

Der Grüngutscanner in der kommunalen Grüngutsammlung

Evaluation und Einwohnerbefragung in ausgewählten Schweizer Gemeinden

Bachelorthesis 2021

Auftraggeberschaft: Biomasse Suisse, Andreas Utiger
Autor: Philipp Uhlmann
Dozent: Dr. Petar Mandaliev, FHNW
Studiengang: Energie- und Umwelttechnik
Ort, Datum: Wohlenschwil, 20.08.2021

Management Summary

Ausgangslage

Bisher ist wenig Wissen darüber vorhanden, wie der Grüngutscanner und allfällige Massnahmen von der Bevölkerung aufgenommen werden. Die Umfrageresultate aus dem Vorprojekt zu dieser Arbeit «*Evaluation des Grüngutscanners als Teil der kommunalen Grüngutsammlung im Kanton Zug*» [1] zeigen jedoch, dass eine Mehrheit der über 90 Befragten gegenüber dem Detektionssystem und einem Annahmestopp von Containern mit zu hohem Fremdstoffgehalt eher positiv eingestellt sind.

Nun stellen sich die Fragen, ob der Scanner von der gesamten Schweizer Bevölkerung akzeptiert wird und was er gesamtschweizerisch zur Fremdstoffreduktion im Grüngut beitragen kann.

Ziele

Durch eine Umfrage in zehn Gemeinden in der Deutschschweiz und der Romandie, sollte die Meinung der Bevölkerung zum Grüngutscanner und den Begleitmassnahmen evaluiert werden, um daraus abzuleiten, wie der Scanner am besten eingesetzt werden soll, ohne dass die gesammelte Grüngutmenge signifikant zurückgeht. Zudem wurde der Status Quo des Scanners in der kommunalen Grüngutsammlung untersucht und mögliche Chancen und Grenzen für den Einsatz des Scanners im schweizerischen Gemeindestand diskutiert, um weitere Empfehlungen für die Zukunft des Scanners daraus abzuleiten.

Vorgehen

Für die Umfrage wurde ein Online-Fragebogen mit Google Forms erstellt, der in allen Gemeinden eingesetzt werden kann. Sämtliche Formularantworten einer Sprachregion werden somit jeweils in einer Datei zusammengefasst, was die Auswertung erheblich vereinfacht. Die Auswahl der Gemeinden erfolgte in Absprache mit der Auftraggeberschaft nach vier Kriterien. Gemeinden, die sich im Vorfeld für den Grüngutscanner interessierten, wurden bei der Auswahl bevorzugt.

Für die Evaluation des Scanners wurde zuerst der aktuelle Stand der kommunalen Separatsammlung in der Schweiz ermittelt und dann mit den Eigenschaften des Grüngutscanners verglichen.

Erkenntnisse

Fast keine Gemeinden hatten Interesse bei der Umfrage mitzumachen. Schlussendlich konnte die Umfrage in den drei Zürcher Gemeinden Turbenthal, Dübendorf und Kloten mit N=162 Teilnehmer*innen durchgeführt werden. Die Resultate besitzen aufgrund der guten Übereinstimmungen mit den Umfrageresultate aus dem Vorprojekt trotzdem eine gewisse Aussagekraft für die Deutschschweiz.

Die wichtigsten Erkenntnisse aus der Umfrage lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Der Grüngutscanner und der Annahmestopp werden von einer Mehrheit befürwortet.
- Beim Bonus-Malus-System ist die Datenlage nicht so klar. Viele Teilnehmer scheinen dem Bonus-Malus-System gegenüber etwas misstrauisch zu sein.
- Eine klare Mehrheit ist von der Wirksamkeit des Scanners als Sensibilisierungsmassnahme überzeugt.
- Die Angst vor steigenden Entsorgungskosten und ungerechtfertigten Sanktionen, sind die Hauptgründe, weswegen der Scanner abgelehnt wurde.
- Die meisten Teilnehmer schätzen ihr Trennverhalten als vorbildlich ein. Fehlwürfe scheinen aus Versehen zu passieren, auch wenn sie bei einer Person sehr häufig vorkommen.
- Ob eine Rückmeldung von einer Mehrheit der Einwohner*innen gewünscht wird, ist nicht auszuschliessen, die Zustimmung ist aber eher gering.
- Am häufigsten wurde die Rückmeldung per E-Mail gewünscht, gefolgt von der Handy-App.
- Die Bereitschaft das eigene Verhalten aufgrund der Rückmeldung anzupassen ist ebenfalls bei einer grossen Mehrheit gegeben, und auch bei den restlichen Teilnehmern gibt es keine Anzeichen für trotzhafes Handeln.
- Gemeinschaftscontainer haben einen Anteil von über zwei Drittel.
- Abschliessbare Gemeinschaftscontainer werden sehr gut akzeptiert, wenn alle Nutzungsberechtigten einen eigenen Schlüssel oder Zugangscode erhalten. Ohne eigenen Schlüssel ist mit einem drastischen Rückgang der Sammelmenge zu rechnen.
- Die meisten Befragten (rund 89%) kannten die Fremdstoffproblematik bereits, jedoch war die Tragweite des Problems etwa einem Viertel davon nicht bekannt.

Die Evaluation des Scanners im Hinblick auf den aktuellen Projektstand und der Situation in den Schweizer Gemeinden führte zu den folgenden Erkenntnissen:

Durch die weite Verbreitung des Hol-Systems, kann der Grüngutscanner in mehr als der Hälfte der Schweizer Gemeinden prinzipiell zum Einsatz kommen. Dabei kommen als Kunden vor allem grosse Gemeinden und Abfallverbände in Frage, da diese am meisten vom Scanner profitieren können und über ein ausreichendes Budget verfügen. Erschwert wird der Einsatz des Scanners durch die Vielfältigkeit in den Separatsammlungen der Gemeinden.

Kunststoffe sind in mehrfacher Hinsicht die problematischsten Fremdstoffe. Deshalb ist es ein grosser Vorteil des Scanners, dass er normalen Plastik von Bio-Plastik unterscheiden kann, was für das menschliche Auge kaum möglich ist.

Beim Grüngutscanner handelt es sich um ein Kontrollinstrument zum Informationsgewinn. Um den Fremdstoffgehalt im Sammelgut senken zu können, muss er zusammen mit weiteren Massnahmen kombiniert werden. Aus Kundensicht sind griffige Massnahmen erwünscht, deren Resultate vorhersehbar sind. Wichtig ist auch, dass die bestehenden «Schlupflöcher» im System geschlossen werden. Positiv ist hier das Ident-System zu erwähnen, wie es seit Sommer 2021 im Kanton Zug im Einsatz ist. Damit lassen sich nun auch Container an Containerstellplätzen ihren Besitzern zuordnen. Eine Lücke besteht weiterhin bei Gemeinschaftscontainer,

wo die Fehlwürfe nicht bis zum Verursacher zurückverfolgt werden können. Abschliessbare Gemeinschaftscontainer erhöhen zwar den Druck auf die Verursacher, ob diese Massnahme aber ausreicht, ist noch ungewiss. Griffige, vom Kunden einfach nachvollziehbare Massnahmen und technische Lösungen, sind auch hier wünschenswert, nicht zuletzt, weil sie als Verkaufsargumente zum Erfolg des Scanners massgeblich beitragen können. Denn zur Weiterentwicklung des Systems werden bald neue Kunden benötigt. Dies zeigt die Position von Contena Ochsner, die eine allfällige Datenspeicherung in der Schweiz vom Zugewinn neuer Kunden abhängig macht.

Aus Konsumentensicht erscheint das aktuelle Kostenmodell mit Einzelpreisen zum Scan nicht besonders attraktiv und verleitet dazu, aus Kostengründen, die Anzahl Scans zu reduzieren.

Empfehlungen

Auf Basis dieser Erkenntnisse lassen sich folgende Empfehlungen ableiten:

- Die Umfrage sollte durch den Auftraggeber zum Gewinn zuverlässigerer und schweizweit gültigen Daten weitergeführt werden.
- Beim Einsatz abschliessbarer Gemeinschaftscontainer, müssen unbedingt alle Nutzungsberechtigten einen eigenen Schlüssel oder ähnliches erhalten.
- Bei Kampagnen zur Fremdstoffproblematik sollte vermehrt auf die Tragweite des Problems aufmerksam gemacht werden.
- Ein Bonus-Malus-System soll von den Gemeinden bereits vor der Bekanntmachung gut durchdacht werden. Falls sich durch die Einführung eines Bonus-Malus-Systems Kostenvorteile für Konsumenten mit gutem Trennverhalten ergeben, sollte dies bei einer Bekanntmachung unbedingt kommuniziert werden.
- Damit der Scanner als Sensibilisierungsmassnahme wirksam ist, müssen bereits vor der Einführung des Scanners möglichst viele Einwohner informiert werden.
- Weiterhin sollen die Empfehlungen des BAFU und von Biomasse Suisse befolgt werden.
- Als griffige Massnahme bei Gemeinschaftscontainern, sollte geprüft werden, ob Problemcontainer mit einem elektronischem Schliesssystem mit individuellem Zugang und Zugangsdatenspeicherung, zwecks Verursacheridentifikation, ausgestattet werden können.
- Das derzeitige Kostenmodell für die Scans sollte überdacht und gegebenenfalls ersetzt werden, bspw. durch ein gestaffeltes, pauschales Kostenmodell ersetzt werden.

Inhaltsverzeichnis

Management Summary.....	3
Ausgangslage	3
Ziele.....	3
Vorgehen	3
Erkenntnisse	3
Empfehlungen.....	5
1 Ausgangslage.....	7
1.1 Ziele.....	7
1.2 Vorgehen	8
2 Biogene Abfälle in der Schweiz	9
2.1 Gesetzliche Vorgaben und Grenzwerte.....	9
2.2 Gemeindetypologie der Schweiz	11
2.3 Organisation der Grüngutsammlung in der Schweiz.....	15
2.4 Fremdstoffproblematik in der kommunalen Separatsammlung	21
2.4.1 Fremdstoffarten	21
2.4.2 Fremdstoffquellen.....	23
2.4.3 Empfehlungen zur Fremdstoffreduktion gemäss BAFU und Biomasse Suisse ..	24
3 Der Grüngut-Scanner	25
4 Umfrage	30
5 Diskussion	45
6 Zusammenfassung	53
7 Verzeichnisse	55
7.1 Literaturverzeichnis	55
7.2 Abbildungsverzeichnis	56
7.3 Tabellenverzeichnis	57
8 Anhang	58

1 Ausgangslage

Fremdstoffe im Grüngut behindern zusehends die Verwertung biogener Abfälle in der Schweiz. Langfristig gesehen, könnte der Anstieg der Fremdstoffbelastung sogar deren Separatsammlung gefährden. Viele Fremdstoffe stammen aus der kommunalen Grüngutsammlung. In den letzten Jahren wurde deshalb nach neuen Ansätzen zur Fremdstoffreduktion geforscht. Dabei liegt der Fokus nicht auf der nachträglichen Entfernung der Fremdstoffe bei der Grüngutverwertung, sondern auf Methoden den Eintrag von Fremdstoffen an der Quelle zu verhindern.

Beim sogenannten Grüngutscanner handelt es sich um ein derartiges Produkt. Die innovative Technologie dieses Detektionssystems ermöglicht es, Grüngut noch während der Sammlung zu scannen, sodass die Quelle des Fremdstoffeintrags containergenau zurückverfolgt werden kann. Trotz gewisser system- und technologiebedingter Einschränkungen, erlaubt es der Grüngutscanners gezielt Massnahmen zur Fremdstoffreduktion zu treffen und die Verursacher mit dem Ergebnis zu konfrontieren. Das Detektionssystem steht allen Schweizer Gemeinden zu Testzwecken zur Verfügung. Im Kanton Zug ist das System bereits seit März 2020 im Einsatz. Seit Juli 2021 wurde das System in Kanton Zug durch ein Ident-System ergänzt, welches die Identifikation des Containerbesitzers vereinfacht. Der Grüngutscanner wurde von der österreichischen Firma Saubermacher in Zusammenarbeit mit Biomasse Suisse und Contena-Ochsner entwickelt. Die Tests und die Markteinführung werden von Biomasse Suisse begleitet. [2]

Bisher ist wenig Wissen darüber vorhanden, wie der Grüngutscanner und allfällige Massnahmen von der Bevölkerung aufgenommen werden. Im Vorprojekt [1] zu dieser Arbeit wurde der Einsatz des Scanners im Kanton Zug untersucht. Die Umfrageresultate aus dem Vorprojekt «*Evaluation des Grüngutscanners als Teil der kommunalen Grüngutsammlung im Kanton Zug*» zeigen jedoch, dass eine Mehrheit, der über 90 Befragten gegenüber dem Detektionssystem und einem Annahmestopp von Containern mit zu hohem Fremdstoffgehalt eher positiv eingestellt sind [1].

Es stellen sich also die Fragen, ob der Scanner von der gesamten Schweizer Bevölkerung akzeptiert wird und was er gesamtschweizerisch zur Fremdstoffreduktion im Grüngut beitragen kann.

1.1 Ziele

Ziel der Arbeit war es, mittels einer Umfrage in zehn Schweizer Gemeinden herauszufinden, wie der Grüngutscanner und damit verbundene Massnahmen zur Fremdstoffreduktion von der Schweizer Bevölkerung aufgenommen werden, um daraus abzuleiten, wie der Scanner in Verbindung mit anderen Massnahmen optimal eingesetzt werden kann, sodass möglichst wenig negative Effekte (wie z.B. eine relevante Reduktion der separat gesammelten Grüngutmenge) auftreten. Zudem wurde im Zuge der Untersuchung der Status Quo des Scanners in der kommunalen Grüngutsammlung evaluiert und beurteilt, und mögliche Chancen und Grenzen für den Einsatz des Scanners im schweizerischen Gemeindestand diskutiert. Daraus sollten Empfehlungen bzw. Handlungsanweisungen für den Einsatz des Detektionssystems formuliert werden.

1.2 Vorgehen

In der Arbeit wurde die Methode des Literatur Review verwendet, um den aktuellen Stand der kommunalen Separatsammlung biogener Abfälle in der Schweiz kritisch aufzuarbeiten. Um ein möglichst ganzheitliches Bild zu schaffen, wurden dabei verschiedene Aspekte wie Gesetzgebung, Gemeindestruktur, Organisation der Separatsammlung in den Gemeinden und die Fremdstoffproblematik berücksichtigt. Anschliessend wurden die aktuellen Daten zum Grüngutscanner zusammengetragen und später in der Diskussion im Kontext der Separatsammlung analysiert.

