konsequenzen folgen. Eine Methode mit vertretbarem Aufwand und dementsprechender Wirkung ist es, Haushalten mit wiederholt hohen Fehlwurfanteilen in ihren Bioabfallbehältern gezielt Informationen zukommen zu lassen und, wenn notwendig, Mahnungen zu erteilen. Dies kann wie in

der Gemeinde Dobl-Zwaring in Form von Aufklebern und Anhängern geschehen (siehe Abbildungen 26 bis 28). In den meisten Fällen sind Behälter, welche einen hohen Störstoffgehalt aufweisen, ohnehin bereits als solche bekannt. Deren Besitzer folgen einem gewissen Entsorgungsschema und ihre Bioabfallbehälter weisen somit regelmäßig Verunreinigungen auf.

Die Möglichkeiten der angepassten Sammlung, um die Qualität des Bioabfalls zu verbessern, sind in erster Linie von der Wirtschaftlichkeit und dem tatsächlichen Nutzen abhängig. Eine permanente Vorsichtung, wie sie in der Gemeinde Dobl-Zwaring stattfindet, ist in anderen Gemeinden aufgrund zu hoher Kosten und Zeitintensität nicht umsetzbar. Herr Reisenhofer kann aus seiner angewandten Methode einen Eigennutzen ziehen, da er auch als Kompostierer tätig ist und somit direkt Einfluss auf die Kompostqualität nimmt. Für die Anwendung in anderen Gemeinden mit kommerziellen Entsorgern, gilt es einen Mittelweg zwischen intensiver Vorsichtung und regelmäßiger Kontrolle zu finden.

Zu Beginn erfolgreicher Konsequenzen sollte die Ermahnung des betroffenen Haushaltes stehen. Bei ausbleibender Qualitätsverbesserung ist als weiterer Schritt das Stehenlassen von regelmäßig verunreinigten Bioabfallbehältern zu empfehlen. Denn permanente Bioabfallsünder sind dem erfahrenen Entsorger durchaus bekannt. In welcher Form diese Kontrollen sowie deren Konsequenzen erfolgen, ist letztendlich den zuständigen Institutionen zu überlassen. Voraussetzung jeglicher Maßnahmen ist die Abstimmung der Entsorger mit den Gemeinden, welche ihre Zustimmung geben und diese gegenüber ihren BewohnerInnen auch vertreten sollten.

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass die Thematik der Qualitätskontrolle des Bioabfalls auch von Interessenskonflikten betroffen ist. Grund dafür ist, dass die Entsorgungsunternehmen, welche den Bioabfall sammeln, meist nicht für dessen Weiterverarbeitung verantwortlich sind und daher eine Qualitätssteigerung kaum in ihrem Interesse liegt. Aus diesem Grund ist die Schaffung von finanziellen Anreizen von Seiten der Behandlungsanlagen sowie von öffentlicher Hand notwendig. Die Rolle der Kommunen liegt darin, geringere Kosten durch höhere Bioabfallqualität an ihre BürgerInnen weiter zu geben. Die Erreichung dieses Zieles liegt somit in unser aller Interesse.

6.4. Vorsammlung

Strukturen der Abfallentsorgung sind in den Gemeinden des Bezirks Graz-Umgebung keineswegs einheitlich und so bieten Gemeinden ihren BürgerInnen unterschiedliche Leistungen an. Während einige Gemeinden ihren BewohnerInnen kompostierbare Vorsammelsäcke zum Verkauf anbieten, ist in anderen Kommunen ein solches Angebot nicht vorhanden. Auch der Verkauf von Säcken zur zusätzlichen Bioabfallsammlung in Zeiten von vermehrtem Aufkommen wird in manchen Gemeinden

angeboten. Ziel des Einsatzes der kompostierbaren Säcke ist die Verringerung von Fehlwürfen im Bioabfallbehälter durch den Ersatz von Kunststoffsäcken. Die Verwendung solcher Vorsammelhilfen geht zusätzlich einher mit einer komfortableren, hygienischeren Bioabfallsammlung (siehe Kapitel 3.6).

Aufgrund der flächendeckenden Verwendung der Vorsammelsäcke auf Mais- oder Kartoffelstärkebasis in allen Untersuchungsgemeinden kann ein Zusammenhang mit der Bioabfallqualität nicht festgestellt werden. Jedoch kann anhand der durchgeführten Befragung mit 303 TeilnehmerInnen darauf geschlossen werden, welche Vorsammlung in den Gemeinden des Bezirks Graz-Umgebung dominiert (siehe Abbildung 65). Dabei geben 61 % der befragten Personen an, einen Kübel für die Vorsammlung ihrer Bioabfälle zu benutzen. Biologisch abbaubare Sackerl finden in 14 % der Haushalte Anwendung, während 11 % angeben, sonstige Vorsammeleinrichtungen wie Dosen, Geschirr oder andere Behältnisse zu verwenden. Auf das Kunststoffsackerl zur Bioabfallvorsammlung in den Haushalten greifen 7 % der Befragten zurück. Nicht in allen Fällen wird der Inhalt dieser Sackerl in die Biotonne geleert und das Sackerl selbst korrekt über den Restmüll entsorgt. Somit kann davon ausgegangen werden, dass ein Teil dieser Haushalte (laut Umfrage 7 %) regelmäßig Kunststoffbeutel in die Bioabfallbehälter einbringt. Betrachtet man die Ergebnisse der Frage, ob unsachgemäße Stoffe in die Biotonne geworfen werden, kann dies laut Umfrage in 95 % der Fälle ausgeschlossen werden (siehe Abbildung 71).

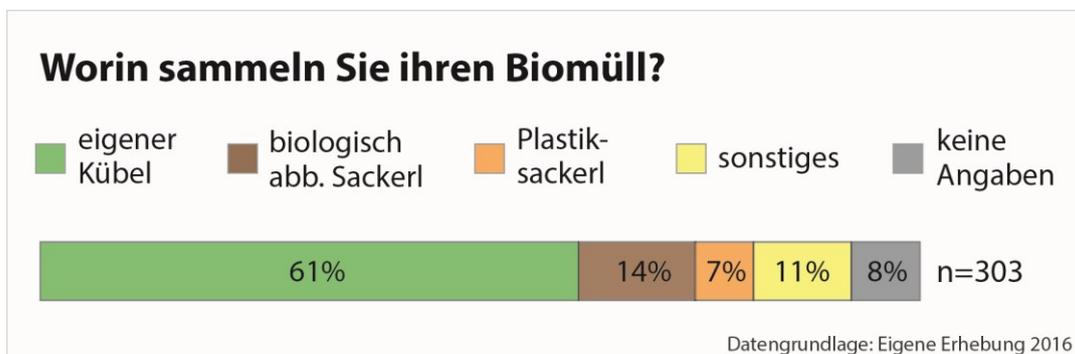


Abbildung 65: Umfrageergebnisse auf die Frage „Worin sammeln Sie ihren Biomüll?“ (Eigene Darstellung)

Von großem Interesse ist weiters, wer in welcher Wohnsituation zu welchen Vorsammeleinrichtungen für Bioabfall greift. Die Antwort auf diese Fragestellung gibt Aufschlüsse über die verwendete Vorsammlung und damit in Zusammenhang stehend vermehrter Verunreinigung des Bioabfalls nach der Siedlungsstruktur. Abbildung 66 zeigt die Dominanz des Kübels in der Ein- und Zweifamilienhausbebauung, den 63 % der Befragten zur Vorsammlung verwenden. Dessen Anwendung fällt in der Mehrfamilienhausbebauung mit 54 % deutlich geringer aus. Die Verwendung von biologisch abbaubaren Beuteln ist dagegen in S1 mit 25 % deutlich höher

als in S2 mit 11 %. Weiters ist laut Umfrage die Verwendung von Kunststoffbeuteln zur Vorsammlung in S1 mit 9 % um ein Drittel höher ist als in S2 mit 6 %. Anhand dieser Umfrageergebnisse können auch die Ergebnisse der Datenerhebung, dass S1 einen höheren Verunreinigungsgrad aufweist als S2, bestätigt werden. Nämlich dadurch, dass die verwendeten Kunststoffbeutel zur Vorsammlung in die Bioabfallbehälter geworfen werden (siehe Abbildung 66).

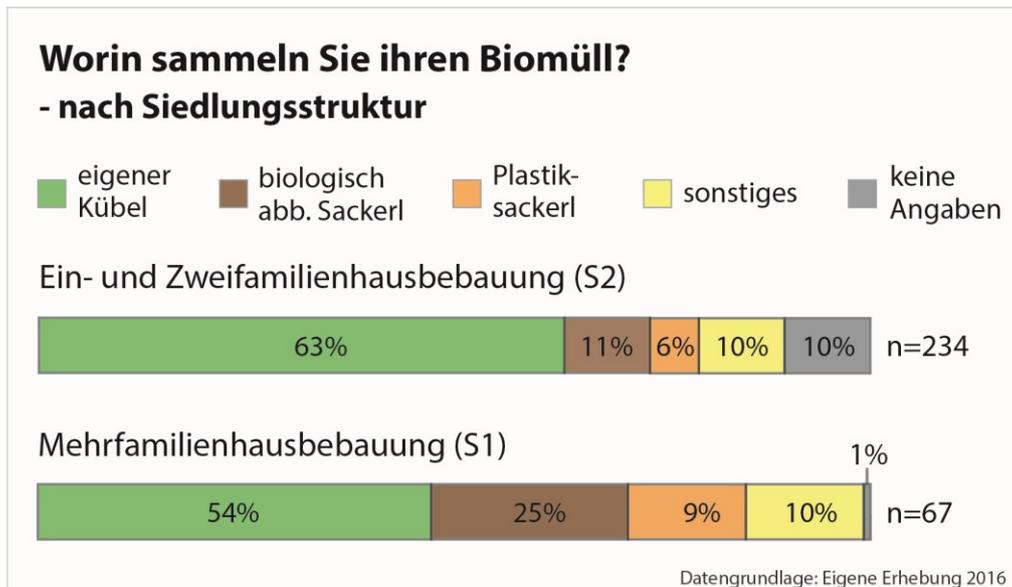


Abbildung 66: Umfrageergebnisse nach der Siedlungsstruktur auf die Frage „Worin sammeln Sie ihren Biomüll?“ (Eigene Darstellung)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine Vielzahl an Einflussfaktoren zur Bioabfallqualität vorhanden sind. Der Einfluss des Sammel-systems und der Siedlungsstruktur und daraus ableitbar der gemeinschaftlichen Behälter-nutzung, ist jedoch am signifikantesten und geht aus den Untersuchungen eindeutig hervor. Auch das Gebührensystem, die Behältergröße sowie die verwendete Vorsammlung nehmen Einfluss auf die Qualität. Die Einflussgrößen dieser Faktoren konnten im Zuge dieser Arbeit jedoch nicht quantifiziert werden und liegen außerhalb der genannten Zielsetzung. Weitere Forschungen in diese Richtung wären im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung von Bedeutung.

7. Handlungsursachen mangelnder Bioabfallqualität im Bezirk Graz-Umgebung

In diesem Kapitel werden Handlungsursachen für die mangelnde Qualität des Bioabfalls diskutiert. Ergebnisse der Umfrage im Bezirk Graz-Umgebung werden einbezogen, um mögliche Handlungsursachen von Fehlwürfen zu diskutieren. Die Auswirkungen folgender beeinflussender Faktoren sollen im Folgenden evaluiert werden: Anonymität, Arbeitslosenrate, Behältergröße, Bequemlichkeit, Bevölkerungsdichte, Gebührensystem, Platzmangel, Praktikabilität und Unwissenheit und/oder Unsicherheit sowie Zeit. Lösungsmöglichkeiten werden, wenn vorhanden, den genannten Faktoren zugeordnet.

Aus dem Möglichkeitshorizont lassen sich Handlungen ableiten, die individuellen Zielvorstellungen (Normen) und Entscheidungskriterien (Gründen) folgen. Entscheidungen für diese Handlungen können nur durch ausreichende Entscheidungsfähigkeit und Wissen getätigt werden. Entlastend wirken dabei Routinen mit vorgefertigten Interpretationen und Handlungsmustern. Durch Erfahrung und Bewährung lassen sie halbautomatisches Handeln mit geringem Aufmerksamkeitseinsatz zu. (Schüle in und Reitze 2012, S. 14–21)

Akteure abfallwirtschaftlicher Prozesse wurden bereits in Kapitel 3.1 behandelt. Die Bevölkerung als Abfallproduzent ist auch für dessen getrennte Sammlung verantwortlich. Akteure beeinflussen durch ihr Handeln auch die Bioabfallqualität aktiv und folgen dabei bestimmten Mustern. Bezogen auf die Bioabfallsammlung reicht der Möglichkeitshorizont von einer getrennten Bioabfallsammlung mit besonderer Rücksicht auf die Qualität, bis zu einer vollständigen Rücksichtslosigkeit im Umgang mit der Biotonne. Je nach Normen, welche individuelle oder gesellschaftliche Ursprünge haben können, sind daraus entstehende Handlungen unterschiedlich. Werden Kunststoffbeutel aufgrund von Praktikabilität in die Biotonne geworfen, obwohl der Person bekannt ist, dass dies verboten ist, wird sie aufgrund von Routine auch in Zukunft so handeln. Diese Methode hat sich für den/die Betroffenen bewährt und ist somit zu einem Handlungsmuster geworden. Dieses Handeln kann nur durchbrochen werden, indem negative Folgen die positiven Effekte der bewährten Methode aufheben. Diese negativen Folgen können beispielsweise durch Kontrollen und Konsequenzen erfolgen.

Gründe für die fehlende Sensibilität von BürgerInnen in Hinblick auf eine saubere Bioabfallsammlung sind sehr vielfältig und abhängig von sozialen, wirtschaftlichen und politischen Gesichtspunkten: Die Hauptgründe für eine unzureichende Mülltrennung sind Zeit, Komfort und Platz zur Vorsammlung (Barr 2002, S. 64, eigene Übersetzung). Nur einer dieser drei Faktoren – und zwar der verfügbare

Aufbewahrungsplatz – ist von der Wohnsituation der Betroffenen abhängig. Die Faktoren Zeit und Praktikabilität haben ihren Ursprung im gesellschaftlichen und sozialen Milieu.

Auch die Frage, ob die BewohnerInnen darauf achten, keine unsachgemäßen Stoffe in die Biotonne einzubringen, wurde in der Umfrage gestellt (siehe Abbildung 67). Lediglich 1 % der Befragten gibt zu, nicht darauf zu achten, unsachgemäße Stoffe in die Biotonne zu werfen. Weitere 4 % geben an, „meistens“ darauf zu achten und somit nicht regelmäßig Störstoffe in die Bioabfallbehälter einzubringen. Addiert man diese Antworten, ergeben sich 5 % der Befragten, die ein Geständnis ablegen, Fehlwürfe zu tätigen. Die Untersuchungen der Bioabfallqualität zeigen bei einer Gesamtbetrachtung aller untersuchten Gemeinden jedoch einen Anteil von Behältern mit Verunreinigung von 27 %. Das Ergebnis dieser Frage kann zum Teil anhand von Unaufrichtigkeit der Befragten durch das Gefühl mangelnder Anonymität (durch die Nähe der Fragenden) erklärt werden. Die Umfrage wurde in den Altstoffsammelzentren (ASZ) der Untersuchungsgemeinden durchgeführt. Es kann davon ausgegangen werden, dass Personen, die dieses Service der Gemeinden in Anspruch nehmen, eine höhere Trennmoral aufweisen. Denn nicht alle BewohnerInnen nutzen regelmäßig die Möglichkeit, Problemstoffe im ASZ korrekt zu entsorgen, anstatt sie als Restmüll zu entsorgen.

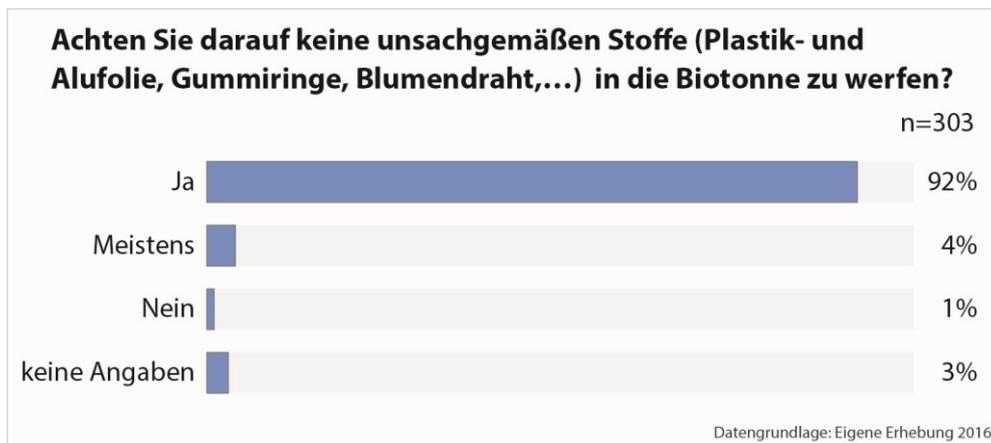


Abbildung 67: Umfrageergebnisse auf die Frage „Achten Sie darauf, keine unsachgemäßen Stoffe in die Biotonne zu werfen?“ (Eigene Darstellung)

Anonymität

Dadurch, dass große Bioabfallbehälter vorwiegend in der Mehrfamilienhausbebauung angeboten werden und durch diese Bebauungsstruktur bedingt ein anonymes Entsorgungsverhalten (ohne Auswirkungen des Sammelverhaltens auf die Abfallgebühren/Mieten) gegeben ist, sind die Anreize zur getrennten Sammlung und Abfallvermeidung als gering zu bewerten (Bilitewski et al. 2009, S. 91). Dieses Fehlen von Verantwortung für den eigenen Bioabfall und die gegebene Anonymität tragen erheblich zur mangelnden Bioabfallqualität bei. Dies kann auch anhand der erhobenen Daten bestätigt werden, die eine deutliche Qualitätsdifferenz von Mehrfamilienhausbebauung zu Ein- und

7. Handlungsursachen mangelnder Bioabfallqualität im Bezirk Graz-Umgebung

Zweifamilienhausbebauung aufzeigen. Lösungsmöglichkeit dieser Problematik wäre die Einführung von kleineren Bioabfallbehältern (120 Liter) je Haushalt, wie es schon bei einigen Mehrparteienbauten der Fall ist. Somit wäre die Anonymität aufgehoben und Bioabfallsünder könnten der jeweiligen Tonne zugeordnet werden. Jedoch ist zu beachten, dass Entsorgungsunternehmen möglicherweise erhöhten Aufwand betreiben müssen, da die Zahl der Behälter und damit der Entleerungen steigt. Weiters würde der Füllgrad sinken, da einzelne Haushalte geringere Mengen an Bioabfall produzieren. In diesem Sinne könnten zumindest einzelne Stockwerke zu einer Biotonne zusammengefasst werden.

Bei der Auswertung der Umfrageergebnisse auf die Frage nach der Achtsamkeit in Bezug auf Fehlwürfe in der Biotonne konnten nach Siedlungsstruktur keine eindeutigen Ergebnisse erlangt werden. Anders als erwartet, schnitt S1 in Bezug auf die Achtsamkeit gegenüber Fehlwürfen in der Biotonne besser ab als S2. 1 % der Befragten der Ein- und Zweifamilienhausbebauung gaben an, dass sie nicht darauf achten, keine unsachgemäßen Stoffe in die Bioabfallbehälter einzubringen. Weitere 2 % der S2 gaben an lediglich „meistens“ darauf zu achten. In der Mehrfamilienhausbebauung gab keiner der Befragten an vollkommen unachtsam in dieser Hinsicht zu sein und 2 % gaben an „meistens“ darauf zu achten. Somit ist kein deutlicher Unterschied zu erkennen. Eine eindeutige Aussage in Bezug auf den achtsamen Umgang mit der Biotonne nach Siedlungsstruktur kann daher anhand dieser Umfrage nicht getätigt werden.

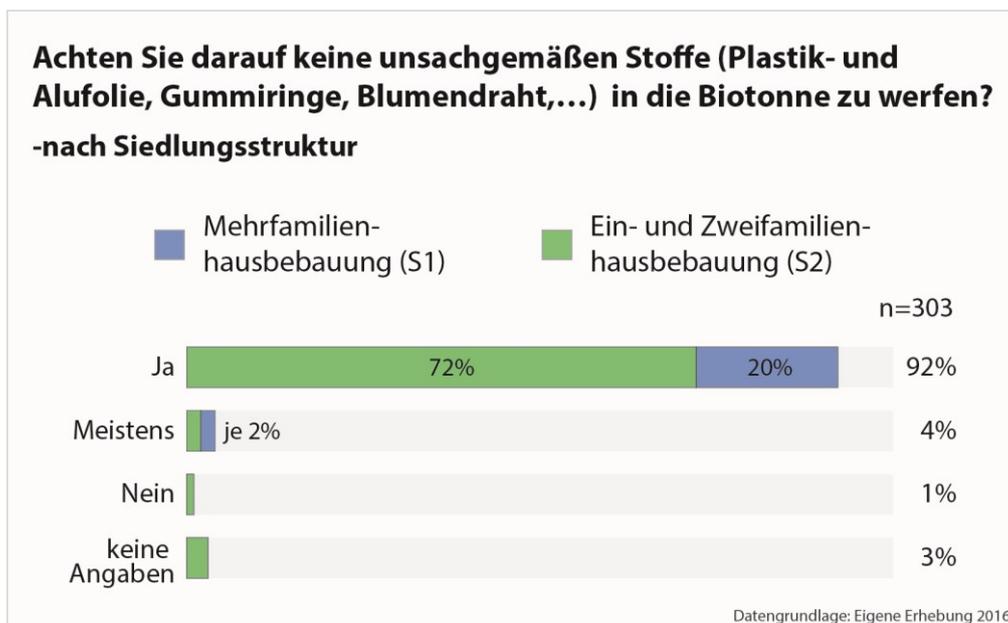


Abbildung 68: Umfrageergebnisse nach der Siedlungsstruktur auf die Frage „Achten Sie darauf keine unsachgemäßen Stoffe in die Biotonne zu werfen?“ (Eigene Darstellung)

Arbeitslosenrate

Als sozialer Einflussfaktor auf die Bioabfallqualität kann nach Alvarez et al. (2008, S. 365) die Arbeitslosenrate gesehen werden. „Thus we see that the quality of the bio-waste fraction decreases as the level of unemployment increases [...]. One reason might be that the individual citizen is only prepared to take an active and effective role in waste separation when he or she has achieved a certain level of well-being.“ Demnach verursacht ein hoher Grad an Arbeitslosen eine geringere Bioabfallqualität als dies bei einem höheren Beschäftigungsausmaß der Fall wäre. Ein Beleg dieser Annahme kann aufgrund der beschränkten Untersuchungen im Bezirk Graz-Umgebung nicht stattfinden. Jedoch soll im Sinne der Vollständigkeit auf deren Relevanz hingewiesen werden. Weiterführende Untersuchungen zur Thematik in anderen Bezirken der Steiermark wären sinnvoll, um Vergleiche zu ermöglichen.

Bequemlichkeit

Bequemlichkeit ist eine weit verbreitete und schwer zu überwindende Ursache für mangelnde Qualität des entsorgten Bioabfalls. Grund dafür ist neben mangelndem Interesse an einer getrennten Bioabfallsammlung, dass Betroffene überzeugt sind, sachgemäße Bioabfallentsorgung würde sie viel Zeit und Aufwand kosten. Eine minimale Änderung des Lebensstils als Lösung für umweltrelevante Probleme ist auch möglich ohne die Lebensqualität zu reduzieren und kann zu bemerkenswerten Veränderungen führen (Barr 2002, S. 170, eigene Übersetzung).

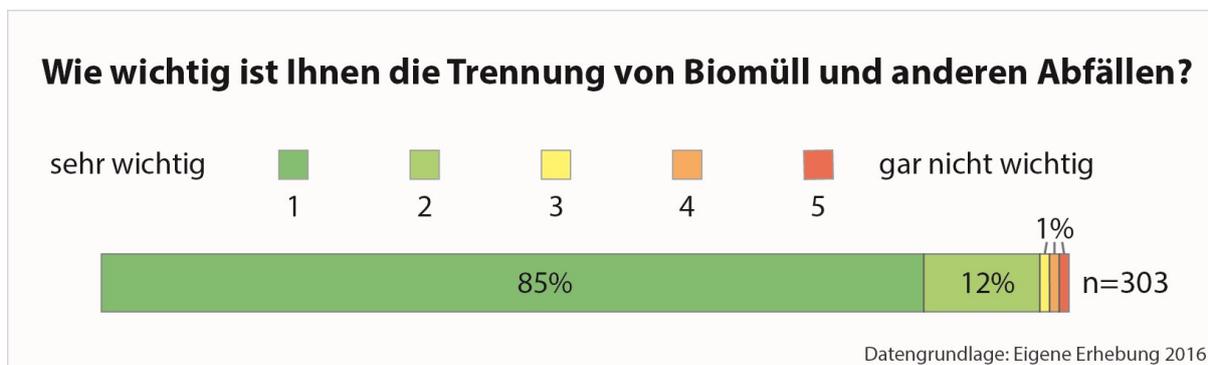


Abbildung 69: Umfrageergebnisse auf die Frage „Wie wichtig ist Ihnen die Trennung von Biomüll und anderen Abfällen?“ (Eigene Darstellung)

Die Ergebnisse auf die Frage nach der persönlichen Wichtigkeit der Abfalltrennung im Bezirk Graz-Umgebung wurden nach dem Schulnotensystem durchgeführt, wobei 1 „sehr wichtig“ und 5 „gar nicht wichtig“ entsprach. Dabei gaben 85 % an, ihnen sei die Abfalltrennung sehr wichtig. Weitere 12 % vergaben die Note 2, was einem „eher wichtig“ entspricht. Jeweils 1 % vergab die Note 3 und 4 sowie weitere 1 % die Note 5, was bedeutet, dass ihnen die Trennung von Bio- und anderen Abfällen

nicht wichtig sei. Um diese Personen davon zu überzeugen, dass eine qualitativ hochwertige Bioabfallsammlung ein erreichbares Ziel ohne übermäßigen Aufwand darstellt, müssen Lösungen zur vereinfachten Vorsammlung angeboten werden. Dies kann beispielsweise in der Verteilung von kompostierbaren Vorsammelsäcken für Biotonnen-BesitzerInnen geschehen. Worauf es ankommt ist, den Haushalten eine einfachere, hygienischere Lösung anzubieten damit Hürden abgebaut werden und sich Desinteresse an der Thematik in Motivation, Einsicht und letztendlich Alltäglichkeit wandelt.

Bevölkerungsdichte

„ [...] the quantity of undesirable waste present in the bio-waste fraction increases linearly as population density increases.“ (Alvarez et al. 2008, S. 365). Grund für den Einfluss der Bevölkerungsdichte auf die Bioabfallqualität ist nicht etwa, dass die Zahl der BewohnerInnen und damit auch die Zahl der Fehlwürfe im Bioabfall zunehmen. Vielmehr kann dieser Umstand auf die dominierende Siedlungsstruktur der Mehrfamilienhausbebauung in Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte zurückgeführt werden. Damit in Zusammenhang steht die bereits genannte gemeinschaftliche Behälternutzung in der Mehrfamilienhausbebauung. Wie die Analysen der Bioabfallqualität in Abhängigkeit mit der Siedlungsstruktur zeigten, neigt Abfall dieser Siedlungsstruktur zu einer überdurchschnittlichen Verunreinigung.

Vergleicht man die Qualität des Bioabfalls mit der Bevölkerungsdichte der Untersuchungsgemeinden, bestätigt sich diese Annahme. Gemeinden wie Hart bei Graz weisen eine vergleichsweise geringe Bevölkerungsdichte von 438 Einwohnern pro km² auf, ebenso ist der Anteil der Mehrfamilienhausbebauung mit 9 % relativ gering. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Qualität des Bioabfalls nach dem Schulnotensystem von 1,35. Ein ähnliches Bild zeigt sich in der Gemeinde Hitzendorf. Vergleicht man diese Daten mit den Zahlen der ehemals eigenständigen Gemeinde Gratwein, ergibt sich ein deutlich anderes Bild. Aus der hohen Bevölkerungsdichte von 802 Einwohnern pro km² resultiert ein Anteil der Mehrfamilienhausbebauung von 73 %. Dementsprechend ist auch der Verunreinigungsgrad mit 2,04 vergleichsweise hoch.

Gebührensysteem

Wie bereits in Kapitel 5.3.3. erwähnt, führen laut Brunn (2016b, S. 16) höhere Gebühren zu einer höheren Bioabfallqualität. Die Annahme, dass bei einer Berücksichtigung der Anzahl der Entleerungen der Störstoffgehalt im Bioabfall sinkt, kann anhand der Bioabfallanalysen nicht bestätigt werden. Damit konnte in dieser Studie kein direkter Zusammenhang der Bioabfallqualität mit dem Gebührensystem festgestellt werden. Jedoch beeinflusst die Art und Weise der Gebührengestaltung den Füllgrad der Behälter (siehe Tabelle 16).