Die Akzeptanz der Schweizer Bevölkerung für das neue Detektionssystem und die möglichen Informations- und Sanktionsmassnahmen, sollte mit einer gezielten Umfrage in zehn ausgewählten Gemeinden in der Deutschschweiz und der Romandie realisiert werden. Dazu wurden zuerst in Absprache mit der Auftraggeberschaft die folgenden vier Kriterien zur Auswahl der Gemeinden festgelegt:

1.) Geografische Verteilung

Die zehn Gemeinden sollten möglichst regelmässig über die Deutschschweiz und die Romandie verteilt sein. Bei der Verteilung soll aber auch die Bevölkerungsdichte berücksichtigt werden.

2.) Bevölkerungsstruktur

Es sollen sowohl städtische als auch ländliche Gemeinden ausgewählt werden.

3.) Kommunale Grüngutsammlung

Die Grüngutsammlung soll in einem Hol-System oder aber mindestens in einem kombinierten Bring- und Hol-System organisiert sein.

4.) Interesse

Gemeinden die bereits Interesse am Detektionssystem angemeldet haben, sollen bei der Auswahl bevorzugt werden.

Kriterium 4 «Interesse», bezieht sich auf eine Liste von Contena-Ochsner mit Gemeinden, die im Vorfeld als potenzielle Kandidaten für die Durchführung der Umfrage galten.

Als Vorlagen für den Fragebogen, diente die Umfrage aus dem Vorprojekt und ein von Biomasse Suisse entworfener Fragekatalog. Dieser wurde in Zusammenarbeit mit der angehenden Psychologin Simone Rieder der Firma Ryttec überarbeitet und angepasst, um die Verständlichkeit der Fragestellungen zu gewährleisten und ungewollte Reaktionen der Teilnehmer*innen zu vermeiden. Die Umfrage wurde anonym durchgeführt, weder Name noch Adresse oder genaue Altersangaben wurden erfasst.

Um die Umsetzung und Auswertung zu vereinfachen, wurde der Fragebogen mit Google Forms erstellt und ist ausschliesslich online verfügbar. Der Online-Fragebogen war über QR-Code und eine gekürzte URL erreichbar. Durch welche Medien der Fragebogen den Einwohnern zugänglich gemacht wurde, war von der jeweiligen Gemeinde abhängig und wurde in Zusammenarbeit mit der Gemeinde

entschieden. Neben digitalen Kanälen, wie Publikationen auf Websites, Social-Media oder über E-Mail, wurden den Gemeinden auch Printmedien vorgeschlagen. Welche Kanäle zum Einsatz kamen, ist in Abschnitt 4 «Umfrage» auf Seite 30 ersichtlich.

Der Fragebogen wurde so konzipiert, dass er in allen gleichsprachigen Gemeinden angewendet werden kann. Je nach Wohnort, den die Befragten angeben müssen, werden die Befragten auf einen gemeindespezifischen Teil weitergeleitet. Dieser Teil ermöglicht es den Gemeinden, teilnehmende Einwohner*innen direkt anzusprechen und über die Separatsammlung in der Gemeinde zu informieren. Zudem enthält er Informationen zur Fremdstoffproblematik im Schweizer Grüngut und zum Grüngutscanner. Damit dient er gleichzeitig auch der Sensibilisierung.

2 Biogene Abfälle in der Schweiz

In der Schweiz wurden 2019 über 1.4 Mio. Tonnen biogene Abfälle separat gesammelt. Gegenüber den Vorjahren entspricht das einer Zunahme von rund 100'000 Tonnen. Nicht inbegriffen sind dabei die Abfälle, die im Haus- und Quartierkompost landen. [3]

Rund die Hälfte (53%) davon, stammt dabei aus der Separatsammlungen der Gemeinden [4]. Ob sich dieses Verhältnis inzwischen verändert hat, ist nicht bekannt. Regional hängt die Menge der verwerteten biogenen Abfälle hauptsächlich von der Bevölkerungsstruktur ab. So ist bekannt, dass auf dem Land überdurchschnittlich viele Abfälle ausserhalb der kommunalen Separatsammlung verwertet werden. [4]

Wie eine Analyse der Kehrlichzusammensetzung des BAFU im Jahr 2012 zeigt, werden grosse Mengen biogener Abfälle über die Kehrlichsammlung entsorgt. Tatsächlich bilden die biogenen Abfälle mit 32.2 % die mit Abstand grösste Abfallfraktion [5]. Im Jahr 2019 wurden fast 2.6 Mio. Tonnen Siedlungsabfälle und damit wahrscheinlich rund 920'000 Tonnen biogene Abfälle in der KVA verbrannt [3].

Die separat gesammelten biogenen Abfälle werden in zentralen Anlagen kompostiert oder vergärt, wobei Kompostierbetriebe zahlenmässig dominieren. Dadurch entstehen Biogas und hochwertige Recyclingdünger, die in der Landwirtschaft als Dünger und Bodenverbesserer eingesetzt werden. Somit sind biogene Abfälle eine wichtige Rohstoffquelle im Sinne der Kreislaufwirtschaft, wie es die schweizerische Gesetzgebung in der totalrevidierten Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA, SR 814.600) von 2015, vorsieht. [4], [6]

Die Verwertung biogener Abfälle stellt ausserdem ein leistungsfähiger Wirtschaftszweig dar. Mehr als die Hälfte (55%) der Gesamtmenge der verwerteten biogenen Abfälle in der Schweiz, werden in grossen Anlagen mit einer jährlichen Kapazität von mindestens 100 Tonnen verwertet. Ausserdem lässt sich ein Trend von kleinen hin zu verhältnismässig grossen Anlagen feststellen. [4]

2.1 Gesetzliche Vorgaben und Grenzwerte

Gestützt auf das Umweltschutzgesetz USG, SR 814.01 vom 7. Oktober 1985, beschloss der Bundesrat am 4. Dezember 2015, die neue *Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen* (VVEA, SR 816.400), die am

1. Januar 2016 in Kraft trat. Die VVEA löste die bisherige *Technische Verordnung über Abfälle* (TVA, SR 814.600) vom 10. Dezember 1990 ab. Neben den Zielen Lebewesen und Natur vor *schädlichen oder lästigen Einwirkungen* durch Abfälle zu schützen und Belastungen durch Abfälle vorsorglich zu begrenzen, die bereits in der TVA (SR 814.600, Kap. 1 Art. 1 Buchstabe a bis b) festgehalten wurden, fordert die VVEA zusätzlich «*eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Rohstoffe durch die umweltverträgliche Verwertung von Abfällen*» (VVEA, SR 816.400, Kap. 1, Art. 1, Buchstabe c). Daran lässt sich bereits erkennen, dass die Vermeidung und die stoffliche Verwertung von Abfällen in der VVEA einen deutlich höheren Stellenwert hat als zuvor in der TVA, was in Kapitel 2 und 3 der VVEA nochmals verdeutlicht wird. So verlangt Art. 11 Abs. 1 beispielsweise, dass das BAFU und die Kantone mittels geeigneter Massnahmen die Vermeidung von Abfällen fördern und Art. 12 Abs. 1, dass Abfälle stofflich oder energetisch zu verwerten sind, sofern die Umwelt dadurch weniger belastet wird, als durch eine andere Entsorgung und die Herstellung neuer Produkte oder die Beschaffung anderer Brennstoffe. Die VVEA vollzieht somit auf Ebene der Verordnung den Wandel von einer linearen Abfallwirtschaft, hin zu einer Kreislaufwirtschaft. [7], [8]

Eine weitere Neuerung der VVEA ist die Einführung des Begriffs *Biogene Abfälle*, der den bis anhin in der TVA gebrauchte Begriff *Kompostierbare Abfälle* ersetzt und ergänzt. Der breiter gefasste Begriff *Biogene Abfälle* trägt dabei insbesondere den Vergärungsverfahren Rechnung, die sich seit einigen Jahren zunehmender Beliebtheit erfreuen. Die VVEA definiert Biogene Abfälle als «*Abfälle pflanzlicher, tierischer oder mikrobieller Herkunft*». [7], [8]

Ganz allgemein lässt sich sagen, dass die VVEA den biogenen Abfällen grössere Beachtung schenkt als die TVA. So ist im Art. 14 Abs. 1 der VVEA festgehalten, dass Biogene Abfälle rein stofflich oder durch vergären verwertet werden müssen, sofern sie separat gesammelt werden und sich dafür eignen. Zudem gelten gemäss Art. 34 Abs. 1 für grosse Kompostier- und Vergärungsanlagen, die jährlich mehr als 100 Tonnen Abfälle annehmen, weitere Einschränkungen für das verwertete Ausgangsmaterial. So muss es sich gemäss Art. 5 der Dünger-Verordnung (DüV, SR 916.171, 10. Januar 2010) für das angewandte Verfahren und zur Verwertung als Dünger eignen. Das Ausgangsmaterial darf das Endprodukt nicht nachteilig beeinflussen. Insbesondere die Nähr- und Schadstoffgehalte des Ausgangsmaterials sind hierbei ausschlaggebend. Ist eine stoffliche Verwertung oder Vergärung nicht möglich, so müssen diese Abfälle gemäss Art. 14 Abs. 2 der VVEA so weit wie «*möglich und sinnvoll*», unter Nutzung des Energiegehalts, energetisch verwertet werden. [7]

Für die Produkte aus Kompostierung und Vergärung sind insbesondere neben den Vorgaben der DüV, auch die Bestimmungen der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung vom 18. Mai 2005 (ChemRRV, SR 814.81) relevant, da Kompost und Gärgut nur in Umlauf gebracht werden dürfen, wenn sie die Qualitätsanforderungen nach Anhang 2.6 der ChemRRV erfüllen. Neben Grenzwerten für Schadstoffe werden im Anhang 2.6 der ChemRRV auch Höchstwerte für inerte Fremdstoffe festgelegt. Es gilt ein Höchstwert von 0.1 % des Gewichts der Trockensubstanz für Alufolie und Kunststoffe bzw. 0.4 % für Fremdstoffe wie Metall, Glas, Altpapier, Karton usw. Für Steine über 5 mm wird indes kein konkreter Grenzwert festgelegt, der Gehalt sollte aber möglichst tief sein, sodass die Qualität nicht beeinträchtigt wird. [9], [10]

Bezüglich der Finanzierung der kommunalen Grüngutabfuhr lässt sich festhalten, dass das Verursacherprinzip als Grundregel des schweizerischen Umweltschutzes anzuwenden ist. Das bedeutet im vorliegenden Fall, dass die Kosten für die Entsorgung der Grünabfälle oder einer allfälligen Umweltschädigung nicht von der Allgemeinheit, sondern vom Verursacher getragen werden sollte. [11]

2.2 Gemeindetypologie der Schweiz

Um statistisch verlässliche Aussagen über die Gesamtheit der Schweizer Gemeinden machen zu können, müssen die Gemeinden für die Untersuchung so ausgewählt werden, dass die Stichprobe die Gesamtheit möglichst gut abbildet. Voraussetzung dafür ist eine Kategorisierung bzw. Typologisierung der Schweizer Gemeinden, wie sie das Bundesamt für Statistik (BFS) bereits in den 1980er-Jahren entwickelte. Mit dieser Gemeindetypologie liessen sich alle Schweizer Gemeinden in 9 bzw. 22 Gemeindetypen einteilen. Die Gemeindetypologie wurde jeweils nach den Volkszählungen von 1990 und 2000 leicht angepasst und aktualisiert. Im Jahr 2012 folgte dann eine Revision der Gemeindetypologie, um den starken Veränderungen der räumlichen Strukturen der letzten Jahrzehnte gerecht zu werden. Die *Gemeindetypologie 2012* ersetzte die bis anhin gültige *Gemeindetypologie 2000*. [12]

Da in einigen der hier zitierten Studien noch die Kategorisierung nach der Gemeindetypologie 2000 verwendet wurde, werden die in den Studien verwendeten 11 Gemeindetypen gemäss den Angaben der *Erhebung der Kehrichtzusammensetzung 2012* [5] in Tabelle 1 kurz erläutert.

Tabelle 1: Gemeindeklassifikation nach Gemeindetypisierung 2000 (gekürzt), Quelle: mit Angaben aus der Erhebung der Kehrichtzusammensetzung 2012 (BAFU 2014) [5].

Gemeindetyp	Charakterisierung nach Klassifikation 2000 (gekürzt)	Typol.-Nr. nach BFS*
1. Grosszentren	Hauptstadt einer MS-Region und Kernstadt einer Agglomeration mit über 300 000 Einw.	1
2. Mittel- und Kleinzentren	Hauptort einer MS-Region und Kernstadt/Gemeinde mit über 14 000 Einw. oder Gemeinde mit über 14 000 Einw.	2/3
3. Einkommensstarke Gemeinden	Direkte Bundessteuer pro Kopf mehr als CHF 1000.–	5
4. Arbeitsplatz-gemeinden	Arbeitsplatzgemeinden metropolitaner und nichtmetropolitaner Regionen Verhältnis zwischen Arbeitsplätzen und Erwerbstätigen 75–100%	9/12
5. Suburbane Gemeinden	Suburbane Gemeinden metropolitaner und nichtmetropolitaner Regionen Mehrfamilienhausanteil 40,5–50%	10/13
6. Periurbane Gemeinden	Periurbane Gemeinden metropolitaner und nichtmetropolitaner Regionen in einem Agglomerationsgürtel liegend	11/14
7. Nichtstädtische Wegpendlergemeinden	Wegpendlergemeinden mit hoher und geringer Zuwanderung Wegpendleranteil 67,5–70,5%	15/16
8. Touristische Gemeinden	Touristische und semitouristische Gemeinden mit 30–180 Logiernächten pro Einwohner und Jahr	6/7

9. Industrielle und tertiäre Gemeinden	Industrielle und industrielltertiäre Gemeinden (Peripheriezentren und Gemeinden mit Heimen und Institutionen) mit weniger als 9% der Erwerbstätigen im primären Sektor und 26–38% im sekundären Sektor	17/18 (4,8)
10. Semiagrарische Gemeinden	Agrar-industrielle und agrartertiäre Gemeinden mit 9–23,5% der Erwerbstätigen im Primärsektor	19/20
11. Agrарische Gemeinden	Agrарische Gemeinden und Gemeinden mit starkem Bevölkerungsrückgang mit mehr als 23,5% der Erwerbstätigen im Primärsektor, Bevölkerungsrückgang 1970–2000: 40%, mehr als 28% Betagte	21/22

Gemeindetypologie 2012 gemäss BFS

Die Einteilung der Gemeinden erfolgt bei der neuen Gemeindetypologie 2012 über einen dreistufigen Entscheidungsbaum. Die erste Stufe teilt die Gemeinden in die drei Hauptkategorien «städtischer Kernraum» (städtische Gemeinden), «Einflussgebiet städtischer Kerne» (periurbane Gemeinden) und «Gebiete ausserhalb des Einflusses städtischer Kerne» (ländliche Gemeinden) ein. Auf der zweiten Stufe erfolgt die «Unterscheidung nach Dichte, Grösse und Erreichbarkeit». Die Einteilung nach den ersten zwei Stufen entspricht der *Gemeindetypologie mit 9 Kategorien*. Die dritte und letzte Stufe teilt die Gemeinden nach sozioökonomischen Kriterien in insgesamt 25 Kategorien ein, was der *Gemeindetypologie 2012 mit 25 Kategorien* entspricht. [12]

Die feine Gliederung in 25 Kategorien eignet sich nur für Untersuchungen mit verhältnismässig grossem Stichprobenumfang, weshalb im Weiteren nur auf die kleine *Gemeindetypologie mit 9 Kategorien* (Tabelle 2) eingegangen wird, die sich im vorliegenden Fall wesentlich besser für die Auswahl von Gemeinden eignet.

Tabelle 2: Gemeindetypologie 2012 mit 9 Kategorien. Quelle: mit Angaben aus der Gemeindetypologie 2012 (BFS 2017) [12].

Gemeindetyp	Charakterisierung nach Gemeindetypologie 2012 mit 9 Kategorien	
1. Städtische Gemeinde einer grossen Agglomeration (11)	Gemeinde einer Agglomeration mit $\geq 250\ 000$ Einwohner/innen	Kerngemeinde gemäss RSC
2. Städtische Gemeinde einer mittelgrossen Agglomeration (12)	Gemeinde einer Agglomeration mit 50 000 bis 249 999 Einwohner/innen	
3. Städtische Gemeinde einer kleinen oder ausserhalb einer Agglomeration (13)	Gemeinde einer Agglomeration mit $< 50\ 000$ Einwohner/innen oder Kerngemeinde ausserhalb Agglomerationen gemäss RSC	
4. Periurbane Gemeinde hoher Dichte (21)	Minstdichte 500 EBL/km ² , Mindestgrösse 6 000 EBL (Rasterverfahren)	Agglomerationsgürtelgemeinde oder mehrfach orientierte Gemeinde gemäss RSC
5. Periurbane Gemeinde mittlerer Dichte (22)	Minstdichte 200 EBL/km ² , Mindestgrösse 2 000 EBL (Rasterverfahren) und nicht bereits Typ 21	

6. Periurbane Gemeinde geringer Dichte (23)	Restliche Gemeinden	Ländliche Gemeinde ohne städtischen Charakter gemäss RSC
7. Ländliche Zentrumsgemeinde (31)	Minstdichte 500 EBL/km ² , Mindestgrösse 3 000 EBL (Rasterverfahren) und Pendler innerhalb des Zentrums $\geq 0,35$	
8. Ländliche zentral gelegene Gemeinde (32)	Indexwert der Erreichbarkeit $\geq 180\ 000$ und nicht bereits Typ 31	
9. Ländliche periphere Gemeinde (33)	Indexwert der Erreichbarkeit $< 180\ 000$ und nicht bereits Typ 31	

RSC: Raum mit städtischem Charakter 2012

EBL: Summe aus Einwohner/innen, Beschäftigten und Äquivalenten für Logiernächte

VZÄ: Beschäftigte in Vollzeitäquivalenten

BEV: ständige Wohnbevölkerung am Jahresende

Die Kriterien zur Unterteilung in die drei oben erwähnten Hauptkategorien «städtisch», «periurban» und «ländlich», basieren auf der Definition für *Raum mit städtischem Charakter 2012* (kurz RSC), die im gleichnamigen Erläuterungsbericht des BSF von 2014 genau beschrieben wird. [12]

Eine kurze Beschreibung der Hauptkategorien, die aus der *Gemeindetypologie 2012* [12] übernommen wurde, findet sich in Tabelle 3.

Zu den drei Hauptkategorien ist zu bemerken, dass diese Begriffe nicht mit den Kategorien der *Stadt/Land-Typologie 2012* übereinstimmen. In der *Stadt/Land-Typologie 2012* teilt das BFS die neun Gemeindetypen in die Kategorien «städtisch», «intermediär» und «ländlich» ein. Dabei fallen «ländlichen Zentrumsgemeinden» in die Kategorie «intermediär», wohingegen «periurbane Gemeinden geringer Dichte» zur Kategorie «ländlich» gezählt werden. [12]

*Tabelle 3: Erläuterung zu den Hauptkategorien der Gemeindetypologie 2012.
Quelle: Übernommen aus der Gemeindetypologie 2012 (BFS 2017) [12].*

Hauptkategorien *Raum mit städtischem Charakter 2012* (RSC) als Grundlage für die Gemeindetypologie

Kategorien

Der **städtische Kernraum** umfasst die Kernstädte und Kerngemeinden der Agglomerationen sowie die Kerngemeinden ausserhalb der Agglomerationen. Der städtische Kernraum erfüllt bestimmte Dichte- und Grössekriterien hinsichtlich Einwohner/innen, Arbeitsplätzen und Äquivalenten für Logiernächte.

Das **Einflussgebiet städtischer Kerne** umfasst die Agglomerationsgürtelgemeinden und die mehrfach orientierten Gemeinden und weist ein bestimmtes Mass an Pendlerbewegungen mit dem städtischen Kernraum auf.

Die **Gebiete ausserhalb des Einflusses städtischer Kerne** umfassen die ländlichen Gemeinden ohne städtischen Charakter. Diese sind durch geringe Pendlerbewegungen in Richtung des städtischen Kernraums charakterisiert.

Mit den jüngsten verfügbaren statistischen Daten des BFS von 2017 wurden die damals 2255 politischen Gemeinden der Schweiz auf die neun Kategorien verteilt (Abbildung 1). Dabei zeigt sich, dass periurbane Gemeinden mit einem Anteil von 44.3% am häufigsten sind. An zweiter Stelle folgen die ländlichen Gemeinden mit 34.1%. Die städtischen Gemeinden sind mit 21.6% am wenigsten vertreten. [13]

Seit 2017 hat sich die Anzahl Gemeinden verringert. Aktuell sind es noch 2172 Gemeinden (Stand 1. Januar 2021). Ob sich der Anteil der Gemeindetypen dadurch stark verändert hat, ist nicht bekannt.

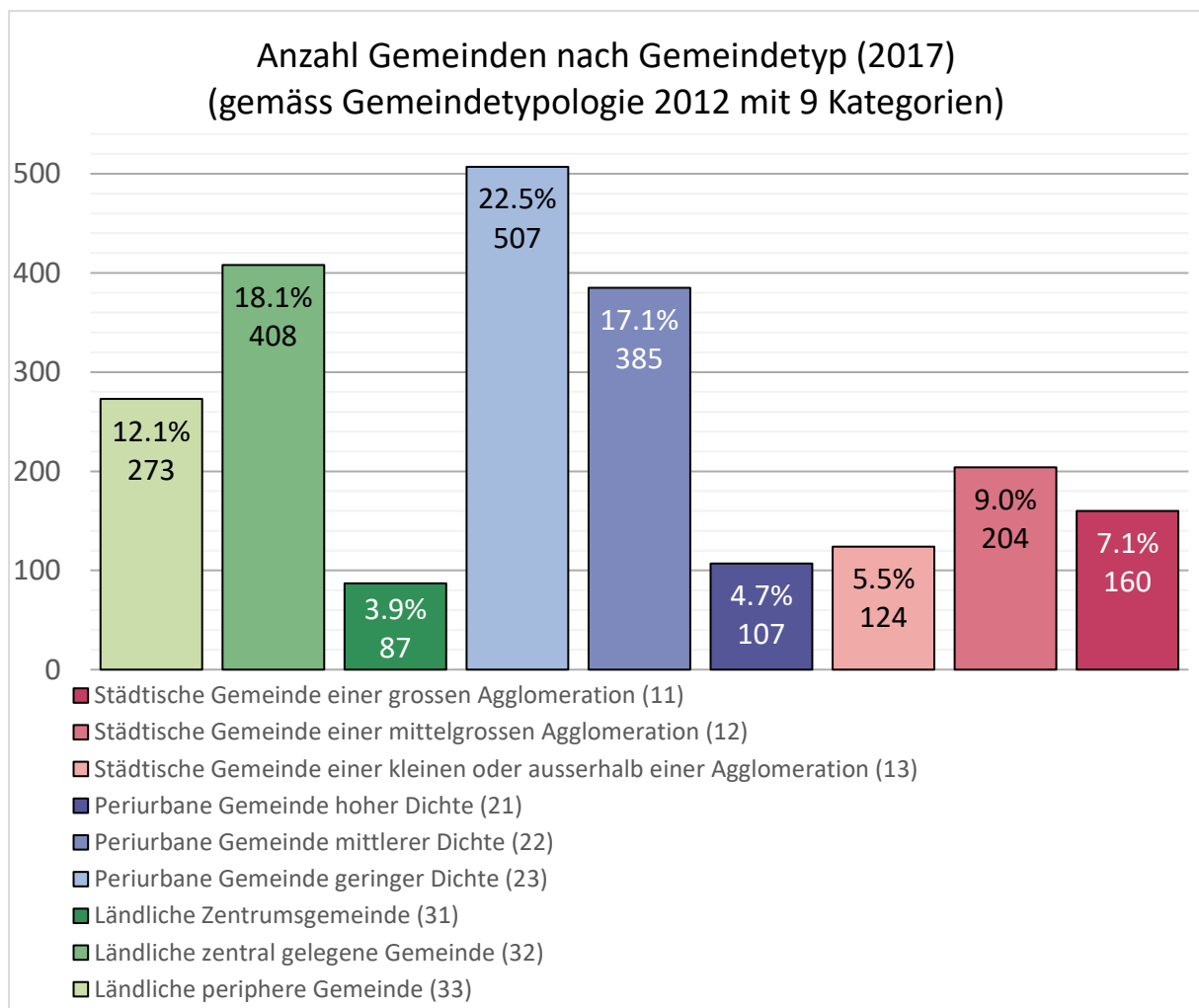


Abbildung 1: Politische Gemeinden 2017 nach 9 Kategorien gemäss Gemeindetypologie 2012. Quelle: Mit Daten des BFS [13].

2.3 Organisation der Grüngutsammlung in der Schweiz

Die Grüngutsammlung in der Schweiz wird dem Subsidiaritätsprinzip folgend auf Gemeindeebene organisiert. Die Umsetzung der Separatsammlung wird häufig durch einen (privaten) Dienstleister durchgeführt oder von der Gemeinde selbst übernommen. Verbreitet ist auch die Organisation durch Gemeindeverbände, wie bspw. der ZEBA im Kanton Zug, oder der GAF in den Kantonen Aargau und Basel-Landschaft. Die Organisation der Separatsammlung durch Gemeindeverbände ist kosteneffizient und deshalb insbesondere auch für kleine Gemeinden interessant.

Die kommunale Grüngutsammlung in der Schweiz kann grob in drei Typen unterteilt werden. So gibt es das sogenannte *Bring-System*, wo die Konsumenten ihr Grüngut selbst zu Sammelplätzen transportieren und das *Hol-System*, wo es durch ein Sammelfahrzeug am Wohnort abgeholt wird. Der dritte Typ ist das sogenannte *Kombisystem*, das eine Mischform von Bring- und Hol-System darstellt. In der Praxis ist es häufig der Fall, dass in Gemeinden mit Hol-System auch mindestens eine Sammelstelle existiert. [6], [14]

Die folgenden zwei Abschnitte geben einen Überblick über das Bring- und Hol-System und ihre Vor- und Nachteile gemäss BAFU:

Bring-System

Das Grüngut wird vom Konsumenten selbst zum Sammelplatz gebracht. Die Sammelplätze können dabei betreut oder unbetreut sein.

Bei *betreuten Sammelplätzen* ist ständig Personal anwesend, welches die Qualität des abgegebenen Grünguts kontrolliert und den Sammelplatz sauber hält. Häufig befinden sich betreute Sammelplätze beim Werkhof der Gemeinde oder bei einem Entsorgungszentrum. Bedingt durch den Personalaufwand sind die Entsorgungszeiten aber eingeschränkt. [6]

Bei *unbetreuten Sammelplätzen* erfolgen Reinigungsarbeiten und die Überprüfung der Füllstände der Sammelbehälter nur periodisch. Unbetreute Sammelstellen haben dafür aber längere Entsorgungszeiten. Werktags sind sie meistens den ganzen Tag geöffnet oder sogar jederzeit frei zugänglich. [6]

Als Vorteile des Bring-Systems sind vor allem die tiefen Transportkosten für die Gemeinde und die örtlich begrenzten Lärmemissionen zu nennen. Negativ ins Gewicht fallen, neben hohen Investitionskosten und Unterhaltskosten für Sammelplätze und Gebinde, der hohe Entsorgungsaufwand für die Bevölkerung und die daraus resultierende eher tiefe Sammelmenge. Bei unbetreuten Sammelplätzen ist zudem mit einer schlechteren Qualität des Sammelgutes zu rechnen. [6]

Eine Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile von betreuten und unbetreuten Sammelplätzen ist in Tabelle 4 ersichtlich.