Platzmangel

Vor allem in Wohnungen der Mehrfamilienhausbebauung, in denen Platz nur begrenzt vorhanden ist, ist Platzmangel ein möglicher Grund für eine unsachgemäße Mülltrennung. Um mehr Komfort beim Gang zur Biotonne zu schaffen und sich den Weg zurück in die Wohnung mit dem Vorsammelbehälter zu ersparen, wird der Bioabfall meist in Säcken vorgesammelt. Diese sind nicht immer kompostierbar und so landen auch sonstige (nicht kompostierbare) Biokunststoffe und Kunststoffsäcke im Bioabfallbehälter. Unzureichendes Platzangebot kann weiters dazu führen, dass die Anzahl der getrennt gesammelten Fraktionen reduziert wird und beispielsweise Biomüll über den Restmüll entsorgt wird (siehe Kapitel 8).

Ein Lösungsansatz für diese Problematik wäre ein Aufzeigen von effektiven und platzsparenden Trennsystemen, welche beispielsweise von den Abfallwirtschaftsverbänden präsentiert werden könnten. Um NutzerInnen in verschiedenen Wohnsituationen mit unterschiedlichem Platzangebot anzusprechen, sollten diese in zahlreichen Variationen und Größen angeboten werden. Denn mit dem richtigen System ist eine saubere Mülltrennung auch auf begrenztem Raum, mit geringerem Aufwand möglich (siehe Beispiele Abbildung 70).



Abbildung 70: Platzsparende Mülltrennsysteme im Überblick. (Eigene Aufnahmen, Graz, 09.01.2017)

Praktikabilität

Praktisch handelnde Menschen wählen den geschicktesten Weg, um ihren Abfall zu trennen, welcher jedoch nicht immer auch der Bequemste ist. Ein Beispiel: Der bequemste Weg wäre wohl den Bioabfall zusammen mit dem Restmüll zu entsorgen. Stattdessen wird der Bioabfall zwar getrennt, jedoch findet die Vorsammlung zweckmäßig in einem Kunststoffbeutel auf Mineralölbasis statt. Die meist kostenlosen Kunststoffbeutel aus dem Supermarkt sind attraktiver zur Vorsammlung als teure kompostierbare Beutel. Weiters neigen Kunststoffbeutel auch nach langer Lagerung (von beispielsweise zwei Wochen) nicht dazu zu reißen. Die kompostierbare Variante dagegen kann unter feuchten Bedingungen nach längerer Zeit, durch ihre abbaubare Eigenschaft, instabil werden. Am Weg nach draußen kann der Kunststoffsack inklusive Inhalt schnell und hygienisch im Bioabfallbehälter entsorgt werden. Der Weg zurück in die Küche mit dem Vorsammelbehälter bleibt, genau wie dessen Reinigen, aus. Negative Auswirkungen für Bioabfallqualität und Umwelt sind dabei zweitrangig – im Vordergrund steht die Praktikabilität.

Eine Lösung für diese verhaltensbedingte Ursache von Fehlwürfen im Bioabfall wäre das kostenlose Anbieten von kompostierbaren Vorsammelsäcken durch die Gemeinde. Eine Anpassung der Gebühren könnte deren Finanzierung sichern und zu einer Reduktion und schließlich gänzlichem

7. Handlungsursachen mangelnder Bioabfallqualität im Bezirk Graz-Umgebung

Ersatz von Kunststoffbeuteln zur Vorsammlung führen. Eine Verteilung der biogenen Vorsammelsäcke kann, wie beim Gelben Sack, über die jeweiligen Gemeindeämter stattfinden. Auch die Situation in den Behandlungsanlagen wäre bei (nahezu) ausschließlichen Einsatz von kompostierbaren Beuteln einfacher. Durch deren eindeutige Kennzeichnung könnte die händische Aussortierung von Kunststoffsäcken auf ein kostenreduzierendes Minimum gesenkt werden.

Im Zuge der Umfrage wurde den 303 Befragten die Frage gestellt, ob sie nicht-kompostierbare Kunststoffbeutel in die Biotonne werfen (siehe Abbildung 71). Dabei gaben 2 % an, dies regelmäßig zu tun, weitere 3 % gaben zu „manchmal“ Fehlwürfe in Form von Kunststoffbeuteln in die Bioabfallbehälter einzubringen. Mit einem klaren „nein“ antworteten 91 % der Befragten. Die Ergebnisse gleichen jenen der Frage nach dem Einbringen unsachgemäßer Stoffe in die Biotonne.

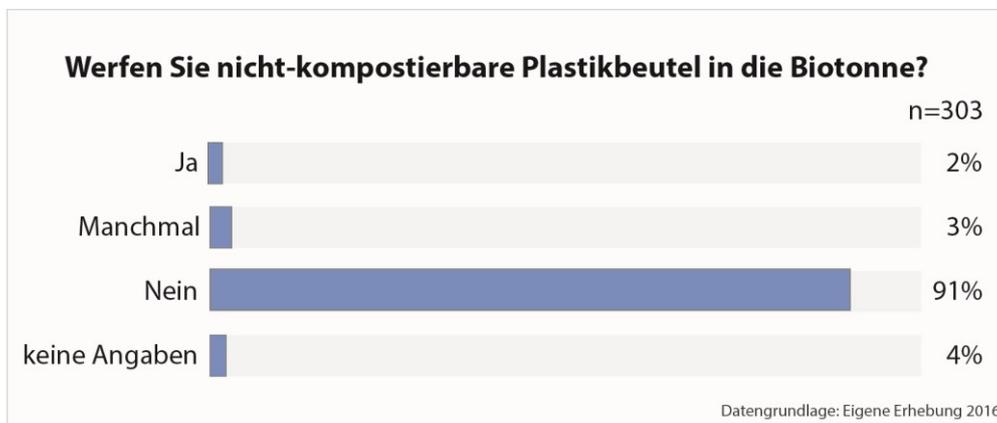


Abbildung 71: Umfrageergebnisse auf die Frage „Werfen Sie nicht-kompostierbare Plastikbeutel in die Biotonne?“ (Eigene Darstellung)

Ergebnisse der Biomüllumfrage in der „Daheim App“ durch die Saubermacher Dienstleistungs AG, auf die Frage nach den Hauptgründen von Plastik im Biomüll, zeigen ein anderes Bild (siehe Abbildung 72). Dabei geben 39 % der Befragten an, noch nie Plastik in den Biomüll eingebracht zu haben. An erster Stelle für Gründe von Kunststoff im Bioabfall steht Hygiene, gefolgt von der mangelnden Reißfestigkeit von Vorsammelsäcken auf Papierbasis. (Saubermacher 2016)

Laut den Umfrageergebnissen aus den Gemeinden des Bezirks Graz-Umgebung geben 91 % an keine Kunststoffsäcke in die Bioabfallbehälter zu werfen. Grund dafür kann das Gefühl von fehlender Anonymität durch die Anwesenheit der Fragenden sein. Aufgrund des höheren Wahrheitsgehaltes, ist daher eine anonyme (online) Umfrage ohne direkten Kontakt zu den Befragten zu bevorzugen.

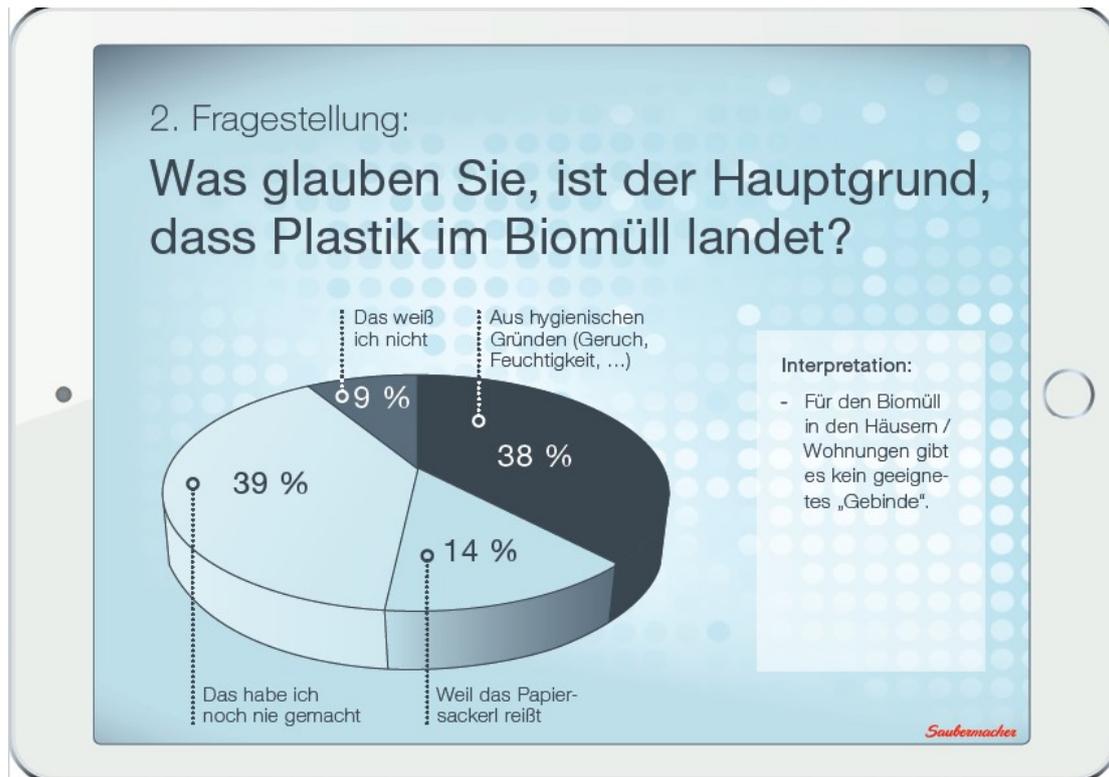


Abbildung 72: Resümee der Biomüllumfrage in der „Daheim App“. Umfrageergebnisse auf die Frage „Was glauben Sie, ist der Hauptgrund, dass Plastik im Biomüll landet?“ (Saubermacher 2016)

Unwissenheit, Unsicherheit, Unzufriedenheit

Unwissenheit und Unsicherheiten der Bevölkerung bezüglich der Abfallentsorgung in ihrer Gemeinde kann ein negativer Einflussfaktor auf die Bioabfallqualität sein. Beispielsweise dann, wenn den BewohnerInnen durch mangelnde Informationen die Behandlung und Wiederverwertung der produzierten Abfälle vollkommen unklar ist. Bezüglich des Bioabfalls würde das bedeuten, dass in weiterer Folge Fehlinformationen ungehindert Fuß fassen und negative Auswirkungen auf das Trennverhalten haben können. Besonders der Glaube, dass Fehlwürfe automatisch durch Maschinen aus dem Bioabfall entfernt werden können, ist problematisch. Denn vor allem in kleinen Kompostieranlagen wie sie im Bezirk Graz-Umgebung zum Teil genutzt werden, ist eine händische Vorsortierung des Bioabfalls (vor allem aufgrund von Kunststoffen) unumgänglich (siehe Kapitel 3.3). Diese Annahme kann dazu führen, dass vermehrt Störstoffe im Bioabfall landen, da sich BewohnerInnen nicht über das Ausmaß ihrer Auswirkungen im Klaren sind. Die Einstellung, dass die verwendeten Kunststoffe auf Mineralölbasis ohnehin maschinell aussortiert werden und somit kein großes Problem darstellen, ist unter anderem Folge fehlender Informationen.

Die Umfrageergebnisse unter 303 Befragten aus dem Bezirk Graz-Umgebung haben ergeben, dass 16 % der Meinung sind, dass falsch eingeworfener Abfall im Biomüll später automatisch durch Maschinen entfernt wird (siehe Abbildung 73). Knapp die Hälfte sind dieser Annahme gegenüber skeptisch und antworten mit einem klaren „nein“. Mehr als ein Drittel, genau 34 %, wissen nicht, ob

eine automatische Entfernung möglich ist, woraus mangelndes Wissen bezüglich der Weiterverarbeitung ihrer produzierten Abfälle abgeleitet werden kann.

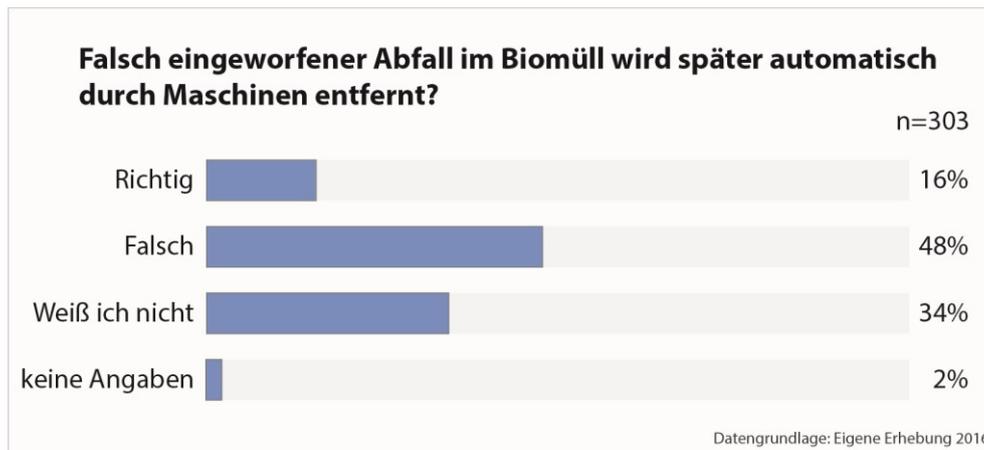


Abbildung 73: Umfrageergebnisse auf die Frage „Falsch eingeworfener Abfall im Biomüll wird später automatisch durch Maschinen entfernt?“ (Eigene Darstellung)

Einziges Gegenmittel dieser Problematik ist, die BewohnerInnen – und vor allem Kinder – über die genauen Abläufe der Abfallverarbeitung und Möglichkeiten der Wiederverwendung zu informieren. Denn Kinder sind die AbfalltrennerInnen von morgen und sollten dabei unter allen Umständen bereits früh einbezogen werden. Diese sollte über möglichst unterschiedliche Medien stattfinden, um alle Bevölkerungsgruppen gleichermaßen zu erreichen (siehe Abbildung 76, Abbildung 77, Abbildung 78). Einen Schritt in die richtige Richtung gehen die Steirischen Abfallwirtschaftsverbände mit Kampagnen für mehr Bioabfallqualität. Diese beinhalten beispielsweise „Kein Plastik“-Aufkleber auf allen Biotonnen oder die „Apfelbutzn-Razzia“ mit dem Slogan: „Apfelbutzn rein, Plastik nein“ (siehe Abbildung 74 und Abbildung 75).

7. Handlungsursachen mangelnder Bioabfallqualität im Bezirk Graz-Umgebung



Abbildung 74: Informationsmaterial zur "Apfelbutzn-Razzia". (Dachverband AVW 2017)



Abbildung 75: Informationsmaterial zur "Apfelbutzn-Razzia". (Dachverband AVW 2017)

Bezüglich Unsicherheiten bei der Abfalltrennung ist auf die sehr unterschiedlichen Vorgaben hinzuweisen. Je nach Bezirk oder gar Gemeinde sind entweder kompostierbare Vorsammelsäcke erlaubt oder nicht. Laub und Grasschnitt muss teilweise genauso wie sperriger Grünschnitt in die Altstoffsammelzentren gebracht werden. Als Vorgabe zur Trennung aller Abfälle kann zwar das Abfall Trenn-ABC des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2014) verwendet werden, jedoch stiften zusätzliche Regelungen auf kleinräumiger Ebene Verwirrung in der Bevölkerung und tragen damit nicht zur Verbesserung der Bioabfallqualität bei.