Tabelle 4: Gegenüberstellung betreuter und unbetreuter Sammelplätze gemäss BAFU [6]

Stärken und Schwächen betreuter und unbetreuter Sammelplätzen im Bring-System gemäss Angaben des BAFU [6]		
	Betreuter Sammelplatz	Unbetreuter Sammelplatz
Qualität des Sammelgutes	besser	schlechter
Sammelmenge	eher tief	eher tief
Entsorgungsaufwand (Bevölkerung)	hoch	hoch
Entsorgungszeiten (Zugänglichkeit)	nach Bedarf möglich	nach Bedarf möglich
Investitionskosten	hoch (Sammelstelle)	hoch (Sammelstelle)
Transportkosten	tief	tief
Unterhaltskosten	Kosten für Gebinde und Plätze	
Personalbedarf	hoch	tief
Kontakt- und Informationsaustausch mit Bevölkerung	möglich	nicht möglich
Sauberkeit der Sammelstelle	gewährleistet	Verunreinigungen möglich
Lärmemissionen	örtlich begrenzt	örtlich begrenzt
Reduktion der Geruchsemissionen	durch geeignete Gebinde möglich	
Einfluss der Gemeinde auf Schadstoffemissionen	nicht beeinflussbar	nicht beeinflussbar

Hol-System

Das Grüngut wird von der Gemeinde oder ein damit beauftragtes Unternehmen beim Konsumenten regelmässig abgeholt. Der vorgegebene Rhythmus der Entsorgung wird in der Regel im Abfallkalender der Gemeinde publiziert. Der Rhythmus wird häufig den Jahreszeiten angepasst. Während der Vegetationsperiode wird die Sammlung öfters durchgeführt (z.B. wöchentlich, 14-täglich oder monatlich), während sie über den Winter häufig nur noch reduziert durchgeführt, oder ganz eingestellt wird. [6]

Als Gebinde für die Sammlung kommen hauptsächlich Rollcontainer oder gedeckte Mulden zum Einsatz, selten auch offene Mulden oder versenkte Container. Diese werden durch ein Sammelfahrzeug geleert und das Grüngut zu einem Umschlagplatz oder direkt zu einer Verwertungsstelle transportiert. [6]

Das Hol-System hebt sich insbesondere durch die verhältnismässig hohe Sammelmenge aus, die mit dem geringen Entsorgungsaufwand für die Bevölkerung begründet werden kann. Auch die Grüngutqualität ist im Vergleich mit unbetreuten Sammelplätzen besser. Der Kontakt und der Informationsaustausch mit der Bevölkerung sind beim Hol-System zwar möglich, aber begrenzt, denn ein persönlicher Kontakt ist auf einer Sammelfahrt kaum möglich. Ein Nachteil des Hol-Systems sind der laufende organisatorische Aufwand sowie die hohen

Transportkosten. In Tabelle 5 sind alle vom BAFU genannten Vor- und Nachteile des Hol-Systems jenen des Bring-Systems gegenübergestellt. [6]

Tabelle 5: Gegenüberstellung des Bring- und Holsystems gemäss BAFU [6].

Vergleich der Stärken und Schwächen des Bring- und Hol-Systems gemäss Angaben des BAFU [6]			
	Bring-System		Hol-System
	betreut	unbetreut	
Qualität des Sammelgutes	besser	schlechter	besser
Sammelmenge	eher tief		höher
Entsorgungsaufwand (Bevölkerung)	hoch		tief
Entsorgungszeiten (Zugänglichkeit)	nach Bedarf möglich		nur an Sammeltagen
Investitionskosten für Sammelgebäude- und Plätze	hoch		keine
Unterhaltskosten für Sammelgebäude- und Plätze	vorhanden		keine
Transportkosten	tief		hoch
Personalbedarf	hoch	tief	hoch
Laufender Organisatorischer Aufwand	keine Angaben		vorhanden
Kontakt- und Informationsaustausch mit Bevölkerung	möglich	nicht möglich	begrenzt
Sauberkeit der Sammelstelle	gewährleistet	Verunreinigung möglich	keine Angaben
Lärmemissionen	örtlich begrenzt		zeitlich limitiert
Reduktion der Geruchsemissionen	durch geeignete Gebinde möglich		durch Vorgaben für Gebinde möglich
Einfluss der Gemeinde auf Schadstoffemissionen	nicht beeinflussbar		beeinflussbar

Verbreitung der Sammelsysteme und Trends nach Gemeindetypen

In einer 2017 veröffentlichten Studie im Auftrag des BAFU, die die kommunale Separatsammlung von biogenen Abfällen in 258 ausgewählten Schweizer Gemeinden untersuchte, konnte gezeigt werden, dass 97% der untersuchten Gemeinden eine Separatsammlung anbieten (vgl. Abbildung 2). In den restlichen 3% wurden die Bevölkerung von der Gemeinde aufgefordert einen eigenen Gartenkompost anzulegen. 107 der 258 Gemeinden gaben an ein Bring-System anzubieten. Damit ist das Bring-System mit 41% das meistverwendete System,

gefolgt vom Hol-System mit 88 Gemeinden (34%). Ein Kombisystem kam in 56 Gemeinden (22%) zum Einsatz. [14]

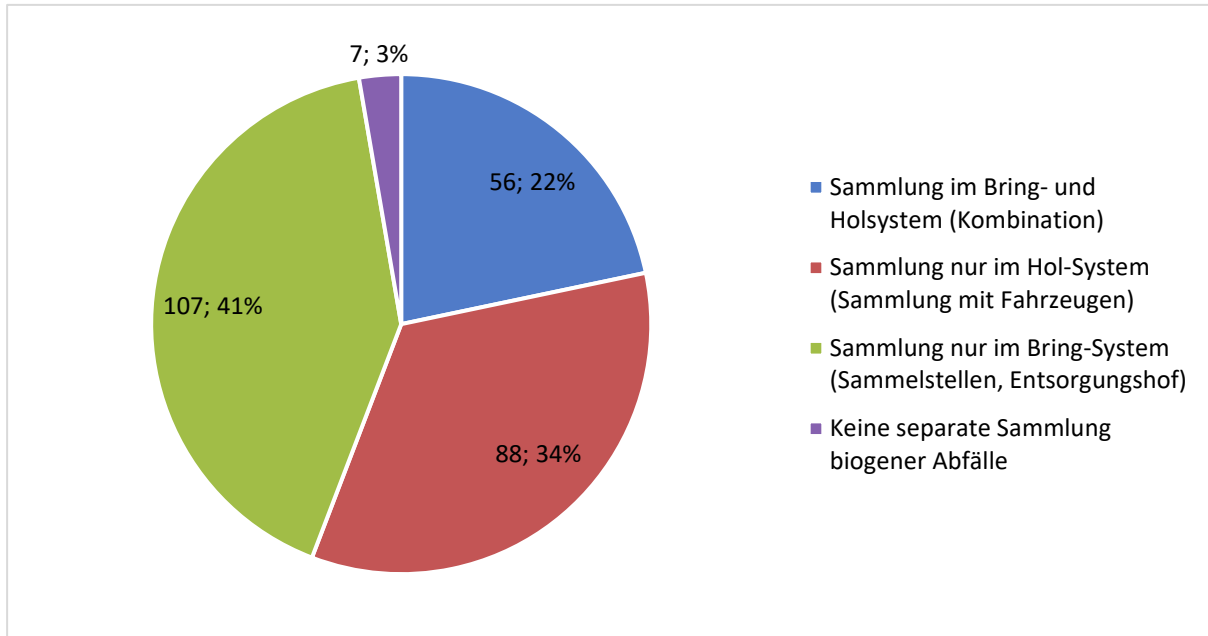


Abbildung 2: «Sammelsysteme in den Gemeinden (N = 258)», Quelle: Übernommen von BAFU (2017), [14].

Die Untersuchung zeigte auch, dass die Wahl des Sammelsystems vom Gemeindetyp abhängig ist. Insbesondere die Gemeindegrösse spielt bei der Wahl des Sammelsystems eine wichtige Rolle. In grösseren urbanen und tertiarisierten Gemeinden kommt häufig ein Hol- und Kombisystem zum Einsatz, wohingegen in kleineren, nichtstädtischen und agrarischen Gemeinden das Bring-System bevorzugen (vgl. dazu Abbildung 3 und Abbildung 4). In kleinen Gemeinden mit Bring-System gibt es manchmal auch Landwirtschaftsbetriebe, die Grünabfälle entgegennehmen. Die sieben Gemeinden (3%) ohne Separatsammlung, gehörten allesamt der kleinsten Gemeindegrössenklasse mit weniger als 1000 Einwohnern an. Die Aufteilung nach Sprachgebiet zeigt zudem, dass das Hol-System in der Deutschschweiz weiter verbreitet ist als in der Romandie, wo eher das Bring-System bevorzugt wird. Dazwischen liegt die Italienischsprachige Schweiz, die das Bring-System leicht bevorzugt (Abbildung 5 auf Seite 20). [14]

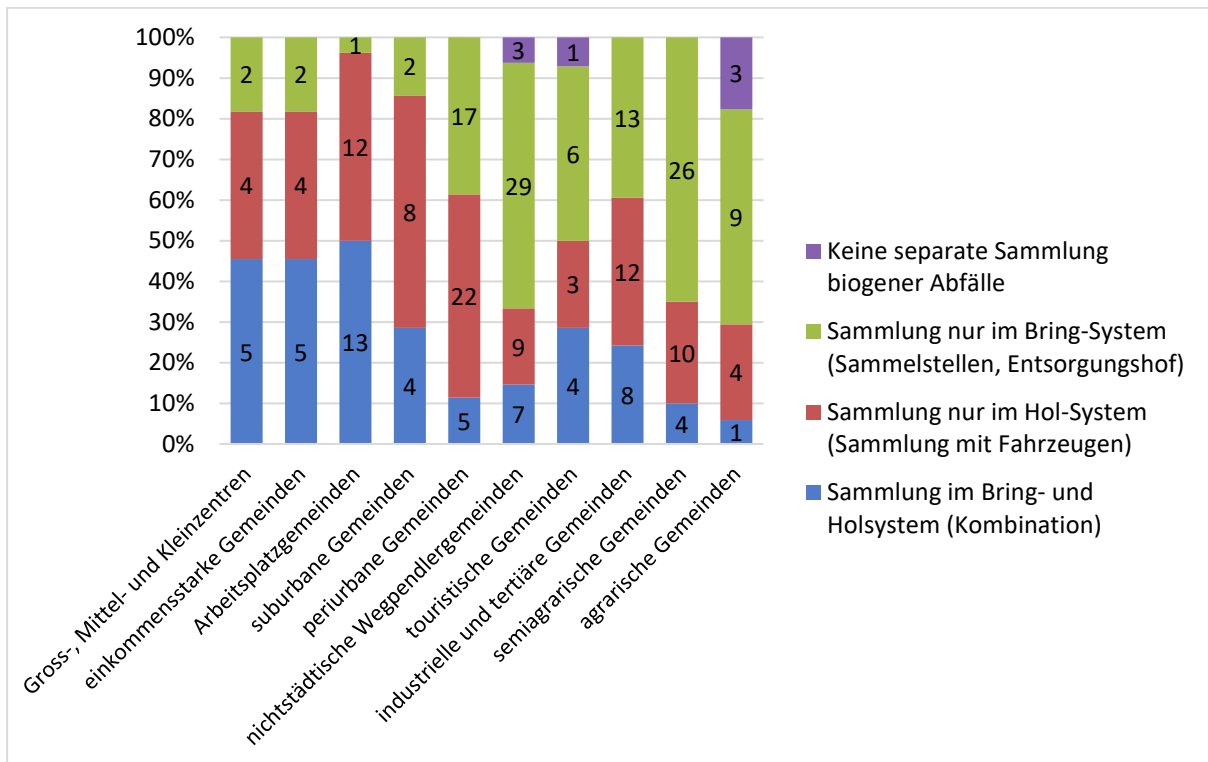


Abbildung 3: «Sammelsystem nach Gemeindetypen gemäss BAFU (N = 258)», Quelle: Übernommen von BAFU (2017), [14].

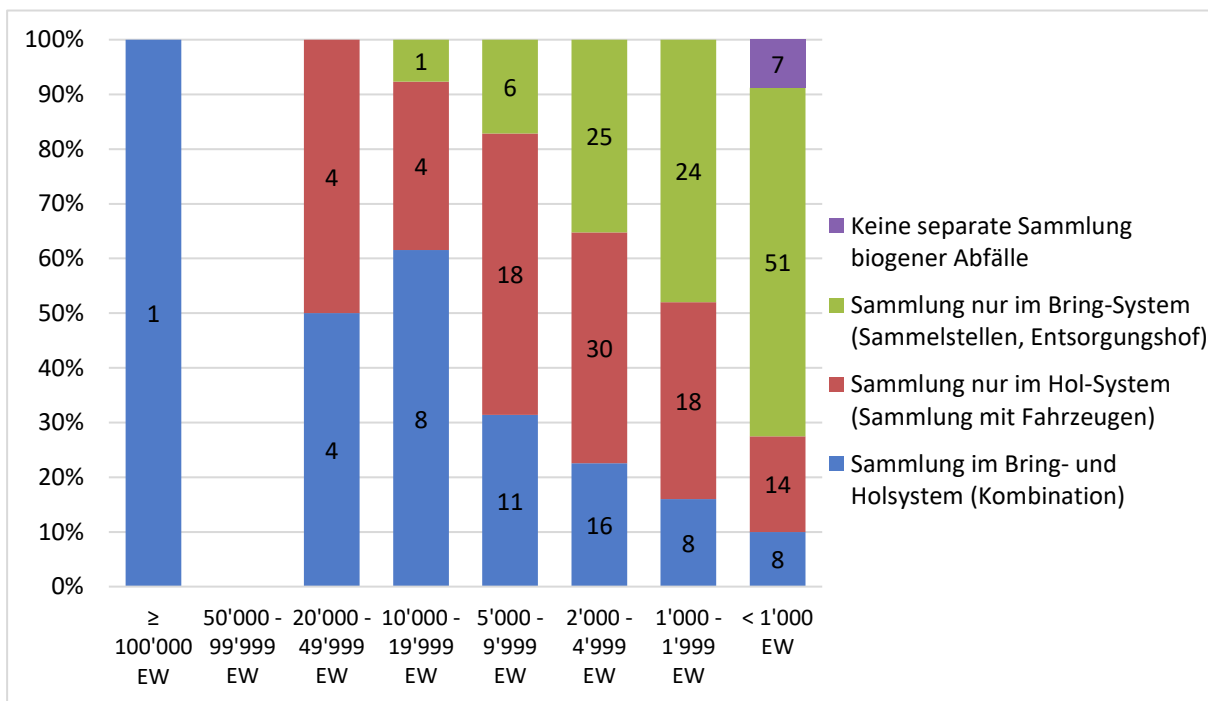


Abbildung 4: «Sammelsystem nach Gemeindegrössenklassen gemäss BFS (N = 258)», Quelle: Übernommen von BAFU (2017), [14].

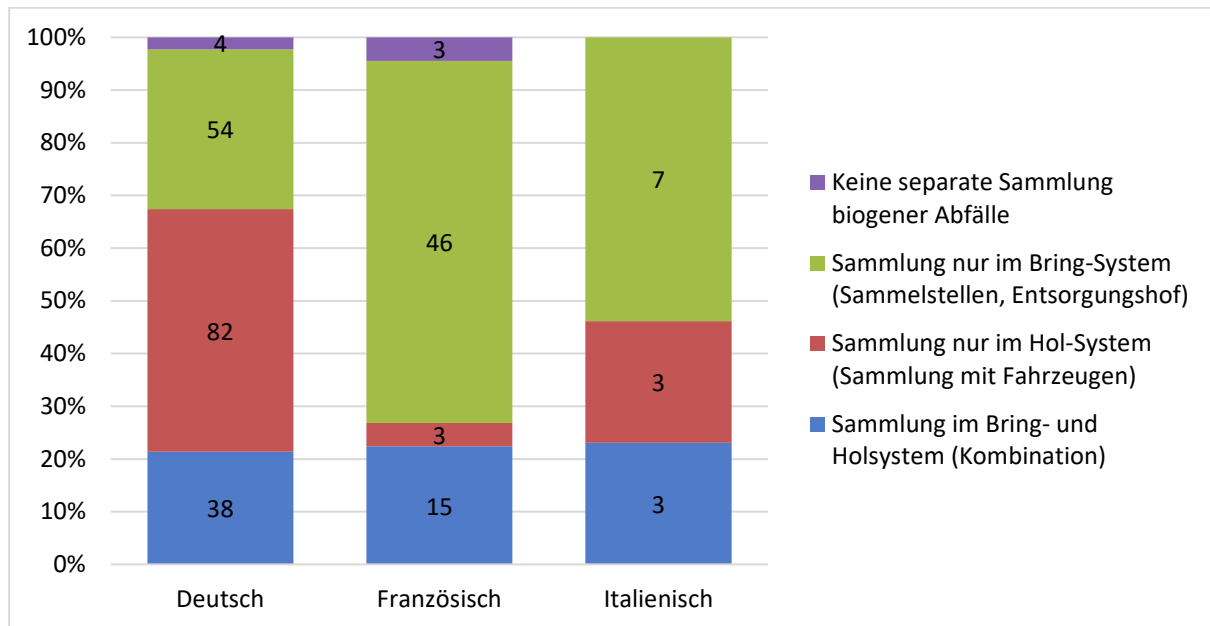


Abbildung 5: «Sammelsystem nach Sprachgebieten gemäss BFS. N = 258.», Quelle: Übernommen von BAFU (2017), [14].

Finanzierung der kommunalen Separatsammlung in den Gemeinden

Die Finanzierungsmodelle für die Separatsammlung biogener Abfälle sind äusserst vielfältig und oft werden verschiedene Finanzierungsarten kombiniert. Sehr viele Gemeinden finanzieren die Grüngutsammlung mindestens teilweise über die allgemeine Abfallgebühr. Ebenfalls sehr häufig sind Pauschalgebühren, deren Höhe je nach Gemeinde nach diversen Kriterien festgelegt wird (z.B. nach Sitzplätzen für Restaurants oder nach Landfläche bei Haushalten). Einige Gemeinden finanzieren die Separatsammlung aber auch vollständig oder mindestens teilweise über die Steuern, obwohl dies dem Verursacherprinzip klar widerspricht. So fand die bereits in den vorherigen Abschnitten erwähnte Untersuchung im Auftrag des BAFU (2017), dass 60% der 251 Befragten Gemeinden kein verursachergerechtes Finanzierungskonzept verwenden (s. Abbildung 6). Ob sich die Situation seit 2016 verbessert hat, bleibt offen.

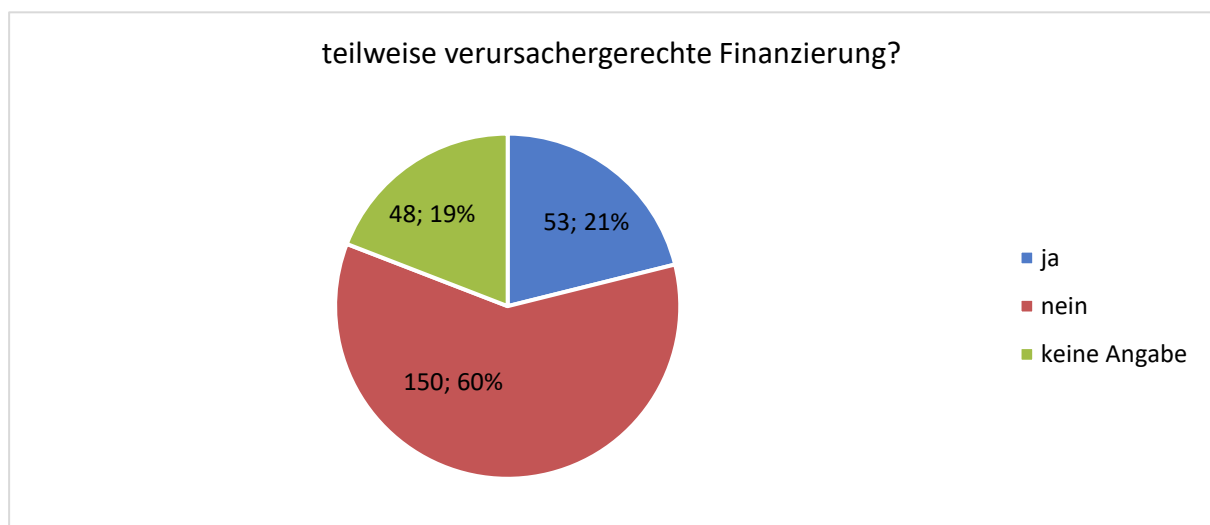


Abbildung 6: «Anzahl Gemeinden mit teilweise verursachergerechter Finanzierung (Gewichts- und Volumengebühr) (N=251).», Quelle: Übernommen von BAFU (2017), [14].

2.4 Fremdstoffproblematik in der kommunalen Separatsammlung

Viele Gemeinden und Verarbeiter von Grüngut in der Schweiz beobachten seit einigen Jahren eine Zunahme von Fremdstoffen im gesammelten Grüngut. Zum selben Schluss kam 2018 auch eine Studie der ZHAW und FHNW im Auftrag des BAFUs, die eine quantitative Analyse der Grüngutzusammensetzung in sechs Schweizer Gemeinden durchführte. So wurden 2018 im Mittel drei- bis fünf Mal so viele Fremdstoffe gefunden als noch im Jahr 2000 [15]. Ausserdem lagen die gefundenen Fremdstoffanteile bereits im Sammelgut teilweise um ein Vielfaches über den gesetzlichen Grenzwerten [15].

Dies ist in mehrfacher Hinsicht eine bedenkliche Entwicklung, denn die Entfernung von Fremdstoffen aus dem Grüngut und der daraus hergestellten Produkten ist mit hohem Aufwand verbunden und nie vollständig.

Kompostier- und Vergärungsanlagen betreiben daher heute einen grossen Aufwand, um die Qualität des Ausgangsmaterials und ihrer Produkte sicherzustellen. Doch selbst durch den Einsatz etablierter verfahrenstechnischer Anlagen, wie zum Beispiel Windsichter oder Magnetabscheider, können die gesetzlichen Anforderungen ohne zusätzliche Sortierung von Hand nicht immer eingehalten werden. So betreibt beispielsweise die Kompostier- und Vergärungsanlage Allmig in Baar ZG eine Handklaubungsstation mit mehreren Angestellten. Die Kosten dafür tragen häufig die Anlagenbetreiber, da die Verursacher nur in den seltensten Fällen eruiert werden können. Eine Kostenaufteilung gemäss dem Verursacherprinzip ist auf Stufe der Verwertung also nicht mehr möglich.

Dadurch, dass die Fremdstoffe nicht vollständig entfernt werden können, gelangt auch immer ein Teil davon mit dem Recyclingdünger in die Umwelt. Insbesondere bei Kunststoffabfällen, die durch Verwitterungsprozesse im Boden langsam zu Mikroplastik zerfallen, sind die Auswirkungen auf Mensch und Umwelt noch weitgehend unbekannt. Zudem wurde dem Eintrag von Kunststoff in Böden bisher wenig Beachtung geschenkt, während Kunststoffeinträge in Gewässer breit thematisiert wurden. Dies, obwohl die Einträge in Böden wahrscheinlich um einiges höher sind als in Oberflächengewässer. [16]

2.4.1 Fremdstoffarten

Im Modulteil «Fremdstoffreduktion in biogenen Abfällen» im Entwurf der «Vollzugshilfe zur Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen» (2019), hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU), auf Basis von Untersuchungen von 2018 die wichtigsten Fremdstofffraktionen in der kommunalen Grüngutsammlung nach ihrer Häufigkeit gelistet [6]. Die Resultate sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: «Mögliche unerwünschte Fremdstoffe in biogenen Abfällen aus kommunalen Sammelstellen und Sammlungen.», Quelle: Übernommen von [6].

Mögliche unerwünschte Fremdstoffe im Sammelgut aus kommunalen Sammelstellen und Sammlungen.	Häufigkeit
Kunststoffe	Sehr oft
Steine	Sehr oft
Kaffee- und Teekapseln	Oft
Hunde- und Katzenkot	Oft
Papier	Oft
Zigarettenfilter	Selten – oft
Glas	Selten
Karton	Selten
Alufolien	Selten
Windeln	Selten
Batterien	(Sehr) selten
Hygieneartikel	Sehr selten
Verbandsmaterial	Sehr selten
Verbundverpackungen	Sehr selten

Daraus wird ersichtlich, dass Kunststoffe die häufigste Fremdstofffraktion im Grüngut ist. Dies deckt sich auch mit den Angaben der Gemeinden, die im Auftrag des BAFU 2017 durch das Zentrum für Ressourceneffizienz (FHNW) befragt wurden. Kunststoffe wurden dabei mit 43 Antworten mit Abstand am häufigsten genannt, gefolgt von Kehrriecht mit 12 Antworten (Abbildung 7) [14].

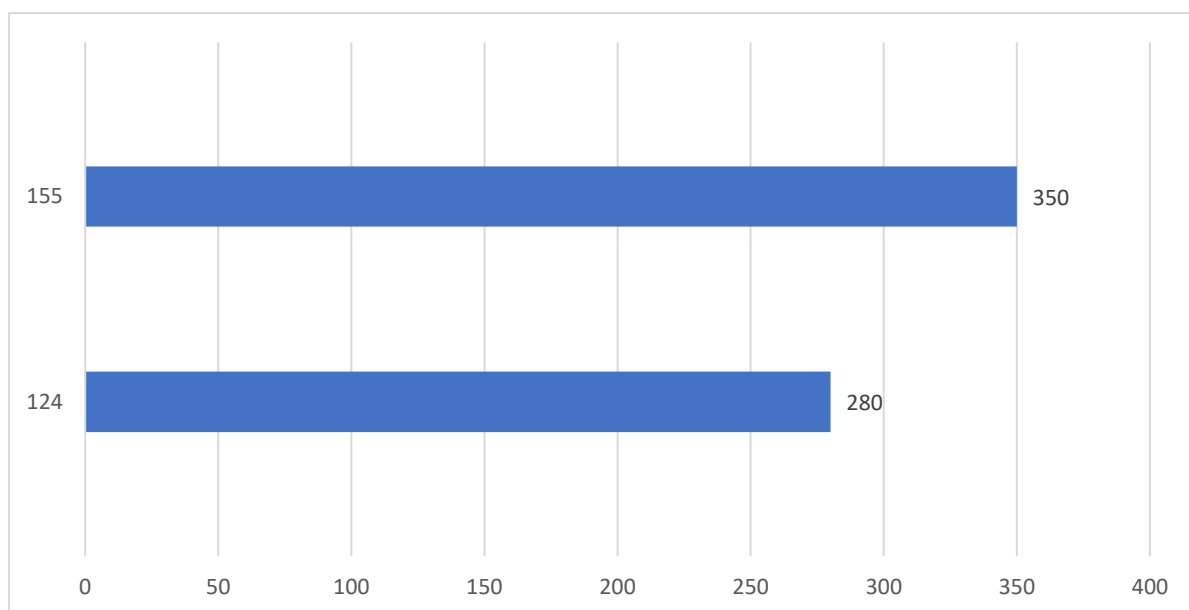


Abbildung 7: «Art der genannten Fremdstoffe», Quelle: Übernommen von BAFU (2017) [14]

Quantitative Angaben zum Fremdstoffgehalt im kommunalen Sammelgut sind nur bedingt aussagekräftig, da der Fremdstoffgehalt von Gemeinde zu Gemeinde sehr unterschiedlich sein kann und auch innerhalb einer Gemeinde häufig stark schwankt. So zeigte die 2018 von der ZHAW und FHNW durchgeführte quantitative Analyse des Grünguts sechs Deutschschweizer Gemeinden, dass der totale Fremdstoffgehalt in den untersuchten Gemeinden zwischen 1.3% und 4.1% der Frischsubstanz lag, während der mittlere Fremdstoffgehalt über alle Gemeinden $2.2\% \pm 1.0\%$ betrug. Davon entfielen im Mittel $6.5\% \pm 5.6\%$ auf Kunststoffe, wobei der Anteil je nach Gemeinde zwischen 1.3% und 21% lag. Auf das gesamte Grüngut bezogen machten Kunststoffe lediglich 0.03% bis 0.3% aus, was aber durch die geringe Dichte von Kunststoffen relativiert wird. Unter Berücksichtigung der Dichte betrug der Anteil der Kunststofffraktion zwischen 0.1% v/v und 1.3% v/v der gesamten Grüngutmenge, bzw. zwischen 7.5% v/v und 63% v/v gemessen an der gesamten Fremdstofffraktion. [15]