Als weitere mögliche Handlungsursache für Störstoffe im Bioabfall kommt auch Unzufriedenheit mit der kommunalen Abfallentsorgung in Frage. Die Verschmutzung der Biotonne wäre damit Ergebnis einer Boykottreaktion, bei der trotz besseren Wissens aktiv Fehlwürfe in die Biotonne eingebracht werden. Um Aufschluss über die Zufriedenheit der Bevölkerung mit der Abfallentsorgung in den Gemeinden des Bezirks Graz-Umgebung zu erlangen, wurde deshalb diese Frage in den Umfragen gestellt (siehe Abbildung 79). Auf einer Skala von 1 bis 5 sind demnach 72 % der Befragten sehr zufrieden, was mit der Schulnote 1 zu benennen war. Weitere 20 % wählten die Note 2 sowie 6 % die Note 3. Je 1 % gab an, nicht zufrieden oder gar nicht zufrieden mit der Abfallentsorgung in ihrer Gemeinde zu sein. Gründe dafür waren, neben zu langen Zeiträumen zwischen zwei Sammlungen einzelner Fraktionen, auch unzureichende Behältergrößen.

7. Handlungsursachen mangelnder Bioabfallqualität im Bezirk Graz-Umgebung



Abbildung 76: Titelseite der Kleinen Zeitung vom 11. Oktober 2016 (Arbeitsgrundlage: Kleine Zeitung 2016)

EINE INFORMATION DES ABFALLWIRTSCHAFTS-
VERBANDES DEUTSCHLANDSBERG:

Biomüll richtig entsorgen!

Bioabfall gehört auf den Komposthaufen und für jene Bürger die keinen Garten haben, gibt's die braune Biomülltonne!

So weit, so klar. Doch die steirische Restmüll-Analyse 2013 zeigt, dass pro Einwohner und Jahr 23 kg Bioabfall fälschlicherweise im Restmüll landen! Das ist teuer – im steirischen Durchschnitt kostet die Behandlung von Restmüll um rund 100,- Euro/t mehr als jene von Biomüll. Der Restmüll wird nämlich teils thermisch verwertet und Rückstände müssen deponiert werden. Immerhin 3 Millionen Euro lassen wir Steirer uns das Einwerfen in die falsche Tonne kosten! Tonne »GRAU« ist deutlich teurer als Tonne »BRAUN«.

WERTVOLLER KOMPOST

Ganz zu schweigen davon, dass Bioabfall als wertvoller Rohstoff für 73 steirische Kompostierbetriebe und als Gartenerde für tausende Gartenbesitzer auf diese Weise verloren geht. Biomüll geht in die Biogaserzeugung oder Kompostierung. Landesweit werden auf diesem Weg rund 65.000 m³ wertvoller Kompost erzeugt. Doch die Arbeit wird immer schwieriger, denn gerade in Biotonnen von Mehrparteienhäusern finden sich jede Menge Verunreinigungen wie Plastik, Glas und Metall, was die nachfolgende Kompostierung zusehends erschwert und verteuert. Fehlwürfe müssen mühevoll händisch ausgeklaut werden.

»BIOLOGISCH ABBAUBAR« BEDEUTET NICHT KOMPOSTIERBAR!

Für den Konsumenten mag es verwirrend sein, doch das vermeintlich kompostierbare Plastiksackerl aus dem Lebensmit-

Abbildung 77: Biomüll richtig entsorgen! Eine Information des Abfallwirtschaftsverbandes Deutschlandsberg (Stadtmagazin Deutschlandsberg 2016, S.25)



Abbildung 78: Artikel in der Kleinen Zeitung "Plastiksackerln im Biomüll setzen Entsorgern zu". S. 18-19. (Kleine Zeitung 2016)

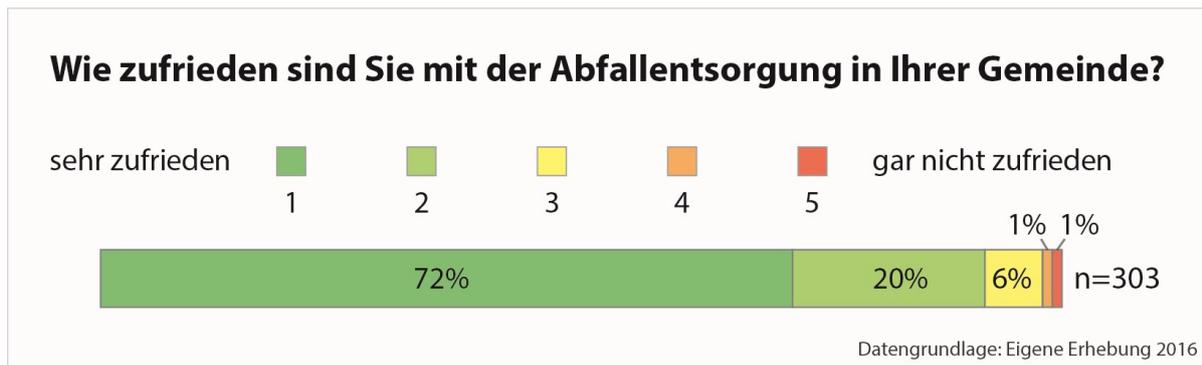


Abbildung 79: Umfrageergebnisse auf die Frage „Wie zufrieden sind Sie mit der Abfallentsorgung in Ihrer Gemeinde?“ (Eigene Darstellung)

Zeit

Zeit spielt ebenso eine wichtige Rolle bei der getrennten Sammlung von Abfällen und deren Entsorgung in die jeweiligen Fraktionsbehälter. Wenn es um Zeit geht, ist vor allem die benötigte Zeit um eine gewisse Aktion auszuführen, verglichen mit einem anderen Verhalten ausschlaggebend. (Barr 2002, S. 64, eigene Übersetzung). Dabei ist vor allem das Maß an vorhandener Zeit ausschlaggebend und die Bereitschaft, diese einer korrekten Mülltrennung zu widmen. Das ist eng verknüpft mit Werten und der Bedeutung der Mülltrennung für diese Personen, was nicht zuletzt Resultat von umweltrelevanter Bildung ist.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass alle zuvor genannten Faktoren mehr oder weniger deutlich Einfluss auf die Bioabfallqualität nehmen. Interessant dabei ist, dass das Maß des Einflusses auch von der Siedlungsstruktur abhängig ist. Beste Beispiele dafür sind Platzmangel in Wohnungen oder weite Wege zur Biotonne durch mehrere Stockwerke. Aufgrund von starken Abweichungen der Ursachenforschung von dem Kernthema, der Bioabfallqualität in Zusammenhang mit der Siedlungsstruktur und dem Sammelsystem, konnten keine quantitativen Daten zu den häufigsten Ursachen von Störstoffen im Bioabfall gesammelt werden.

8. Zusammenhang der Bioabfallqualität mit der Restabfallqualität

In diesem Kapitel sollen die Untersuchungsergebnisse der Bioabfallqualität mit jener der Restmüllqualität verglichen werden. Zu diesem Zweck wurden mir Daten meines Kollegen Paar (in Arbeit) zur Verfügung gestellt. Dieser Vergleich soll dazu dienen, vorhandene Zusammenhänge zu erkennen und herauszufinden, ob eine Korrelation von qualitativ schlechtem Bio- und Restabfall besteht. Aufgrund von geringen Unterschieden in der Auswahl der Untersuchungsgemeinden ist ein Vergleich der Gemeinden Hitzendorf und Übelbach nicht möglich.

Um die Bio- und Restabfallqualität vergleichen zu können ist darauf hinzuweisen, dass die Datenerhebung der Restabfallqualität nach dem gleichen Schema durchgeführt wurde als jene der Bioabfallqualität (siehe Kapitel 2.2). Um den Abschöpfungsgrad der Bioabfallbehälter zu untersuchen, wurden die Restabfallbehälter von meinem Kollegen Paar (in Arbeit) auf Bioabfall untersucht. Verwendete Kategorien der Bioabfalluntersuchung wurden auf die Untersuchungen des Restabfalls übertragen. Als Fehlwurf wurden nicht wie beim Bioabfall Kunststoffe oder Metalle, sondern Bioabfall in den Restabfallbehältern gewertet. Die Quantifizierung der Bioabfall-Fehlwürfe und daraus resultierende Verunreinigungsgrade, wurden bei der Untersuchung der Restabfallqualität nach dem gleichen Prinzip als bei der Untersuchung der Bioabfallqualität durchgeführt (siehe Kapitel 2.2.1). Vergleicht man die untersuchten Bio- und Restabfallbehälter lässt sich erkennen, dass der Anteil der Behälter ohne Verunreinigung in der Bioabfallfraktion mit 73 % höher ist, als dies mit 66 % beim Restabfall der Fall ist (siehe Abbildung 80). Aufgrund der höheren Anzahl an untersuchten Behältern der Restmüllfraktion ist die durchschnittliche Verunreinigung nach dem Schulnotensystem, trotz geringerem prozentuellen Anteil an stark und sehr stark verunreinigten Behältern, mit 1,53 höher als die des Bioabfalls. Insgesamt weist die Bioabfallfraktion einen höheren Anteil an sehr stark (2 %) und stark (3 %) verunreinigten Behältern auf. Jedoch liegt die durchschnittliche Qualität nach dem Schulnotensystem mit 1,45 über jener der Restabfallfraktion.

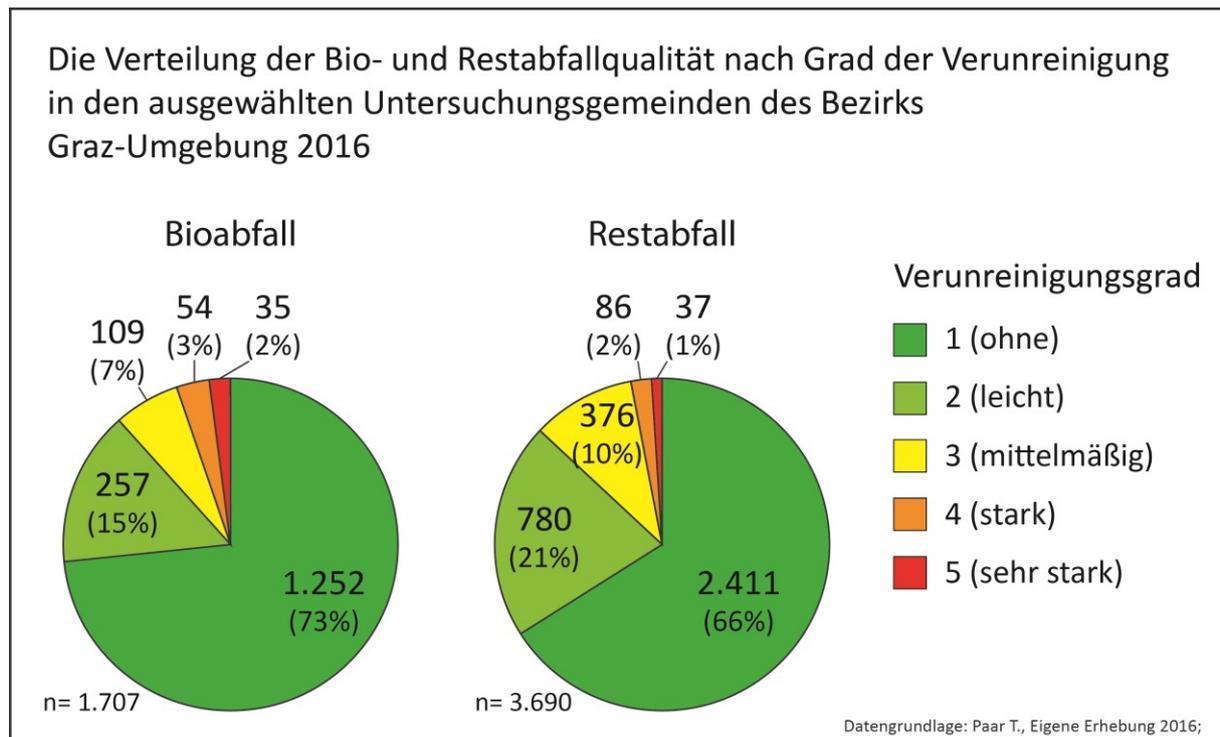


Abbildung 80: Die Verteilung der Bio- und Restabfallqualität nach Grad der Verunreinigung in den ausgewählten Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung, Datengrundlage: Paar T., eigene Erhebung 2016)

Anhand der Analyse des durchschnittlichen Verunreinigungsgrads der zwei Fraktionen kann ein qualitativer Zusammenhang des Bio- und Restabfalls erkannt werden (siehe Tabelle 17). Ein hoher Verunreinigungsgrad des Bioabfalls geht auch mit einer vergleichsweise hohen Verunreinigung des Restabfalls einher. Man kann daher auf kommunaler Ebene von qualitativ hochwertigerer und minderwertigerer Abfalltrennmoral in Gemeinden sprechen. Erklärt kann dieser Zusammenhang dadurch werden, dass die Art und Weise der BewohnerInnen Abfälle zu trennen, fraktionsunabhängig ist. Sind keine Hemmungen vorhanden Störstoffe in die Biotonne einzubringen, ist dies sehr wahrscheinlich auch in der Restabfallfraktion der Fall.

Die ehemals eigenständige Gemeinde Gratwein beispielsweise weist sowohl in der Bio- als auch in der Restabfallfraktion einen relativ hohen Verunreinigungsgrad von 2,04/1,68 auf (siehe Tabelle 17). Im Gegensatz dazu sind diese beiden Fraktionen in der Gemeinde Dobl-Zwaring und Hart bei Graz von einer vergleichsweise hohen Qualität gekennzeichnet. Die Verunreinigungsgrade des Bio- und Restabfalls sind mit 1,35/1,49 in der Gemeinde Hart bei Graz und 1,32/1,47 und in der Gemeinde Dobl-Zwaring auf einem vergleichsweise geringerem Niveau. Diese drei Beispiele verdeutlichen den Zusammenhang der untersuchten Abfallfraktionen.