Kunststoffabfälle sind also besonders häufig im Grüngut anzutreffen und fallen dabei auch anteilmässig ins Gewicht. Doch auch ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften machen Kunststoffe zu Problemstoffen in der Grüngutverwertung. Zum einen lassen sie sich optisch nur schlecht von biologisch abbaubarem Bio-Plastik unterscheiden, zum anderen lassen sie sich nur mit grossem Aufwand aussortieren und neigen dazu in kleine Partikel zu zerfallen. Abhängig von der Sortiereffizienz verbleibt also immer ein Teil der Kunststoffe im Kompost- oder dem Gärgut. Durch das Ausbringen dieser Recyclingdünger gelangen diese Kunststoffreste in die Böden, wo sie zu Mikroplastik zerfallen. In einer Studie der Agroscope von 2019 wurde anhand Produktproben berechnet, dass der Eintrag von Plastik in Landwirtschaftsflächen durch Gärgut- und Kompostdünger 50 Tonnen pro Jahr beträgt. Damit ist verunreinigtes Grüngut neben Littering (80 t/a) die Hauptquelle von Mikroplastik in Schweizer Böden. Ein Vergleich mit den anderen in der Studie genannten Kunststoffquellen zeigt, dass die jährlich 50 Tonnen Plastikeinträge durch Recyclingdünger einem Anteil von etwa 30% entsprechen. [16], [17]

Die Problematik mit dem Mikroplastik betrifft im Übrigen nicht nur Kunststoffe aus Erdöl, sondern auch Bio-Plastik. Denn diese werden nur unter idealen Bedingungen vollständig abgebaut, wie sie in der Praxis selten erreicht werden. [16]

2.4.2 Fremdstoffquellen

Gemäss BAFU findet der Eintrag von Fremdstoffen hauptsächlich im Haushalt statt. Fehlwürfe erfolgen teils unbeabsichtigt, teils aber auch vorsätzlich. Bei versehentlichen Fehlwürfen sind mangelnde Aufmerksamkeit, fehlendes Wissen über die korrekte Entsorgung von Grüngut und Gleichgültigkeit beim Konsumenten wichtige Faktoren. Bequemlichkeit und hygienische Bedenken bzw. Ekel sind weitere Gründe, weshalb Fehlwürfe in Kauf genommen werden. So kommt es regelmässig vor, dass Grüngut in nicht kompostierbaren Plastiksäckchen gesammelt und mitsamt dem Sack entsorgt werden. [6] Weitere Beispiele sind Aufkleber auf Gemüse und Früchten oder die in Plastik eingeschweisste Bio-Gurke, die in der Verpackung verdirbt und dann komplett mit der Plastik-Haut entsorgt wird. Glücklicherweise wird inzwischen aber immer mehr auf solche Verpackungsmethoden verzichtet. Ein weiterer Grund für Fehlwürfe ist der vermeintlich grosse Aufwand für die korrekte

Entsorgung, der teilweise auf mangelndes Interesse für den Umweltschutz und fehlende Routine zurückzuführen ist. Andere Gründe wie Verständigungsprobleme, Uneinsichtigkeit und querulatorisches Verhalten spielen gemäss BAFU ebenfalls eine Rolle. [6]

Ein weiteres, nicht zu unterschätzendes Problem bei öffentlich zugänglichen Grüngutcontainern ist die illegale Abfallentsorgung durch fremde Personen [6]. Solche Fehlwürfe können beispielsweise von Passanten stammen, die im Vorbeigehen leere Verpackungen in den Container werfen oder auch durch Personen, die sich die Kehrrichtgebühr sparen wollen.

Die quantitative Analyse im Auftrag des BAFU von 2018 zeigte bezüglich des Gesamtfremdstoffgehalts keine signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Gemeindetypen [15]. Dem gegenüber stehen Beobachtungen aus der Vergär- und Kompostieranlage Allmig im Kanton Zug, die im Rahmen der Vorgängerarbeit besucht wurde. Gemäss den Beschäftigten lasse sich klar ein Zusammenhang zwischen Urbanität und Fremdstoffgehalt feststellen. Im Grundsatz gelte «Je urbaner, desto mehr Fremdstoffe».

Unterschiede bezüglich der Urbanität der Grüngutquelle, fand die Analyse von 2018 dafür bei der Zusammensetzung der Fremdstofffraktion. So betrug der Anteil Kunststoff am Fremdstoffgehalt in den städtischen Gemeinden rund 11%, während er in periurbanen Gemeinden etwa halb so hoch (5.8%) war. Am tiefsten war der Anteil in ländlichen Gemeinden mit 0.04% des Gesamtfremdstoffgehalts. [15]

Erfahrungen von Gemeinden und Grüngutverwertern zeigen zudem, dass Grüngut mit hohem Fremdstoffanteil oft aus bestimmten Gemeinden, Stadtbezirken oder Quartieren stammt. Solche Fremdstoff-Hot-Spots wurden bereits in mehreren Gemeinden identifiziert. So zum Beispiel im Kanton Zug, wie im Vorprojekt zu dieser Arbeit bereits zeigen konnte. Auch Gemeinden, die im Rahmen dieser Arbeit angeschrieben wurden, machten ähnliche Beobachtungen. So konnte die Gemeinde Wohlen im Kanton Aargau Quartiere identifizieren, die bereits seit längerer Zeit auffällig hohe Fremdstoffanteile im Grüngut aufweisen und dies obschon Massnahmen (Annahmestopp, Information der betroffenen Quartiere) getroffen wurden. Die Konzentration des Fremdstoffeintrags auf bestimmte Gebiete wurde auch bereits im Jahr 2001 von Schleiss und Kaiser im Bericht zum Projekt Fremdstoffuntersuchung im Grüngut [18] und 2017 in der gesamtschweizerischen Erhebung über biogene Abfälle aus kommunalen Quellen [14] beobachtet.

2.4.3 Empfehlungen zur Fremdstoffreduktion gemäss BAFU und Biomasse Suisse

Zur Reduktion des Fremdstoffanteils im Grüngut empfiehlt das BAFU in erster Linie Sensibilisierungsmassnahmen und Aufklärungskampagnen. Sanktionsmassnahmen sollten erst im Wiederholungsfall eingesetzt werden. Bei den präventiven Massnahmen sollen einfache und gut verständliche Kommunikationsmittel eingesetzt werden, um die Bevölkerung zu erreichen. Das ist zum Beispiel über den Abfallkalender der Gemeinden möglich oder auch mittels Flyer, die an die Haushalte verteilt werden. [6]

Als weitere Massnahme sieht das BAFU die Einführung eines Ampelsystems vor. Dabei wird den Besitzern der Grüngutcontainern, mittels verschiedener Aufkleber,

Rückmeldung über den Fremdstoffgehalt im gesammelten Grüngut gegeben. Voraussetzung für die Einführung eines Ampelsystems ist, dass der Containerinhalt während der Sammlung auf Fremdstoffe überprüft wird. Dies kann beispielsweise visuell durch die Angestellten des Sammeldienstes erfolgen. Jedoch kann aus Kosten- und Zeitgründen bei der Sichtkontrolle nur die oberste Schicht des Containerinhalts überprüft werden. Um die Kontrolle zu optimieren, eignet sich laut BAFU der Einsatz eines Detektionssystems (Nahinfrarotspektroskopie) mit einem Container-Erkennungssystem. Für die Erfolgskontrolle empfiehlt es sich, den Fremdstoffgehalt kontinuierlich zu erheben. [6]

Für Container mit zu hohem Fremdstoffanteil, sollen im Wiederholungsfall eine Annahmeverweigerung erfolgen. Dies hat zur Folge, dass die betroffenen Container nicht mehr vom Sammeldienst geleert werden und der Containerbesitzer das Grüngut kostenpflichtig zu entsorgen hat. Um unerwünschten Reaktionen der Bevölkerung vorzubeugen, muss über geplante Massnahmen dringend im Voraus informiert, und die Bevölkerung gut darauf vorbereitet werden. Die Hausverwaltungen als Containerbesitzer müssen dabei unbedingt miteinbezogen werden. Die Einführung allfälliger Massnahmen sollte dringend von einer professionell geplanten Kampagne begleitet werden. [6]

Auch bei Biomasse Suisse ist die gezielte, schriftliche Information der Bevölkerung über die korrekte Entsorgung von Grüngut unabdingbar. Ebenfalls sieht Biomasse Suisse, wie das BAFU auch, eine Annahmesperre bzw. Annahmestopp vor, für Container, die wiederholt einen zu hohen Fremdstoffanteil aufweisen. Eine Annahmeverweigerung soll aber nur erfolgen, wenn die Informationskampagnen nicht erfolgreich waren. Daher ist es wichtig, dass die Bevölkerung unbedingt vorgängig über die Einführung einer Annahmesperre detailliert informiert wird. [19]

Biomasse Suisse schlägt weiters ein Bonus-Malus-System vor, bei dem sich die Gebühren von der Entsorgung nach dem Fremdstoffanteil richtet. Ebenfalls empfiehlt Biomasse Suisse die Entwicklungen im Bereich Grüngut zu erfassen und statistisch auszuwerten. [19]

3 Der Grüngut-Scanner

Der Grüngutscanner basiert auf dem sogenannten Wertstoffscanner, der von der österreichischen Firma Saubermacher entwickelt wurde, um Wertstoffe im Restmüll zu identifizieren. Auf Anregung von Biomasse Suisse und mit finanzieller Unterstützung durch das BAFU, wurde das System von Saubermacher in Zusammenarbeit mit dem Schweizer Unternehmen Contena-Ochsner zum Grüngut-Scanner weiterentwickelt. Ziel des Grüngutscanners ist es, durch die Identifikation der Fremdstoffquellen und als Sensibilisierungsmassnahme, die Qualität des Grünguts aus Gemeinden mit Hol- oder Kombisystem zu verbessern. [19]

Das Detektionssystem erkennt und identifiziert Fremdstoffe im Grüngut und ermöglicht es dem Kunden Fremdstoffquellen containergenau zurückzuverfolgen. Damit hilft er den Gemeinden zielgerichtete Informations- und Sanktionsmassnahmen zu ergreifen. Neben des Fremdstoffanteils gibt der Scanner auch Aufschluss über die Art der Fremdstoffe. Der Grüngutscanner kann dabei zwischen Grüngut, Bioplastik, erdölbasierten Kunststoffen und sonstigem Restmüll unterscheiden. [19],[20]

Die Technologie hat sich in der Praxis als robust erwiesen und liefert zuverlässige Daten zum Fremdstoffgehalt. [21], [22]

Da es sich um eine neu entwickelte Technologie handelt, wurden bisher nur wenige technische Details veröffentlicht. Die folgenden Abschnitte wurden nach bestem Wissen aus den vorhandenen Daten und eigenen Beobachtungen erstellt.

Aufbau der Aufnahmeeinheit

Der Grüngut-Scanner entspricht hardwaretechnisch dem Wertstoff-Scanner und verwendet die gleichen Komponenten. Physisch handelt es sich also um das gleiche Produkt. Kernbestandteil beider Scanner-Einheiten ist das Kamerasystem, bestehend aus zwei Stereokameras, die das Grüngut dreidimensional erfassen und einer Multispektralkamera für die Spektralanalyse und Klassifizierung der einzelnen Bestandteile des Grünguts. [20]

Bei der einen Stereokamera handelt es sich um eine sogenannte RGB-Kamera, die gemäss Contena-Ochsner eine «rechteckige Bildmatrix» erstellt und «jedem Punkt im Raster» einen Farbwert zuordnet. Über die zweite Stereo-Kamera ist nicht viel bekannt, ausser dass mit deren Hilfe eine dreidimensionale Aufnahme des Grünguts erstellt wird. Aus der erstellten 3D-Aufnahme kann das Volumen des Grünguts abgeschätzt werden. [20]

Geschützt wird das Kamerasystem durch ein wasserdichtes Gehäuse, in welchem auch sechs Lampen verbaut sind, die das nötige Licht für die Spektralanalyse liefern. Eigenen Beobachtungen zufolge handelt es sich hierbei um Halogenspots. Dies macht insofern Sinn, dass Halogenspots als Glühlampen ein kontinuierliches Spektrum besitzen, das bis in den IR-Bereich reicht, so wie es für die Spektralanalyse benötigt wird. Ebenfalls in der Aufnahmeeinheit untergebracht sind elektronische Komponenten zur Vorverarbeitung und Übertragung der Rohdaten. [22]

Ein Foto der Aufnahmeeinheit mit Beschriftung der einzelnen Komponenten ist auf Seite 27 (Abbildung 8) abgebildet.

Position im Sammelfahrzeug und Ablauf des Scann-Vorgangs

Die im vorigen Abschnitt beschriebene Aufnahmeeinheit wird im hinteren Bereich des Sammelfahrzeugs an der Decke montiert, so dass sie sich über der Schütte befindet, wo das Grüngut aus dem Container entleert wird. Die Schütte ist ein heckseitig offener Bereich des Fahrzeugs, der gegen vorne durch eine Pressplatte vom Laderaum abgetrennt ist. Nach dem Entleeren des Containers wird das Grüngut in der Schütte gescannt und anschliessend durch die Presse in den Laderaum des Fahrzeugs befördert. Während des Scann-Vorgangs muss die Schütte von externen Lichtquellen geschützt werden, weil sonst keine replizierbaren Ergebnisse erzielt werden können. Dazu ist die Schütte heckseitig mit einem schwarzen Gummivorhang (vgl. Abbildung 8) versehen, der während des Scann-Vorgangs geschlossen wird. [20]

Im Rahmen des Vorprojekts konnte ein Scann- und Press-Vorgang bei einem Sammelfahrzeug der Firma Hürlimann Transporte AG (Baar ZG) beobachtet werden. Die folgende Beschreibung des Vorgangs wurde aus dem Vorprojekt übernommen:

«Der Entleer- und Scanvorgang wird über eine Kontrollbox hinten rechts am Fahrzeug gestartet. Der Container wird nun durch die hydraulische Hebevorrichtung angehoben, gekippt und in die Vorkammer [entspricht der Schütte, Anm. d. Verf.] des Sammelwagens entleert. Der Container wird von der Hebevorrichtung wieder auf den Boden gestellt und der schwarze Vorhang auf der Rückseite schliesst sich. Der Scanvorgang startet nun automatisch. Die sechs Halogenlampen des Scanners schalten sich ein und beleuchten das Grüngut in der Vorkammer. Die Kameras des Scanners nehmen die Bilder im sichtbaren und NIR-Bereich auf. Damit ist der physische Scann-Prozess beendet. Das Grüngut wird jetzt von der Vorkammer in die Hauptkammer [entspricht dem Laderaum] gepresst. Es bleiben Rückstände in der Vorkammer zurück» [1].

Der gesamte Vorgang dauert gemäss Angaben der Firma Hürlimann Transporte AG mit dem Scanner etwa ein Drittel länger als ohne [1].

Dazu ist zu bemerken, dass der genaue Ablauf vom verwendeten Fahrzeug-Typ abhängig ist. So ist es im beschriebenen Fall nicht möglich das Fahrzeug während des gesamten Vorgangs bis der Pressvorgang beendet ist, zu bewegen. Dies ist aber auf das Fahrzeug und nicht auf den Scanner zurückzuführen, da die Presse nur dann funktioniert, wenn sich das Sammelfahrzeug im Leerlauf befindet. [21]

Ein weiterer Grund für den erhöhten Zeitaufwand ist allerdings auf den Scanner zurückzuführen. Damit verlässliche Daten gewonnen werden können, muss die Schütte nach jedem Scan-Vorgang entleert werden. Das bedeutet, dass jedes Gebinde einzeln geleert und dass Grüngut anschliessend einzeln gepresst werden muss, egal ob die Schütte voll ist oder nicht. Bisher ist es nicht gelungen zuverlässige Daten zu gewinnen, wenn Grüngut aus mehreren Containern übereinander geschüttet wurde. [21]



Abbildung 8: Aufnahmeeinheit in Sammelfahrzeug mit Gummivorhang, Quelle: Übernommen von [20].

Messprinzip

Zur Identifikation von Fremdstoffen verwendet der Grüngutscanner eine Form der Nahinfrarotspektroskopie. Dabei nutzt er die stoffspezifischen Eigenschaften der Grüngutbestandteile aus, elektromagnetische Strahlung unterschiedlicher Wellenlängen zu reflektieren, absorbieren, durchzulassen (Transmission) oder aber auch zu emittieren. Ähnliche Verfahren werden auch in den diversen spektroskopischen Methoden der analytischen Chemie eingesetzt. Allerdings ist dieser Vergleich nur bedingt sinnvoll, da der Grüngutscanner auf makroskopischer Ebene arbeitet und keine Strukturanalysen auf molekularer Ebene durchführen kann und muss. Das Prinzip entspricht vielmehr der Technologie, die in Sortieranlagen eingesetzt wird, um beispielsweise verschiedene Kunststoffarten unterscheiden zu können. Mit dem Scanner ist es also möglich, eine begrenzte Anzahl unterschiedlicher Materialien anhand ihres «spektralen Fingerprints» zu identifizieren. Dazu ist der Scanner mit einer sogenannte Multispektralkamera ausgestattet, die neben sichtbarem Licht auch Strahlung im Nahinfrarot-Bereich (NIR-Spektrum) registriert, die von den Bestandteilen des Grünguts reflektiert und emittiert wird [20]. Dass der Scanner auch im Nahinfrarotbereich arbeitet ist dabei kein Zufall, denn dieser (für das menschliche Auge unsichtbare) Spektralbereich eignet sich besonders gut zur Unterscheidung von verschiedenen Materialien, insbesondere auch von biologisch abbaubarem und erdölbasiertem Plastik.

Eine Konsequenz aus dem Messprinzip ist, dass das Grüngut nur oberflächennah gescannt werden kann [20]. Da beim Entleeren des Grünguts in die Schütte des Sammelfahrzeugs eine gewisse Durchmischung stattfindet und die sichtbare Oberfläche massgeblich vergrößert wird, ist es trotzdem möglich Rückschlüsse auf den tatsächlichen Fremdstoffgehalt zu ziehen. Die Angaben zum Fremdstoffgehalt, die der Scanner liefert, sind deshalb qualitativ bis semi-quantitativ.

Datenverarbeitung, Datenspeicherung und Online-Portal

Die vorverarbeiteten Daten werden von der Aufnahmeeinheit an eine künstliche Intelligenz (KI) gesendet und ausgewertet. Dazu werden die Aufnahmen des Kamerasystems rechnerisch übereinandergelegt [20].

Bei der KI handelt es sich um ein sogenanntes «Convolutional Neural Network» (CNN), das sich auf einer AWS-Cloud befindet. [22]

Die Abkürzung AWS steht für «Amazon Web Services» und ist ein Tochterunternehmen von Amazon mit Sitz in den USA. AWS ist ein international tätiger Anbieter von Cloud-Computing-Diensten und verfügt über ein weltweites Netz von Rechenzentren. Laut eigenen Angaben von AWS, entsprechen die Sicherheitsstandards den Ansprüchen von militärischen Einrichtungen und globalen Banken. [23]

Neben den Bilddaten, werden auch die GPS-Koordinaten vom Ort der Entleerung erfasst, oder die ID des Gebindes, falls ein Ident-System eingesetzt wird. Das Scannen und Auswerten der Daten ist für den Anwender kostenpflichtig. Zurzeit werden von Contena-Ochsner pro Scan CHF 0.40.- verrechnet. [20], [21]

Die ausgewerteten Daten und daraus erstellte Statistiken, können vom Kunden über ein Online-Portal eingesehen werden. Alle Daten werden auf österreichischen Servern gespeichert, was die Nutzungsmöglichkeiten einschränkt, da dadurch die

Vorgaben des schweizerischen, sowie auch die des österreichischen Datenschutzes berücksichtigt werden müssen. Ein zweiter Serverstandort in der Schweiz kommt nur in Frage, falls mehr Kunden für den Scanner gefunden werden. [1], [20]

Ident-System

Seit Mitte Juli 2021 testet der ZEBÄ im Kanton Zug ein neues Ident-System. Dieses soll die Zuordnung der Grüngutbehältern zum jeweiligen Besitzer vereinfachen. Bisher wurden GPS-Koordinaten dazu verwendet, weshalb es bisher nicht möglich war Container von verschiedenen Besitzern, die am gleichen Ort stehen, zu unterscheiden. Mit dem Ident-System wird also eine wichtige Lücke geschlossen.

Das verwendete System wurde von der deutschen Firma Deister Electronic entwickelt und basiert auf RFID-Technologie. Mit dem Produkt ist es möglich, auch bereits bestehende Behälter mit einem Transponder auszustatten. Die verwendeten Transponder sind wetterbeständig und schlag- und stossicher. Der RFID-Chip am Container wird beim Entleerungsvorgang über eine Antenne am Sammelfahrzeug durch ein RFID-Reader ausgelesen. Da die Transponder wartungsfrei sind, entsteht für die Konsumenten kein Mehraufwand. [24]

Möglicher Einsatz und Grenzen der Anwendung

Gemäss Biomasse Suisse eignet sich der Scanner, um verschiedenen Informations- und Sanktionsmassnahmen durchzuführen, wie zum Beispiel [2]:

- Gezielte schriftliche Informationen der Containerbesitzer über die korrekte Entsorgung von Grüngut.
- Information der Bevölkerung mittels App oder anderer Medien.
- Aufzeigen von Entwicklungen mittels statistischer Auswertungen.
- Ausschluss von Containern, wenn diese nach einer Informationskampagne nicht dem gewünschten Resultat entsprechen.
- Bonus-Malus-System (höherer Preis bei verschmutztem Containerinhalt).

Grundsätzlich kann der Scanner überall dort eingesetzt werden, wo die Grüngutsammlung mindestens teilweise im Hol-System organisiert ist. Bezüglich der Begleitmassnahmen gibt es weitere Voraussetzungen. Am einfachsten anzuwenden ist der Annahmestopp. Dieser kann, wie bereits 2020 im Kanton Zug gezeigt wurde, mittels einer Lasche, die am Container angebracht wird, auch ohne Ident-System umgesetzt werden. Allerdings ist es von Seiten des Dienstleisters ohne Ident-System nicht immer möglich, fehlbare Container einem Besitzer zuzuordnen. Auch eine Rückmeldung zur Grüngutqualität an den Kunden, kann mit einem Ident-System vereinfacht und automatisiert werden. Um ein Bonus-Malus-System einzuführen, müssen die Entsorgungsgebühren im absoluten Minimum pauschal pro Container, oder besser, mindestens teilweise verursachergerecht erhoben werden.

Wie ein Pilotversuch mit dem Wertstoffscanner in Österreich 2018 zeigte, kann der Scanner einen signifikanten Rückgang der Fehlwürfe bewirken [22]. Der Rückgang blieb aber nur dann konstant tief, wenn der Einsatz von einem intensivem Informationsaustausch mit der Bevölkerung begleitet wurde [22]. Ein solch enger

Kontakt, wie im Pilotversuch beschrieben, lässt sich wahrscheinlich nur zusammen mit einem Ident-System realisieren, das eine automatisierte Rückmeldung ermöglicht oder zumindest stark vereinfacht.

An die Grenzen stösst das System bei Gemeinschaftscontainern. Hier kann der Verursacher nur durch zufällige Beobachtungen durch den Hauswart oder die Gebäudeverwaltung ausgemacht werden. Die Konsequenzen durch Sanktionsmassnahmen, wie zum Beispiel zusätzliche Kosten für die Entsorgung als Kehricht, werden über alle Mieter verteilt oder werden teilweise sogar durch die Verwaltung getragen, wie das Vorprojekt zeigen konnte [1]. Dadurch verlieren die Massnahmen an Wirkung und die Kollektivstrafe kann die Sicht auf den Scanner negativ beeinflussen. Ausserdem könnte es zu einem starken Rückgang an gesammeltem Grüngut kommen, wenn diese Container permanent von der Separatsammlung ausgeschlossen werden [19].

Wie im Abschnitt «Messprinzip» bereits erwähnt, ist eine Analyse des Grünguts durch den Scanner nur oberflächlich möglich, was aber den geplanten Einsatz nicht beeinträchtigt.

4 Umfrage

Die Bereitschaft der Gemeinden, an der Umfrage mitzuwirken, war überraschend tief. Im Rahmen der Arbeit konnten drei Gemeinden aus dem Kanton Zürich gefunden werden, die an der Umfrage teilnahmen. Dies waren die Gemeinde Turbenthal, die Stadt Dübendorf und die Stadt Kloten.

In der Gemeindetypologie 2012 mit 9 Kategorien, fallen die beiden Städte Kloten und Dübendorf in die Kategorie «Städtische Gemeinde einer grossen Agglomeration (11)» und Turbenthal in die Kategorie «Periurbane Gemeinde mittlerer Dichte (22)».

In Absprache mit den Gemeinden, wurde der Fragebogen in den Gemeinden wie folgt zugänglich gemacht:

Gemeinde Turbenthal

In Turbenthal wurden etwa 300 Flyer mit QR-Code und Zugangslink an die Besucher eines Gemeindeevents verteilt. Die Flyer wurden von der Gemeinde gedruckt und verteilt.

Stadt Dübendorf

Der Stadt Dübendorf wurden 1200 gedruckte Flyer im A6-Format zur Verfügung gestellt. Die Flyer wurden auf der Sammeltour vom Ökibus an die Bewohner*innen verteilt. Die Anzahl verteilter Flyer ist nicht bekannt. Zusätzlich wurde der Zugangslink zum Fragebogen auf der Website der Gemeinde veröffentlicht.

Stadt Kloten

In Kloten wurde der QR-Code und Zugangslink im Klotener Anzeiger (Ausgabe vom 24.06.2021) publiziert. Der Klotener Anzeiger ist sowohl als Print-Version wie auch als E-Paper erhältlich. Ausserdem wurde der Zugangslink auf der Website und im Intranet der Stadt Kloten veröffentlicht.

Bis zum 4. August 2021 sind 162 Antworten aus den drei Zürcher Gemeinden Dübendorf, Turbenthal und Kloten eingegangen. Davon stammte der grösste Teil (94 Antworten, 58%) aus der Stadt Kloten, gefolgt von Turbenthal mit 44 Antworten (27.2%). Am geringsten war der Rücklauf in der Gemeinde Dübendorf mit 24 Antworten (14.8%).

Ein Vergleich mit der Einwohnerzahl in den Gemeinden zeigt zudem, dass aus der grössten Gemeinde (Dübendorf) auffällig wenige Antworten eingegangen sind, währenddessen überproportional viele Antworten aus der kleinsten Gemeinde (Turbenthal) stammen (vgl. dazu Abbildung 9 und Abbildung 10). Dies lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit auf die unterschiedlichen Arten zurückzuführen, wie die Umfrage von den Gemeinden der Bevölkerung zugänglich gemacht wurde.