8. Zusammenhang der Bioabfallqualität mit der Restabfallqualität

Tabelle 17: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung des Bio- und Restabfalls in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung, Datengrundlage: Paar T., Eigene Erhebung 2016)

	Gemeinde	durchschn. Verunreinigung des Bioabfalls nach dem Schulnotensystem	durchschn. Verunreinigung des Restabfalls nach dem Schulnotensystem
1.	Dobl-Zwaring	1,32	1,47
2.	Übelbach	-	1,43
3.	Hart bei Graz	1,35	1,49
4.	Hitzendorf	1,47	-
5.	Gratwein	2,04	1,68
durchschn. gesamte Verunreinigung		1,45	1,53

Um den Zusammenhang der Qualität von Bio- und Restabfallfraktion gegenüber zu stellen, wurde aufgrund der vergleichsweise geringen Anzahl an untersuchten Behältern auf S3 verzichtet. Die rechte Säule stellt jeweils Bioabfall, die linke Restabfall dar (siehe Abbildung 81). Ein Vergleich der Bio- und Restabfallfraktion in den zwei Untersuchungsgemeinden Gratwein und Hart bei Graz verdeutlicht den Zusammenhang der Abfallqualität mit der Siedlungsstruktur dieser zwei Fraktionen. Die Qualität weist in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur einen deutlichen Zusammenhang auf. Sowohl Bio- als auch Restabfall ist in Behältern der Ein- und Zweifamilienhausbebauung von höherer Qualität als in der Mehrfamilienhausbebauung.

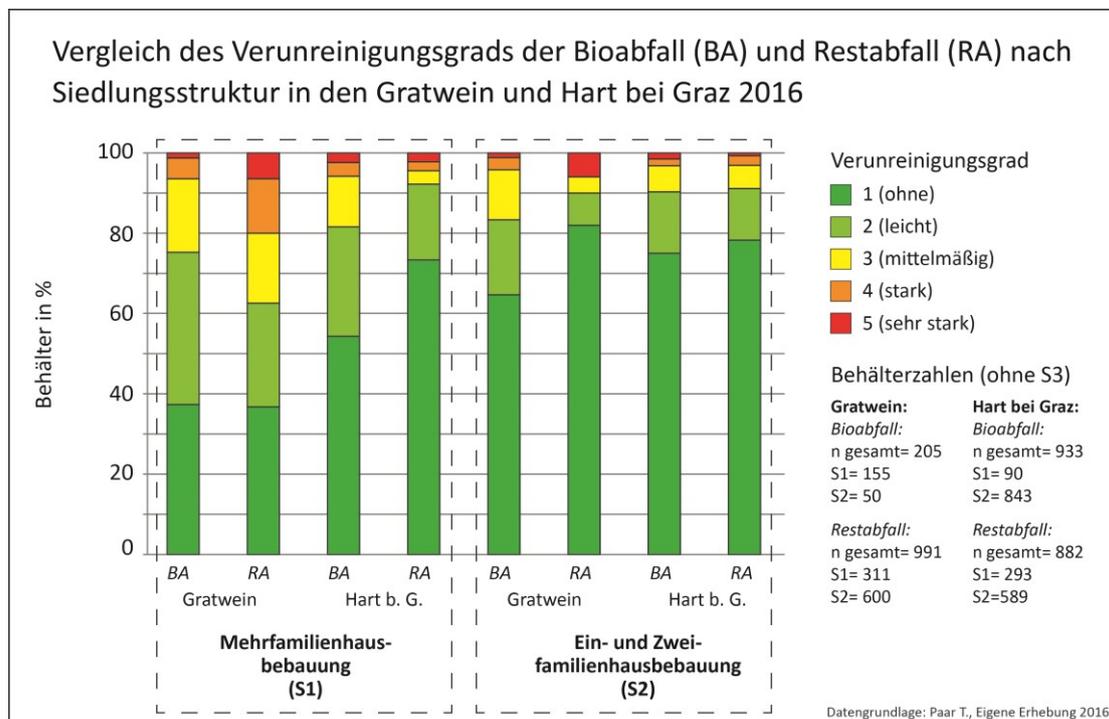


Abbildung 81: Vergleich des Verunreinigungsgrads des Bio- und Restabfalls nach Siedlungsstruktur in den Gemeinden Gratwein und Hart bei Graz 2016. (Eigene Darstellung, Datengrundlage: Paar, T., eigene Erhebung 2016)

8. Zusammenhang der Bioabfallqualität mit der Restabfallqualität

Betrachtet man die Qualität der gesamten untersuchten Bio- und Restabfallbehälter nach Siedlungsstruktur, bestätigen sich die zuvor erkannten Zusammenhänge (siehe Abbildung 82). Obwohl die Anzahl der untersuchten Behälter nach Fraktion stark variiert, sind die Ergebnisse in den jeweiligen Siedlungsstrukturen ähnlich. Bei einem Vergleich der Behälter hoher Verunreinigungsclassen (sehr stark, stark und mittelmäßig verunreinigt) nach Siedlungsstruktur kann man erkennen, dass der Anteil dieser verunreinigten Behälter in der Bio- und Restabfallfraktion nahezu übereinstimmt. In der Mehrfamilienhausbebauung liegt der Anteil der Bio- und Restabfallbehälter nach Verunreinigungsclassen 3, 4 und 5 um die 20 % sowie der leichten Verunreinigungsclassen 2 bei circa 30 %. Verunreinigungsfreie Behälter nehmen sowohl in der Bio- als auch Restabfallfraktion um die 50 % ein.

Daraus resultieren ähnliche durchschnittliche Verunreinigungsgrade nach dem Schulnotensystem der Mehrfamilienhausbebauung von 1,89 beim Bioabfall und 1,79 beim Restabfall (siehe Tabelle 18). Auch bei der Ein- und Zweifamilienhausbebauung sind Zusammenhänge erkennbar, jedoch ist die durchschnittliche Qualität des Bioabfalls nach dem Schulnotensystem mit 1,32 höher als die des Restabfalls mit 1,44. Grund dafür ist der geringere Anteil an Bioabfallbehältern der Verunreinigungsclassen 3, 4 und 5 (unter 10 %) sowie der höhere Anteil an verunreinigungsfreien Behältern mit 80 %.

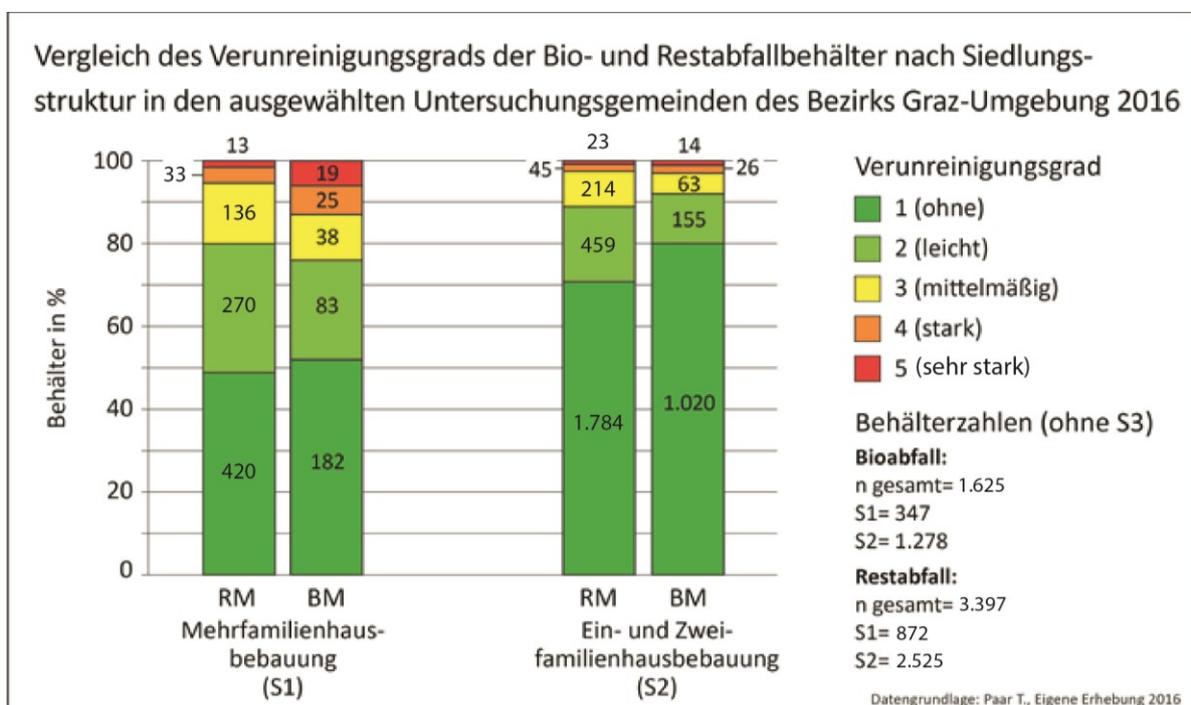


Abbildung 82: Vergleich des Verunreinigungsgrads der Bio- und Restabfallbehälter nach Siedlungsstruktur in den ausgewählten Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung, Datengrundlage: Paar T., eigene Erhebung 2016)

8. Zusammenhang der Bioabfallqualität mit der Restabfallqualität

Tabelle 18: Vergleich der durchschnittlichen Verunreinigung des Bio- und Restabfalls nach Siedlungsstruktur in den Untersuchungsgemeinden des Bezirks Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung, Datengrundlage: Paar T., eigene Erhebung 2016)

	Siedlungsstruktur	durchschn. Verunreinigung des Bioabfalls nach dem Schulnotensystem	durchschn. Verunreinigung des Restabfalls nach dem Schulnotensystem
1.	Mehrfamilienhausbebauung (S1)	1,89	1,79
2.	Gewerbe, Gastronomie und öffentliche Einrichtungen (S3)	1,63	1,45
3.	Ein- und Zweifamilienhausbebauung (S2)	1,32	1,44
	durchschn. gesamt Verunreinigung	1,45	1,52

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Bio- und Restabfallqualität der untersuchten Behälter Zusammenhänge aufweisen. Diese sind sowohl innerhalb einer Gemeinde als auch innerhalb einer Siedlungsstruktur erkennbar. Gründe dafür sind einerseits einheitliche kommunale Strukturen (beispielsweise Informationsgrad der Bevölkerung), andererseits die Abfallproduzenten, welche unabhängig von der Fraktion in einer Gemeinde dieselben sind.

9. Schlussfolgerung

Dieses Kapitel dient der zusammenfassenden Darstellung der Ergebnisse dieser Arbeit. Die zuvor formulierten Arbeitshypothesen werden evaluiert sowie die Forschungsfragen beantwortet. Weiters sollen zukünftige Herausforderungen im Bereich der Bioabfallsammlung genannt und Handlungsempfehlungen formuliert werden.

9.1. Evaluierung der Arbeitshypothesen

- a) *Die Siedlungsstruktur der Mehrfamilienhausbebauung weist die stärkste Verunreinigung des Bioabfalls durch Fehlwürfe auf.*

Die Analysen der erhobenen Daten zur Bioabfallqualität in den Untersuchungsgemeinden ergaben einen um durchschnittlich 43 % höheren Verunreinigungsgrad der Mehrfamilienhausbebauung (S1) gegenüber der Ein- und Zweifamilienhausbebauung (S2). Diese Qualitätsdifferenz äußert sich in einer höheren Fehlwurfbzahl und daraus resultierend einem höheren Verunreinigungsgrad von Behältern der Mehrfamilienhausbebauung (siehe Kapitel 5, Abbildung 60).

- b) *Die höchste Qualität des Bioabfalls wird von der Ein- und Zweifamilienhausbebauung erreicht.*

Die Siedlungsstrukturen der Ein- und Zweifamilienhausbebauung weisen die höchste Bioabfallqualität auf. Knapp 80 % der untersuchten Biotonnen beinhalten keine Fehlwürfe und sind somit ohne Verunreinigung (siehe Abbildung 60). Zum Vergleich: Die Mehrfamilienhausbebauung kommt nur auf 52 % der Behälter ohne Verunreinigung, Gewerbe, Gastronomie und öffentliche Einrichtungen auf 61 %. Dies wird auch in der durchschnittlichen Verunreinigung nach Siedlungsstruktur sichtbar, welche für S2 einem Verunreinigungsgrad von 1,32 (ohne/leichte Verunreinigung) entspricht. Dieser Wert ist in S1 mit 1,89 und S3 mit 1,63 deutlich höher (siehe Tabelle 13).

- c) *Ursachen für Fehlwürfe im Bioabfall sind sowohl Unwissenheit als auch Praktikabilität.*

Unwissenheit ist in Bezug auf Produkte, die nicht eindeutig der Fraktion Bioabfall zugeordnet werden können, ein Problem. Dazu zählen beispielsweise biologisch abbaubare Kunststoffe, aber auch Knochen, Zigarettenstummel oder Orangenschalen. Zu letzterem hat sich die Fehlinformation bestätigt, dass BewohnerInnen glauben, Schalen von Zitrusfrüchten dürften aufgrund von hoher Pestizidbelastung nicht in die Biotonne. Auch der Glaube, dass Fehlwürfe in den Behandlungsanlagen ohnehin automatisch aus dem Bioabfall entfernt werden, führt zu weniger Rücksicht im Umgang mit der Biotonne. Praktikabilität ist vor allem bei der Verwendung von Kunststoffsäcken zur

Vorsammlung von Bedeutung. Für den/die NutzerIn ergeben sich bei der Verwendung von Kunststoffsäcken nur Vorteile: Sie sind kostenfrei oder viel günstiger als kompostierbare Vorsammelsäcke und neigen auch nach langer Lagerung nicht zum Reißen. Der praktikable Bioabfallsammler greift daher aus Gründen der Einfachheit zum Kunststoffsackerl.

9.2. Beantwortung der Forschungsfragen

Im Folgenden werden nun auf Basis der Untersuchungen und der Datenanalysen, die in Kapitel 1.4.2 gestellten Forschungsfragen beantwortet.

1. *Inwieweit ist die Qualität des Bioabfalls auf die Siedlungsstruktur zurückzuführen?*

1.1. *In welchen Siedlungsstrukturen ist besonders mit Verunreinigungen des Bioabfalls zu rechnen, wo sind Verunreinigungen am geringsten?*

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen einen deutlichen Zusammenhang der Bioabfallqualität mit der Siedlungsstruktur. Behälter der Mehrfamilienhausbebauung weisen demnach mit einem durchschnittlichen Verunreinigungsgrad nach dem Schulnotensystem von 1,89 die geringste Qualität und somit höchste Anzahl an Fehlwürfen im Bioabfall auf. Bioabfallbehälter der Ein- und Zweifamilienhausbebauung sind hingegen mit einem Durchschnittswert nach dem Schulnotensystem von 1,32 von einer geringeren Verunreinigung betroffen. Daraus lässt sich schließen, dass Bioabfallbehälter der Mehrfamilienhausbebauung gegenüber jenen der Ein- und Zweifamilienhausbebauung einen um durchschnittlich 43 % höheren Verunreinigungsgrad aufweisen.

1.2. *Welche Form der Verunreinigung kommt am häufigsten vor?*

Anhand der untersuchten 1.707 Bioabfallbehälter kann nach qualitativen Einschätzungen gesagt werden, dass der häufigste Fehlwurf im Bioabfall Kunststoffe in Form von Säcken sind. Metall und Glas wurden nur vereinzelt in den Bioabfallbehältern gesichtet. Papier kommt, wenn, vor allem in Zusammenhang mit der Vorsammlung zum Einsatz und ist damit nicht als Fehlwurf zu sehen (siehe Kapitel 3.3).

1.3. *Welche Ursachen der Verunreinigung können abhängig von der Siedlungsstruktur genannt werden?*

Von einer Hauptursache für Verunreinigungen des Bioabfalls kann in diesem Sinne nicht gesprochen werden. Ein komplexes Zusammenspiel unterschiedlicher Faktoren nimmt Einfluss auf das Handeln der BewohnerInnen. Je nach Siedlungsstruktur können diese Faktoren unterschiedlich sein. In der Mehrfamilienhausbebauung finden wir andere Wohnsituationen vor als in der Ein- und

9. Schlussfolgerung

Zweifamilienhausbebauung. Praktikabilität der Vorsammlung in (Kunststoff-)Säcken ist in der Mehrfamilienhausbebauung, aufgrund weiterer Distanzen zur Biotonne über mehrere Stockwerke, ein größeres Thema als in der Ein- und Zweifamilienhausbebauung. Unterstützt wird dieses Handeln in Mehrparteienhäusern durch die vorhandene Anonymität sowie durch das Fehlen direkter, finanzieller Konsequenzen. Aus Platzmangel in Wohnungen auf eine getrennte Vorsammlung des Bioabfalls zu verzichten, dürfte ein weiterer Grund sein. Jedoch ist auch auf begrenztem Wohnraum durch ein angepasstes Trennsystem eine fachgerechte Entsorgung möglich (siehe Kapitel 7). Möglichkeiten der Vorsammlung über angepasste Trennsysteme können in Verbindung mit gezielter Information (z. B. mit Fokus auf Mehrfamilienhausbauten) an die BürgerInnen weiter gegeben werden.

Unwissenheit in Bezug auf korrekte Bioabfallsammlung, durch mangelnde Informationen, kann ebenfalls Störstoffe im Bioabfall verursachen. Besonders in Bezug auf kompostierbare Vorsammelsäcke auf Mais- oder Kartoffelstärkebasis herrschen Unwissenheit und Verwirrung der BürgerInnen vor. Grund dafür sind kommunal unterschiedliche Regelungen, welche diese Vorsammelhilfen erlauben oder verbieten. Einheitliche gesetzliche Regelungen in dieser Hinsicht sind für eine zukünftige qualitativ hochwertige Bioabfallsammlung unumgänglich. Auch wenn in mancherlei Hinsicht noch Informationsbedarf besteht, so ist die Nachricht, dass Kunststoffsäcke im Bioabfall nichts verloren haben, bereits angekommen. Jedoch können Fehlinformationen, wie beispielsweise, dass Störstoffe automatisch durch Maschinen und ohne großen Aufwand aussortiert werden können, zu einer gleichgültigen Haltung im Umgang mit der Ressource Bioabfall führen. Es gilt die BewohnerInnen über die spätere Verarbeitung und Wiederverwendung ihrer Abfälle zu informieren, um weitere Gründe für eine saubere Bioabfalltrennung zu präsentieren. Jedoch wird auch eine Intensivierung der Öffentlichkeitsarbeit nicht zu einem vollständigen Ausbleiben von Fehlwürfen im Bioabfall führen. Laut Umfrage geben 2 % der Befragten zu, regelmäßig Kunststoffbeutel in die Biotonne zu werfen (siehe Abbildung 71). Bei der Frage wie wichtig den Befragten die Trennung von Biomüll und anderen Abfällen ist, gibt 1 % der Befragten „gar nicht“ als Antwort an. Dieser geringe Teil der Bevölkerung wird auch in Zukunft – sei es aus Bequemlichkeit oder Desinteresse – nicht an einer getrennten Bioabfallsammlung teilnehmen.

1.4. Welche räumlichen Muster der Verunreinigung des Bioabfalls sind erkennbar? Treten diese flächendeckend oder punktuell auf?

Räumliche Muster sind dahingehend erkennbar, dass vor allem starke Verunreinigungen punktuell auftreten. Für die stärkste Verunreinigung (sehr starke Verunreinigung, Kategorie 5, 7 Fehlwürfe und mehr) sind nur 2 % der Behälter verantwortlich sind. Dieser geringe Anteil von 2 % der Behälter ist

9. Schlussfolgerung

für mindestens 22 % der Fehlwürfe im Bioabfall verantwortlich. Berücksichtigt man die Verunreinigungsgrade 5 und 4 (starke Verunreinigung, 5 bis 6 Fehlwürfe je Behälter), bedeutet dies laut erhobener Daten, dass 5 % der Bioabfallbehälter für 47 % der Fehlwürfe verantwortlich sind. Diese sehr punktuellen Verunreinigungen bieten Spielraum für Konsequenzen der betroffenen Haushalte. Dazu zählen beispielsweise eine kostenpflichtige Nachsortierungen von stark verunreinigten Behältern, rote Karten oder das Stehenlassen dieser Biotonnen.

Flächendeckende Muster sind bei leicht verunreinigten Behältern erkennbar. Diese machen 15 % der Bioabfalltonnen aus, weitere 7 % weisen eine mittelmäßige Verunreinigung auf. Zwar ist der Anteil der leicht und mittelmäßig verunreinigten Behälter in S1 mit 35 % höher als in S2 mit 17 %, jedoch kann aufgrund der weitreichenden Verteilung nicht mehr von einer punktuellen Verunreinigung gesprochen werden. Diese geringfügige, jedoch weit verbreitete Verunreinigung ist von besonderer Relevanz für die Öffentlichkeitsarbeit. Dass weite Teile der Bevölkerung den Bioabfall leicht verunreinigen lässt auf Informationslücken schließen. Daraus kann eine Notwendigkeit zur Intensivierung der Öffentlichkeitsarbeit abgeleitet werden.

2. Welchen Einfluss haben das Gebührensystem und Vorsammelsäcke auf die Qualität des Bioabfalls?

2.1. Wirken sich Vorsammelsäcke auf Maisstärke-, Kartoffelstärke-, oder Papierbasis positiv auf die Bioabfallqualität aus?

Kann in den zuständigen Behandlungsanlagen bei der Aufbereitung des Bioabfalls mit den kompostierbaren Vorsammelsäcken umgegangen werden (d. h. sie werden nicht mit dem Kunststoff aussortiert und können in der vorgegebenen Zeit kompostiert werden), wirken sich diese durchaus positiv auf die Bioabfallqualität aus. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass sie Kunststoffbeutel zur Vorsammlung ersetzen und damit zur quantitativen und qualitativen Bioabfallsammlung beitragen. Vorsammelsäcke auf Karton- oder Papierbasis haben bis auf das Reißproblem unter starkem Feuchtigkeitseinfluss den Vorteil, dass sie in den Behandlungsanlagen durchwegs positiv gesehen werden und keine negativen Auswirkungen auf den Kompostierprozess oder die energetische Verwertung haben (siehe Kapitel 3.6 und 6.4). Egal welche Form der Vorsammelhilfe unter Abwägung der Vor- und Nachteile schlussendlich gewählt wird, eine Förderung und Verteilung sollte (wie in einigen Regionen beim Gelben Sack) durch die Gemeindeämter stattfinden. Anfallende Kosten können durch eine Angleichung des Gebührensystems und Einsparungen bei der Bioabfallbehandlung ausgeglichen werden. Von dieser Maßnahme geht eine klare Lenkungswirkung zur Verwendung der gewünschten Vorsammelmethode aus. Neben der Reduzierung von

9. Schlussfolgerung

Kunststoffen wird durch das kostenlose Anbieten der Vorsammelhilfen auch die Verwendung anderer Vorsammelsäcke (z. B. wenn unerwünscht: Mais- oder Kartoffelstärke-Beutel) zurückgehen.

2.2. Welche Auswirkungen hat das Gebührensystem auf die Qualität des Bioabfalls?

Datenanalysen der Bioabfallqualität unter Berücksichtigung des Gebührensystems ergaben keine Zusammenhänge. Als einzige Gemeinde mit verursachergerechten Gebühren (d. h. Gebühren die abhängig von der Anzahl der Entleerungen sind) weist die Gemeinde Gratwein mit einem durchschnittlichen Verunreinigungsgrad nach dem Schulnotensystem von 2,04 die geringste Qualität auf. Annahmen, dass höhere Gebühren zu einer höheren Bioabfallqualität führen, können demnach nicht bestätigt werden. Jedoch beeinflusst eine, auf die Anzahl der Entleerungen bezogene Müllgebühr, den Füllgrad der Bioabfallbehälter maßgebend. Vergleicht man die drei Untersuchungsgemeinden Dobl-Zwaring, Hart bei Graz und Hitzendorf, in denen das Gebührensystem unabhängig von der Anzahl der Entleerungen, mit der Gemeinde Gratwein ergibt sich ein um durchschnittlich 35 % höherer Füllgrad in letzterer. Somit ist das Gebührensystem vor allem für die Effizienz der Bioabfallsammlung relevant, hat aber keinen erkennbaren Einfluss auf die Bioabfallqualität (siehe Kapitel 6.2).

3. Inwieweit ist die Qualität des Bioabfalls auf das Sammelsystem zurückzuführen?

3.1. Wirkt sich eine Abfuhr der Bioabfallbehälter mit Vorsichtung, verglichen mit klassischer Abfuhr, positiv auf die Qualität des Bioabfalls aus?

Die Abfuhr mit Vorsichtung resultiert, verglichen mit der klassischen Abfuhr ohne entsprechende Kontrolle, in einer höheren Bioabfallqualität. Die höchste Qualität der untersuchten Bioabfallbehälter wird mit einem durchschnittlichen Verunreinigungsgrad nach dem Schulnotensystem von 1,32 in der Gemeinde Dobl-Zwaring erreicht. In dieser Gemeinde findet eine regelmäßige Vorsichtung des Bioabfalls statt. Fehlwürfe werden aussortiert und den betroffenen Haushalten sichtbar auf den Deckel des Behälters gelegt. Bei ausbleibender Besserung bleibt der Bioabfallbehälter unausgeleert. Verglichen mit den drei anderen Untersuchungsgemeinden (Gratwein, Hart bei Graz und Hitzendorf) weist Dobl-Zwaring eine im Durchschnitt 22 % höhere Qualität auf als die Untersuchungsgemeinden ohne entsprechende Kontrollen (siehe Kapitel 4.1).

3.2. Wirken sich Sanktionen gegen Haushalte bei erkannten Verunreinigungen positiv auf die Qualität des Bioabfalls aus?

Das genannte Beispiel der Untersuchungsgemeinde Dobl-Zwaring zeigt deutlich, dass Sanktionen beispielsweise in Form von Nicht-Ausleeren verunreinigter Bioabfallbehälter, deutlichen Einfluss auf die Bioabfallqualität haben. Jedoch ist darauf hinzuweisen, dass diese permanente Form der

9. Schlussfolgerung

Vorsichtung aufgrund des zeitlichen und finanziellen Aufwands aus ökonomischer Sicht nicht in anderen Gemeinden umsetzbar ist. Ein Mittelweg in Form von unregelmäßigen, unangekündigten Kontrollen könnte, auch wegen des „Überraschungseffekts“, noch positivere Auswirkungen auf die Bioabfallqualität haben. Weiters sind offene Kontrollen (d. h. für die BewohnerInnen sichtbar), aufgrund der „abschreckenden“ Wirkung gegenüber verdeckten Kontrollen (durch Kameras in der Fahrerkabine) zu bevorzugen (siehe Kapitel 3.4).

Die angekündigte Verwendung von Detektoren zur Störstofferkennung in den Gemeinde hat aufgrund des Respekts der BürgerInnen vor einer solchen Kontrolle, positiven Einfluss auf die Bioabfallqualität. Die Problematik das lediglich Metalle und keine Kunststoffe erkannt werden können, kann daher aufgrund der abschreckenden Wirkung vernachlässigt werden. Jedoch gilt es abzuwägen ob regelmäßige Kontrollen des Bioabfalls durch Kontrollpersonal nicht den gleichen Effekt ohne hohe Anschaffungskosten eines Detektors hätten.

9.3. Handlungsempfehlungen und weitere Schritte

In diesem abschließenden Unterkapitel werden, auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse, Handlungsempfehlungen für eine zukünftige, qualitativ hochwertige Bioabfallsammlung im Bezirk Graz-Umgebung genannt. Anhand der erlangten Erkenntnisse kann auf notwendige Maßnahmen und Änderungen im bestehenden System aufmerksam gemacht werden. Zusätzlich wird auf weitere Bereiche der Bioabfallthematik mit Forschungsbedarf hingewiesen.

Die Ergebnisse der Bioabfallqualität in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur ermöglichen neue Ansatzpunkte bei Kontrollen sowie in der beratenden Funktion der Abfallwirtschaftsverbände. Sie zeigen deutlich, dass die Mehrfamilienhausbebauung die höchste Verunreinigung des Bioabfalls hervorbringt und damit in dieser Siedlungsstruktur besonderer Handlungsbedarf vorherrscht. Informationskampagnen (wie beispielsweise aktuell die steirische „Apfelbutzn-Razzia“) können mit diesem Wissen gezielt Schwerpunkte setzen und damit die Effizienz der Öffentlichkeitsarbeit erhöhen. Kontrollen, welche im Zuge von Kampagnen stattfinden, können sich unter Einbezug dieses Wissens, auf jene Behälter konzentrieren, in denen vermehrt mit Verunreinigungen zu rechnen ist. Denn nur 5 % der untersuchten Bioabfallbehälter sind für mindestens 47 % der Fehlwürfe in der Bioabfallfuhre verantwortlich. Auch die Bevölkerungsdichte einer Gemeinde sollte dabei berücksichtigt werden. Aufgrund der Zunahme der Behälter der Mehrfamilienhausbebauung mit höherer Bevölkerungsdichte ist erfahrungsgemäß auch mit einer Zunahme der Verunreinigungen im Bioabfall zu rechnen. Wurden über einen definierten Zeitraum punktuelle Kontrollen durchgeführt, kann deren Nutzen anhand einer erneuten Überprüfung der Bioabfallqualität evaluiert werden.

9. Schlussfolgerung

Weiterer Forschungsbedarf besteht einerseits in Hinblick auf eine quantitative Datenerhebung in Bezug auf Ursachen für Fehlwürfe im Bioabfall. Andererseits wären Untersuchungen zu komplexen Einflussfaktoren, wie beispielsweise der Arbeitslosenrate, von Bedeutung. Nach Alvarez et al. (2008, S. 365) nimmt die Arbeitslosenrate dahingehend Einfluss, dass die Bioabfallqualität mit steigender Arbeitslosenrate sinkt (siehe Kapitel 7). Auch Evaluierungen des praktischen Nutzens von Informationskampagnen zur Bioabfallqualität wären sinnvoll. Mit jedem Stück erweiterten Wissens kann eine Überprüfung der Schwerpunktsetzung und, wenn notwendig, eine Anpassung laufender/geplanter Kontrollen, Kampagnen und der Öffentlichkeitsarbeit stattfinden.

Besonders hinzuweisen ist auch auf einheitliche abfallwirtschaftliche Regelungen. In Form von abfallwirtschaftlichen Gesetzen und Richtlinien sind diese auf Landes- und Bundesebene bereits vorhanden. Jedoch gibt es auf Gemeindeebene immer noch Unterschiede, welche vorrangig durch die zuständigen Behandlungsanlagen und Entsorgungsdienstleister entstehen. Untersuchungen, aber auch persönliche Gespräche mit Betroffenen aus Behandlungsanlagen, haben die Notwendigkeit einer Anpassung dieser Unstimmigkeiten aufgezeigt. Gründe für eine kommunal einheitliche Abfallpolitik sind folgende:

- Kommunal unterschiedliche Regelungen führen zu Verunsicherung und Verwirrung der Bevölkerung. Bestes Beispiel sind Vorsammelsäcke auf Mais- oder Kartoffelstärkebasis, welche in einigen Gemeinden erlaubt, in anderen aufgrund der schlechten Differenzierbarkeit zu Kunststoffen, nicht erwünscht sind.
- Landesweite Kampagnen haben eine höhere Reichweite als regional begrenzte Aktionen.
- Auch wenn bundesweite Regelungen zur Abfalltrennung vorhanden sind (z. B. Abfall Trenn-ABC), werden diese nicht einheitlich und damit klar kommuniziert. Grund dafür sind die unterschiedlichen Strukturen der zuständigen Behandlungsanlagen, welche je nach Bundesland über unterschiedliche technische Ausstattung und daher Möglichkeiten verfügen (siehe Kapitel 3.3). Eine gemeinsame und lückenlose Zusammenarbeit auf Landesebene in der Öffentlichkeitsarbeit, wie es bereits durch die steirischen Abfallwirtschaftsverbände geschieht, ist daher von besonderer Bedeutung. Damit können Fehlinformationen betreffend bestimmter Produkte (Zigarettenstummel, Knochen, Orangenschalen etc.) landesweit ausgeräumt werden.
- Im Zuge einer landes- oder bundesweiten Initiative ist eine einheitliche Kennzeichnung der kompostierbaren Vorsammelsäcke auf Mais- oder Kartoffelstärkebasis (beispielsweise durch Gittermuster/Wabenmuster) umsetzbar. Damit wäre im Falle einer erforderlichen

9. Schlussfolgerung

Nachsortierung die Unterscheidbarkeit zwischen kompostierbaren und nicht kompostierbaren Säcken gegeben.

- Eine weitere Möglichkeit zur Steigerung der Bioabfallqualität ist eine landesweite Initiative zur Förderung von (ausgewählten) Vorsammelsäcken auf Kraftpapierbasis (siehe Kapitel 3.6, Abbildung 28). Dies sollte jedoch in jedem Fall mit Absprache der Behandlungsanlagen stattfinden. Sowohl technisch voll ausgestattete als auch kleine Betriebe sollen keine Nachteile durch die geförderten Vorsammelhilfen erfahren. Aufgrund von umstrittenen Diskussionen rund um Vorsammelsäcke auf Mais- oder Kartoffelstärkebasis (siehe Kapitel 3.6), sind verstärkte, reißfeste Papierbeutel aus Kraftpapier eine Kompromisslösung.

In gewissen Bereichen, wie der Öffentlichkeitsarbeit, funktioniert eine landesweite Zusammenarbeit bereits (Beispiel: Kampagne „Apfelbutzn-Razzia“). Jedoch bleiben stets uneinheitliche Regelungen auf kommunaler Ebene, welche zum Teil negative Auswirkungen auf die Bioabfallqualität und auch andere Abfallfraktionen mit sich bringen. Langfristiges Ziel sollte deshalb eine landesweite Anpassung von Regelungen zur Bioabfalltrennung und vor allem Vorsammlung sein.

Auch wenn jede Form der Vorsammlung (egal ob Papier oder Mais- und Kartoffelstärke) mögliche negative Effekte mit sich bringt, muss den BewohnerInnen eine Form einer hygienischen Vorsammlung der Bioabfälle angeboten werden. Ein generelles Verbot der Vorsammelhilfen wäre nicht zielführend und würde unter Umständen zu einem quantitativen Rückgang der getrennt gesammelten Bioabfälle führen. In Folge dessen könnte es zu einem Anstieg der kostenintensiven Restmüllfraktion kommen. Bei etwaigen Diskussionen rund um Vorsammelhilfen sollte dieses Wissen stets einbezogen werden.

Abschließend ist auf die Problematik der Ausschreibung von kommunalen Entsorgungsdienstleistungen hinzuweisen. Für die Akteure des abfallwirtschaftlichen Systems (Entsorgungsunternehmen, Gemeinden, Behandlungsanlagen etc.) liegen ökonomische Prinzipien an erster Stelle. Dabei sind kleine Entsorgungsunternehmen und Behandlungsanlagen oft nicht wettbewerbsfähig, auch wenn ihre Methoden zu einer qualitativ hochwertigeren Bioabfallsammlung beitragen würden. In diesem Sinne gilt es in öffentlichen Auftragsvergaben auf ein ausgewogenes Preis/Leistungsverhältnis nach Bestlieferprinzip (höchste Bioabfallqualität der Lieferung) zu achten. Qualitative Aspekte sowie das Prinzip der kurzen Wege sind demnach zu berücksichtigen, um zu einer nachhaltigeren Entwicklung in der Abfallwirtschaft beizutragen.

10. Quellenverzeichnis

10.1. Literaturverzeichnis

Abfall- Entsorgungs- und Verwertungs GmbH (Hg.) (2005): Fehlwürfe in der kommunalen Abfallwirtschaft Tolerierbar oder unzumutbar? Tagungsdokumentation nach dem Stand der Expertenmeinungen. Unter Mitarbeit von Ulrike Kabosch und Matthias Neitsch. Graz. AEVG. Online verfügbar unter www.arge.at/file/000053.pdf, zuletzt geprüft am 18.08.2016.

Abfallwirtschaftsverband Graz-Umgebung (2013): Regionaler Abfallwirtschaftsplan Graz-Umgebung 2013. Online verfügbar unter www.awv.steiermark.at/cms/dokumente/10045046_166598/.../AWP_2013.pdf.

Alvarez, M. D.; Sans, R.; Garrido, N.; Torres, A. (2008): Factors that affect the quality of the bio-waste fraction of selectively collected solid waste in Catalonia. In: Waste management (New York, N.Y.) 28 (2), S. 359–366. DOI: 10.1016/j.wasman.2007.01.005.

Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2005): Nachhaltiges Gemeinde Abfallwirtschaftskonzept. Handbuch. Unter Mitarbeit von Hermine Dimitroff-Regatschnig und Daniela List. Online verfügbar unter www.awv.steiermark.at/cms/dokumente/10559747_28971554/e64d76d4/041a_2005-09-18-NAWIG-Handbuch.pdf, zuletzt geprüft am 25.01.2017.

Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2010): Landes-Abfallwirtschaftsplan Steiermark 2010. Band 17 zur Informationsreihe Abfall- und Stoffflusswirtschaft. Fachabteilung 19D - Abfall- und Stoffflusswirtschaft. Online verfügbar unter www.kommunikation.steiermark.at/cms/dokumente/11696813_29767960/512d16c5/Abfallwirtschaftsplan2010.pdf, zuletzt geprüft am 25.01.2017.

Arbeiterkammer Steiermark (2015): Ist Bioplastik das "bessere" Plastik? Eine Standortbestimmung aus VerbraucherInnenperspektive. Hg. v. Arbeiterkammer Steiermark. Online verfügbar unter https://media.arbeiterkammer.at/stmk/Bio_Plastik_Sackerl_Studie_2015_barrierefrei.pdf zuletzt geprüft am 20.02.2017.

Barr, S. (2002): Household waste in social perspective. Values, attitudes, situation, and behaviour. Aldershot, Hampshire, England, Burlington, VT: Ashgate (Ashgate studies in environmental policy and practice).

Bauer, C.; Lieb, G. K. (2013): Johnsbacher Almen (Gesäuseberge). Mensch-Umwelt-Beziehungen im Wandel der Zeit. In: GeoGraz 52, S. 33–40.

Beigl, P.; Lebersorger, S. (2010): Abfallmengenprognose für den steiermärkischen Landesabfallwirtschaftsplan 2010. Endbericht. Im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung. Online verfügbar unter www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/dokumente/11288341_46541/59a8fdfd/Endbericht_Abfallmengenprognose_Stmk_2020.pdf, zuletzt geprüft am 27.01.2017.

10. Quellenverzeichnis

- Bilitewski, B.; Härdtle, G.; Marek, K. (2009): Abfallwirtschaft. Handbuch für Praxis und Lehre. 4., aktualisierte und erw. Aufl. Berlin: Springer.
- Borsdorf, A.; Bender, O. (2010): Allgemeine Siedlungsgeographie. Wien, Köln, Weimar: Böhlau (UTB Geographie, 3396).
- Brunn, M. (2016a): Rote Karte für Fehlwürfe. In: Recycling Magazin 19, S. 26-27.
- Brunn, M. (2016b): Damit Bio besser wird. In: Recycling Magazin 07, S. 14-17.
- Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2005): Stand der Technik der Kompostierung. Richtlinie des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Online verfügbar unter http://www.kompost.at/downloads/Downloads/Richtlinie_Stand_Technik_Kompostierung.pdf, zuletzt geprüft am 21.12.2016.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2001): Verordnung über Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen (Kompostverordnung). BGBl. II Nr. 292/2001, zuletzt geprüft am 30.01.2017.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2002): Bundesgesetz über die nachhaltige Abfallwirtschaft. Abfallwirtschaftsgesetz 2002 - AWG 2002. Online verfügbar unter <https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:d620d576-b226-4bae-ad42-9032392e21b3/AWG%202002%20idF%20193%202013.pdf>, zuletzt geprüft am 29.01.2017.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2011): Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2011. Band 1. Online verfügbar unter https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:127e18cc-9c93-4ba4-8bbe-0648f0f83b55/BAWP_2011_Teil_1_13.pdf, zuletzt geprüft am 25.01.2017.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2014): Abfall Trenn-ABC. Unter Mitarbeit von Abteilung V/6 - Abfallvermeidung, -verwertung und -beurteilung, 2014, S. 56. Online verfügbar unter https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:6857340e-5b47-4180-88b0-60201b1b2658/Abfall-ABC_ps_aktuelle%20Version.pdf, zuletzt geprüft am 12.01.2017.
- Coy, M. (2007): Nachhaltigkeit: Ein "zukunftsfähiges" Thema für die Geographie? In: GW-Unterricht 2007 (107), S. 1-11, zuletzt geprüft am 11.11.2016.
- Das Land Steiermark (2004): Steiermärkisches Abfallwirtschaftsgesetz 2004. StAWG 2004. Fundstelle: www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/dokumente/10108050_4335362/a9fb4d77/StAWG_2004.pdf, zuletzt geprüft am 27.01.2017.
- Europäisches Parlament und der Rat der Europäischen Union (2008): Abfallrahmenrichtlinie. 19.11.2008, 2008/98/EG, vom 18.12.2014. Online verfügbar unter <https://www.sbb-mbh.de/fileadmin/media/recht/europa/2008-98-eg-2015.pdf>, zuletzt geprüft am 01.02.2017.

10. Quellenverzeichnis

- Friege, H.; Siepelmeyer, H.; Hofmann, T., Richter, K. (2016): Fehlbefüllung von Biotonnen und ihre Ursachen. Erkenntnisse aus einem transdisziplinären Projekt in Lüneburg. In: Müll und Abfall 12, S. 641-646, zuletzt geprüft am 01.02.2017.
- Gelbmann, U. (2010): Müll ist Materie am falschen Ort. Zum Verwertungsparadoxon in der Abfallwirtschaft. In: Wagner, A. (Hg.): Abfallmoderne. Zu den Schmutzrändern der Kultur;. Abfallmoderne- ein Symposium zu den Schmutzrändern der Kultur. Karl-Franzens-Universität Graz, 4.-5. Juni 2008. Kongress Abfallmoderne; Institut für Kunstgeschichte; Institut für Architekturtheorie, Kunst- und Kulturwissenschaften; Kongress Abfallmoderne. Wien: Lit (Grazer Edition, 4), S. 97-111.
- Hubmann, C. (2015): Siedlungs- und Sammlungsstrukturtypen als Einflussfaktoren der Altpapiersammlung im Abfallwirtschaftsverband Graz - Umgebung. Masterarbeit. Karl-Franzens-Universität Graz, Graz. Geographie und Raumforschung. Online verfügbar unter <http://media.obvsg.at/p-AC12298342-2001>.
- Johnke, B.; Scheffran, J.; Soyez, K. (Hg.) (2004): Abfall, Energie und Klima. Wege und Konzepte für eine integrierte Ressourcennutzung. Berlin: Erich Schmidt (Beiträge zur Umweltgestaltung: A, 157).
- Knoch, W. (2010): Wasser, Abwasser, Abfall, Boden, Luft, Energie. Das praktische Umweltschutzbuch für jeden. 5., aktualisierte und erweiterte Auflage: Verlag freier Autoren.
- Kompost und Biogas Verband (2017): Kompost & Biogas Verband Österreich. Schwedenplatz 2/20-21, 1010 Wien. T: +43 1-890 1522. F: +43 810 9554 063965.
<http://kompostbiogas.clickandlearn.at/>
- Kranert, M.; Böhme L., F. A.; Gottschall R. (2016): Einflussgrößen auf die separate Bioguterfassung unter besonderer Berücksichtigung der Qualität. In: Pomberger, R. (Hg.): Recy & DepoTech 2016. Recycling & Abfallverwertung, Abfallwirtschaft & Ressourcenmanagement, Deponietechnik & Altlasten, Sondersession: Tagungsband zur 13. Recy & DepoTech-Konferenz, Montanuniversität Leoben, Österreich, 8.-11. November 2016, S. 329-334.
- Kranert, M.; Cord-Landwehr, K. (Hg.) (2010): Einführung in die Abfallwirtschaft. Mit 131 Tabellen. 4., vollst. aktualisierte und erw. Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Teubner. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8348-9681-0>.
- Krogmann, U. (1994): Kompostierung. Grundlagen zur Einsammlung und Behandlung von Bioabfällen unterschiedlicher Zusammensetzung. Zugl.: Hamburg-Harburg, Techn. Univ., Arbeitsbereich Abfallwirtschaft und Stadttechnik, Diss., 1993. Bonn: Economica-Verl. (Hamburger Berichte Abfallwirtschaft, 7).
- Mattisek, A.; Pfaffenbach, C.; Reuber, P. (2013): Methoden der empirischen Humangeographie. 2. Aufl., Neubearb. Braunschweig: Westermann (Das Geographische Seminar).

10. Quellenverzeichnis

- Mayer, H. O. (2013): Interview und schriftliche Befragung. Grundlagen und Methoden empirischer Sozialforschung. 6., überarb. Aufl. München: Oldenbourg (Sozialwissenschaften 10-2012). Online verfügbar unter <http://www.oldenbourg-link.com/isbn/9783486706918>.
- Mehren, L. (2015): Maßnahmen zur Reduzierung von Störstoffen im Biogut 2015 (11), S. 600-605.
- Otto, S. (2004): Bewertung von Maßnahmen zur Reduzierung von Kunststoffen in Bioabfällen. Dissertation. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle. Mathematisch-Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät. Online verfügbar unter sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/04/04H219/prom.pdf, zuletzt geprüft am 17.08.2016.
- Pomberger, R. (Hg.) (2012): DepoTech 2012. Abfallwirtschaft, Abfalltechnik, Deponietechnik und Altlasten. 11. DepoTech Konferenz. Montanuniversität Leoben/Österreich, 6.-9. November 2012. Institut für Nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik (IAE): Eigenverlag Montanuniversität Leoben 2012. (DepoTech 2012).
- Pomberger, R. (2010): Was hat Abfallwirtschaft mit der Steinzeit zu tun? In: Wagner, A. (Hg.): Abfallmoderne. Zu den Schmutzrändern der Kultur;. Abfallmoderne- ein Symposium zu den Schmutzrändern der Kultur. Karl-Franzens-Universität Graz, 4.-5. Juni 2008. Kongress Abfallmoderne; Institut für Kunstgeschichte; Institut für Architekturtheorie, Kunst- und Kulturwissenschaften; Kongress Abfallmoderne. Wien: Lit (Grazer Edition, 4), S. 81-95.
- Pomberger, R. (Hg.) (2016): Recy & DepoTech 2016. Recycling & Abfallverwertung, Abfallwirtschaft & Ressourcenmanagement, Deponietechnik & Altlasten, Sondersession: Tagungsband zur 13. Recy & DepoTech-Konferenz, Montanuniversität Leoben, Österreich, 8.-11. November 2016.
- Pretz T., Feil A., Schmalbein N., Bauerschlag N. (2012): Prozesseffizienz bei der Sortierung von Wertstoffgemisch. In: Pomberger, R. (Hg.): DepoTech 2012. Abfallwirtschaft, Abfalltechnik, Deponietechnik und Altlasten. 11. DepoTech Konferenz. Montanuniversität Leoben/Österreich, 6.-9. November 2012. Institut für Nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik (IAE): Eigenverlag Montanuniversität Leoben 2012. (DepoTech 2012), S. 157.
- Prisching, M. (2010): Trash Economy. Abfallmaximierung als Wirtschaftsprinzip. In: Wagner, A. (Hg.): Abfallmoderne. Zu den Schmutzrändern der Kultur;. Abfallmoderne- ein Symposium zu den Schmutzrändern der Kultur. Karl-Franzens-Universität Graz, 4.-5. Juni 2008. Kongress Abfallmoderne; Institut für Kunstgeschichte; Institut für Architekturtheorie, Kunst- und Kulturwissenschaften; Kongress Abfallmoderne. Wien: Lit (Grazer Edition, 4), S. 29-43.
- Reske, J. (2015): Erfassung von Bioabfällen in kompostierbaren Sammelbeuteln: ein Beitrag zur Akzeptanz der Biogut-Sammlung? In: Müll und Abfall 3, S. 126-129.
- Scharff, C. (2010): Abfallwirtschaft in einer arbeitsteiligen Gesellschaft. In: Wagner, A. (Hg.): Abfallmoderne. Zu den Schmutzrändern der Kultur;. Abfallmoderne- ein Symposium zu den Schmutzrändern der Kultur. Karl-Franzens-Universität Graz, 4.-5. Juni 2008. Kongress Abfallmoderne; Institut für Kunstgeschichte; Institut für Architekturtheorie, Kunst- und Kulturwissenschaften; Kongress Abfallmoderne. Wien: Lit (Grazer Edition, 4), S. 63-80.

10. Quellenverzeichnis

- Schüle, J. A.; Reitze, S. (2012): Wissenschaftstheorie für Einsteiger. 3. Aufl. Wien, Stuttgart: Facultas.wuv; UTB (UTB Schlüsselkompetenzen Philosophie, 2351). Online verfügbar unter <http://www.utb-studi-e-book.de/9783838537030>.
- Sommerlatte, T. (2002): Angewandte Systemforschung. Ein interdisziplinärer Ansatz. Wiesbaden: Gabler Verlag. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-322-82389-2>.
- Tietjen, F. (2010): Die zweite Chance. Beobachtungen zum Recycling in Deutschland. In: Wagner, A. (Hg.): Abfallmoderne. Zu den Schmutzrändern der Kultur;. Abfallmoderne- ein Symposium zu den Schmutzrändern der Kultur. Karl-Franzens-Universität Graz, 4.-5. Juni 2008. Kongress Abfallmoderne; Institut für Kunstgeschichte; Institut für Architekturtheorie, Kunst- und Kulturwissenschaften; Kongress Abfallmoderne. Wien: Lit (Grazer Edition, 4), S. 113-122.
- Wagner, A. (Hg.) (2010): Abfallmoderne. Zu den Schmutzrändern der Kultur;. Abfallmoderne- ein Symposium zu den Schmutzrändern der Kultur. Karl-Franzens-Universität Graz, 4.-5. Juni 2008. Kongress Abfallmoderne; Institut für Kunstgeschichte; Institut für Architekturtheorie, Kunst- und Kulturwissenschaften; Kongress Abfallmoderne. Wien: Lit (Grazer Edition, 4).
- World Commission on Environment and Development (1987): Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. Online verfügbar unter www.un-documents.net/our-common-future.pdf, zuletzt geprüft am 25.01.2017.

10.2. Datengrundlagen

- Abfallwirtschaft Steiermark (2017): Günter Felsberger, A14 - Abfallwirtschaft und Nachhaltigkeit. Land Steiermark - Amt der Steiermärkischen Landesregierung, 8011 Graz Burgring. <http://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/beitrag/10168541/4373855/>
http://app.abfallwirtschaft.steiermark.at/awis_graph/ausgabe/tabelle.php?gr=3&jahr_von=2011&jahr_bis=2014&verband=99&hauptfraktion=4
- Dachverband AWW (2017): Dachverband der Steirischen Abfallwirtschaftsverbände. Feldkirchner Straße 96, 8055 Seiersberg-Pirka.
- Der Grazer (2017): Grazer Bio-Netze sacken Europa ein. Ausgabe vom 15.01.2017. S. 4-5.
- Kleine Zeitung (2016): Plastikflut im Biomüll- Titelseite. Artikel: "Plastiksackerln im Biomüll setzen Entsorgen zu", S. 18-19 Kleine Zeitung GmbH & Co KG. Gadollaplatz 1, 8010 Graz.
- Kompostierung Pongratz (2016): Landwirtschaftliche Kompostierung Pongratz. Dobl-Dorf 23, 8143 Dobl-Zwaring.
- Landesstatistik Steiermark (2017a): Gemeindedaten, Hart bei Graz. Land Steiermark - Amt der Steiermärkischen Landesregierung. www.statistik.steiermark.at/cms/dokumente/11680529_103033851/a83ea4aa/60617.pdf (letzter Zugriff 21.02.2017)

10. Quellenverzeichnis

Landesstatistik Steiermark (2017b): Gemeindedaten, Dobl-Zwaring. Land Steiermark - Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

www.statistik.steiermark.at/cms/dokumente/11680529_103033851/39ff4f4a/60660.pdf
(letzter Zugriff 21.02.2017)

Landesstatistik Steiermark (2017c): Gemeindedaten, Hitzendorf. Land Steiermark - Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

www.statistik.steiermark.at/cms/dokumente/11680529_103033851/05e4c2df/60665.pdf
(letzter Zugriff 21.02.2017)

Landesstatistik Steiermark (2014d): Gemeindedaten, Gratwein. Land Steiermark - Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

www.statistik.steiermark.at/cms/dokumente/11680529_103033851/ed6afbd1/60614.pdf
(letzter Zugriff 03.12.2014)

Landesstatistik Steiermark (2017e): Bezirksdaten, Graz-Umgebung. Land Steiermark – Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

www.statistik.steiermark.at/cms/dokumente/11680529_103033851/ddbb93c2/606.pdf
(letzter Zugriff 17.01.2017)

Landesstatistik Steiermark (2017f): Gemeindedaten, Graz-Umgebung. Land Steiermark – Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

<http://www.statistik.steiermark.at/cms/beitrag/12256479/103033851/>
(letzter Zugriff 17.01.2017)

Paar, T. (in Arbeit): Der Abschöpfungsgrad in der Bioabfallsammlung in Abhängigkeit von Siedlungstyp und Sammelsystem. Masterarbeit. Karl-Franzens-Universität Graz, Graz. Geographie und Raumforschung.

Stadtmagazin Deutschlandsberg (2016): Biomüll richtig entsorgen! Eine Information des Abfallwirtschaftsverbandes Deutschlandsberg. Ausgabe 5/2016. S.64.

www.deutschlandsberg.at/images/stories/buergerservice/Stadtmagazin/stadtmagazin_5_2016.pdf

Saubermacher (2016): Resümee der Biomüllumfrage in der Daheim App. Dezember 2016.

Saubermacher Dienstleistungs AG. Hans-Roth-Straße 1, 8073 Feldkirchen bei Graz.

10.3. Internetquellen

Abfallwirtschaftsverbände (2017): Land Steiermark - Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2017, <http://www.awv.steiermark.at/cms/ziel/152432/DE/> (letzter Zugriff 27.1.2017)

GIS-Steiermark (2017): Land Steiermark - Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2017, 8011 Graz, Burgring. <http://www.gis.steiermark.at/cms/beitrag/12157312/115194667/> (letzter Zugriff 05.02.2017)

10. Quellenverzeichnis

Maier & Fabris GmbH (2014): Detektions-System „DS 2010“. Maier & Fabris GmbH, Umwelttechnik. Lembergstr. 21, 72072 Tübingen, Germany. S.18. www.maier-fabris.de/images/Kurzbeschreibung11122014.pdf (letzter Zugriff 21.02.2017)

Petroplast (2017): Petroplast AG, Industriestrasse 148, 9015 St.Gallen, Schweiz. Telefon: +41 (0)71 544 14 00. Fax: +41 (0)71 544 14 11. <http://www.petroplast.ch/kehrrechtsaecke-recyclingsaecke-kompostbeutel/> (letzter Zugriff 20.02.2017)

10.4 Interviewte Personen

Schreyer, C. (2017): Geschäftsführer des Dachverbands der Steierischen Abfallwirtschaftsverbände. Mobil-Tel.: +43 664 466 24 35. E-Mail: dachverband@abfallwirtschaft.steiermark.at.

Anhang

Gemeinde: _____	
Wohnsituation:	<input type="checkbox"/> Einfamilienhaus <input type="checkbox"/> Mehrparteienhaus
Wo entsorgen Sie Ihren Biomüll?	<input type="checkbox"/> Biotonne <input type="checkbox"/> Eigener Komposthaufen
Worin sammeln Sie Ihren Biomüll?	<input type="checkbox"/> Eigener Kübel <input type="checkbox"/> Biologisch abbaubares Sackerl <input type="checkbox"/> Plastiksackerl <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____
Falsch eingeworfener Abfall im Biomüll wird später automatisch durch Maschinen entfernt:	<input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> Weiß ich nicht
Achten Sie darauf, keine unsachgemäßen Stoffe (Plastik- und Alufolie, Gummiringe, Blumendraht, ...) in die Biotonne zu werfen?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Meistens <input type="checkbox"/> Nein Begründung:
Werfen Sie nicht-kompostierbare Plastik(beutel) in die Biotonne?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Manchmal <input type="checkbox"/> Nein Begründung:
Wie zufrieden sind Sie mit der Abfallentsorgung in Ihrer Gemeinde?	sehr zufrieden <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 gar nicht zufrieden Begründung:
Wie wichtig ist Ihnen die Trennung von Biomüll und anderen Abfällen?	sehr wichtig <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 gar nicht wichtig Begründung:
Ärgern Sie sich, wenn Nachbarn oder Verwandte den Müll nicht korrekt trennen?	<input type="checkbox"/> Sehr <input type="checkbox"/> Manchmal <input type="checkbox"/> Nein
Manchmal habe ich Bioabfall, den ich aber nicht auf meinen Komposthaufen werfen möchte:	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ich habe keinen Komposthaufen
Es ist erlaubt, Bioabfälle die für den Komposthaufen nicht geeignet sind, zum Restmüll zu geben:	<input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> Weiß ich nicht
Zum Restmüll kann ich grundsätzlich alles werfen, was in keine der anderen Tonnen (Papier, Kunststoff, Bio, Glas, Metall) passt:	<input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> Weiß ich nicht
Verpackte Lebensmittel können zum Restmüll geworfen werden:	<input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> Weiß ich nicht
Diese Umfrage ist zu 100% anonym und wird im Auftrag des Dachverbands der Steirischen Abfallwirtschaftsverbände durchgeführt.	
 	

Abbildung 83: Der Fragebogen zur Personenbefragung im Bezirk Graz-Umgebung 2016. (Eigene Darstellung)

	Siedlungsstruktur (G1 - G6)	Behältergröße (in Liter)	Füllgrad (in %)	Verunreinigung (1-5)	sonstiges
229	6	120	10	1	Feuerwehr
230	6	240	100	2	+ 1 Extra Kibel
231	4	120	50	1	
232	4	120	10	1	
233	5	240	70	1	
234	5	120	10	1	
235	5	120	40	1	
236	5	120	20	1	
237	4	120	10	1	
238	4	120	100	2	
239	4	240	70	1	
240	4	240	20	1	
241		120	10	1	
242		120	30	1	
243		120	20	1	
244		120	10	1	
245		120	40	1	
246		120	40	1	
247		120	100	1	
248	5	120	100	2	
249	5	120	50	1	

Abbildung 84: Ausgefüllter Erhebungsbogen der Untersuchungen zur Bioabfallqualität. (Eigene Darstellung)

G1-G6	Größe	Füll%	Verunreinigung	sonst.
3	120	90	2	
1	120	20	2	
3	240	20	3	
5	120	100	3	
4	120	90	1	
4	120	70	1	
4	120	100	1	
4	120	100	1	
4	120	100	1	
4	120	50	1	
4	120	100	1	

Abbildung 85: Wasserfeste Variante eines ausgefüllten Erhebungsbogens der Untersuchungen zur Bioabfallqualität. (Eigene Darstellung)