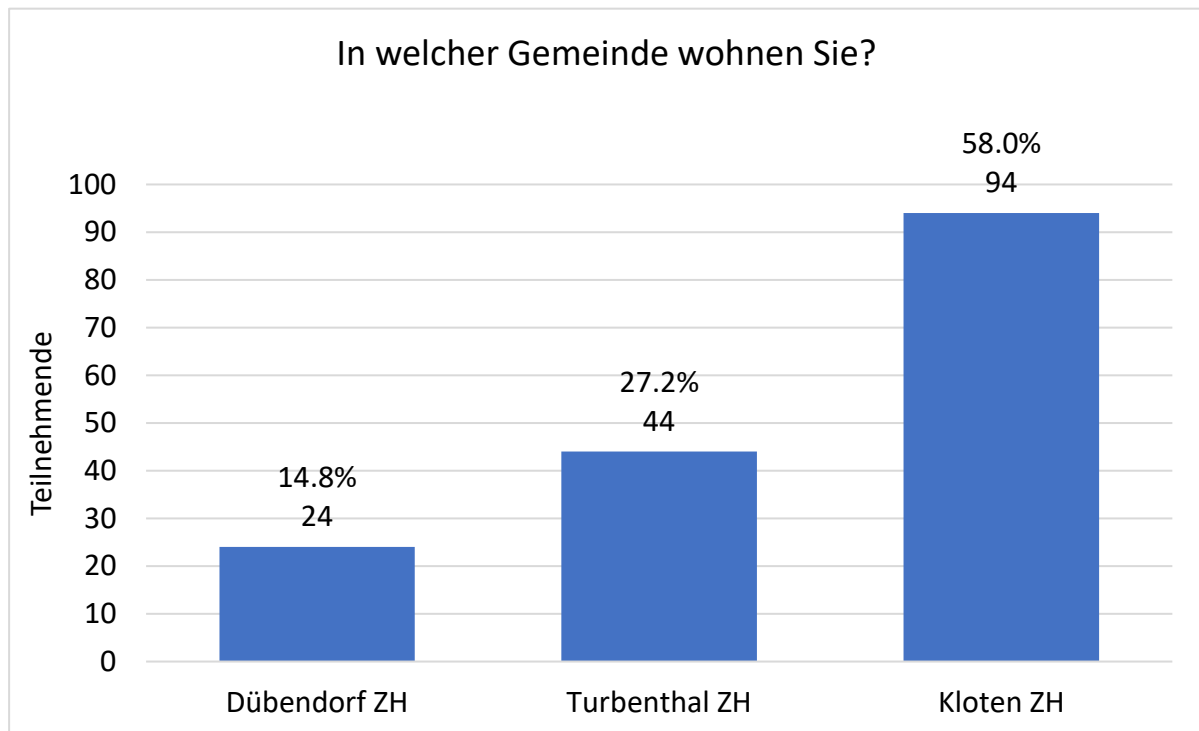


Abbildung 9: Verteilung der Antworten auf Gemeinden. (N=162)

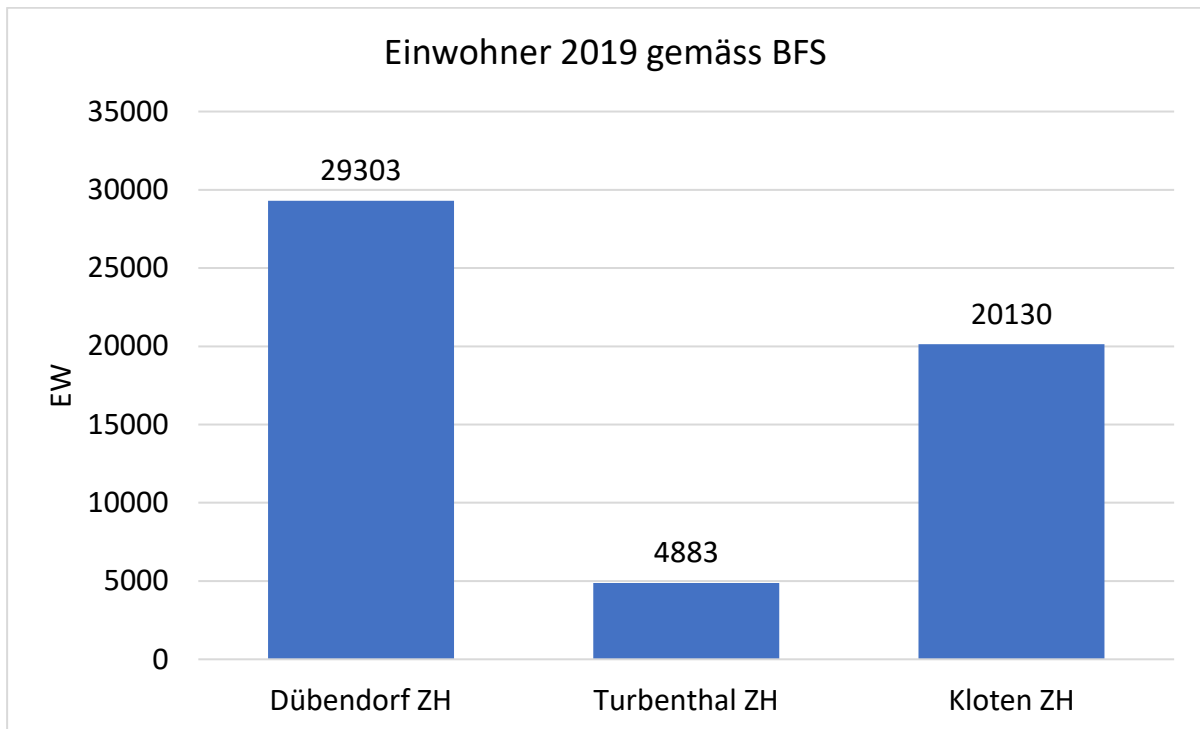


Abbildung 10: Einwohnerzahl der untersuchten Gemeinden gemäss Bundesamt für Statistik (Stand 2019).

Bezüglich der Geschlechterverteilung zeigt sich, dass Männer mit 87 Teilnehmern (53.7%) gegenüber den Frauen mit 75 Teilnehmerinnen (46.3%) etwas übervertreten waren (Abbildung 11). Am grössten waren die Unterschiede in der Gemeinde Turbenthal, wo 61.4% der Teilnehmer männlich waren. In Kloten waren 53.2% männlich und in Dübendorf waren die Frauen mit 58.3% in der Mehrheit. Keiner der Teilnehmenden wählte die Option «Divers» aus.

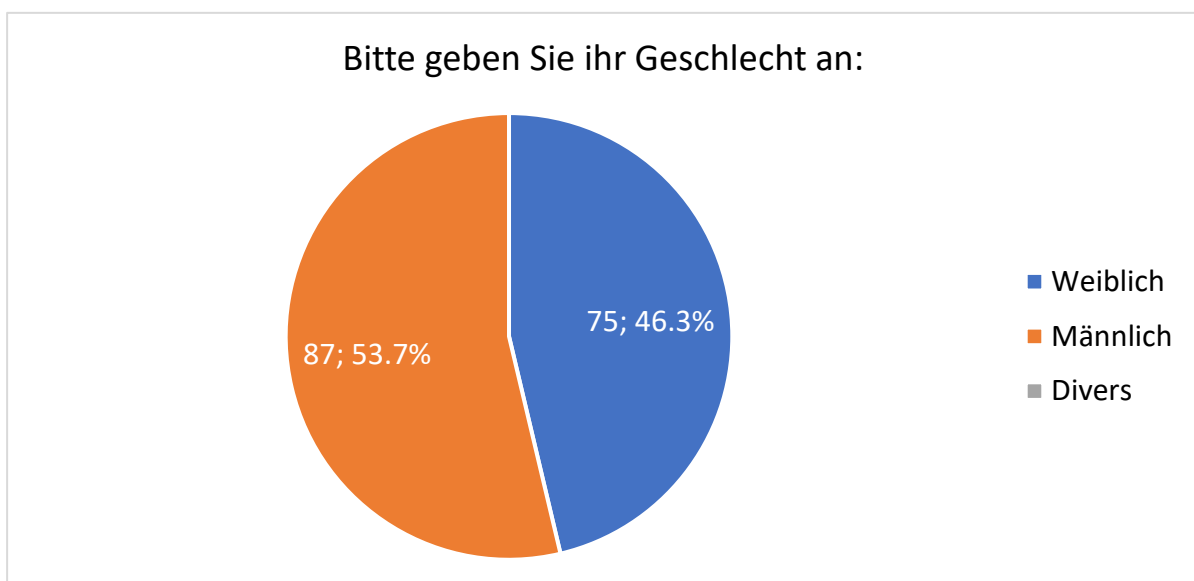


Abbildung 11: Geschlechterverteilung der Umfrage, N=162

Die meistens Befragten (103, 63.6%) waren zwischen 40 und 69 Jahren alt, wobei der Anteil der 60- bis 69-Jährigen mit 40 Teilnehmer*innen (24.7%) am höchsten war. Die Verteilung über alle Altersgruppen ist in Abbildung 12 ersichtlich.

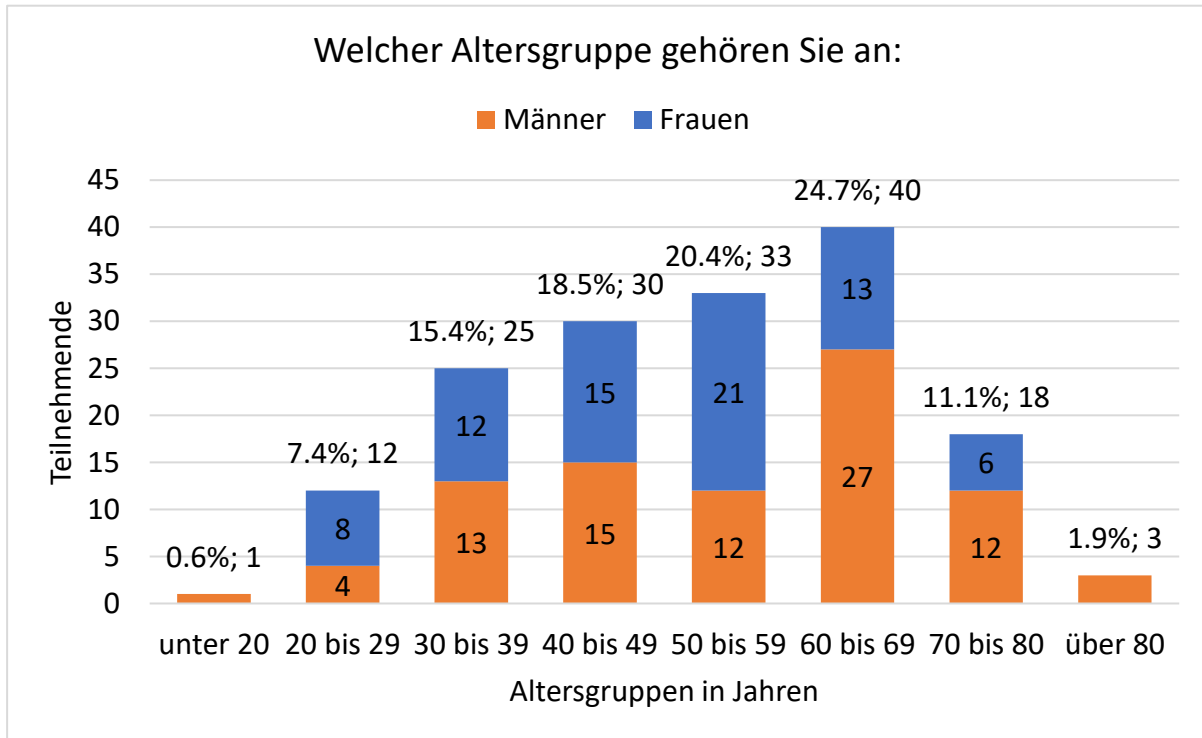


Abbildung 12: Anzahl der Teilnehmenden nach Altersgruppen, N=162

Anhand Abbildung 12 lässt sich auch erkennen, dass die Geschlechterverteilung je nach Altersgruppe anders ausgeprägt ist. Grosse Unterschiede zeigen sich insbesondere in den Gruppen der 50- bis 59-Jährigen und den 60- bis 69-Jährigen, wobei in der jüngeren Gruppe die Frauen mit 63.6% übervertreten sind und der älteren die Männer mit 67.5%. In der Gruppe der 70- bis 80-Jährigen gibt es sogar doppelt so viele Teilnehmer wie Teilnehmerinnen. Bei den 30- bis 49-Jährigen hingegen, ist das Geschlechterverhältnis ausgeglichen.

Fragen zum Sammelverhalten

Die Frage, ob sie Grüngut separat sammeln, beantwortete eine grosse Mehrheit von 156 Teilnehmenden (96.3%) mit «Ja» (Abbildung 13). Nur sechs Teilnehmende (3.7%) gaben an, Grüngut nicht separat zu sammeln. Vier davon waren Frauen verteilt über die Altersgruppen der 20- bis 59-Jährigen, zwei davon Männer in den Altersgruppen der 30- bis 39-Jährigen und 60- bis 69-Jährigen.

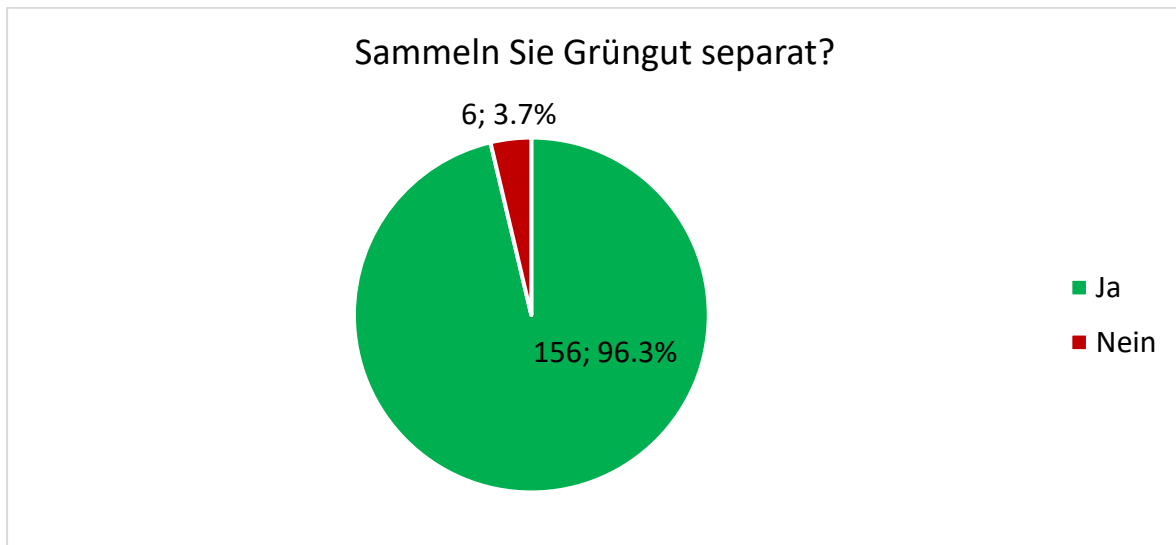


Abbildung 13: «Sammeln Sie Grüngut separat?», N=162

Von den 156 Teilnehmenden, die Grüngut separat sammeln, gaben 95.5% an, Rüstabfälle zu sammeln. Am zweithäufigsten wurden Gartenabfälle genannt (85.3%), gefolgt von Speiseresten (77.6%). Zehn Personen (6.4%) gaben zudem noch an, andere biogene Abfälle zu sammeln. Fast alle Teilnehmenden (152 Personen) sammeln mindestens zwei oder mehr Arten von Grüngut.

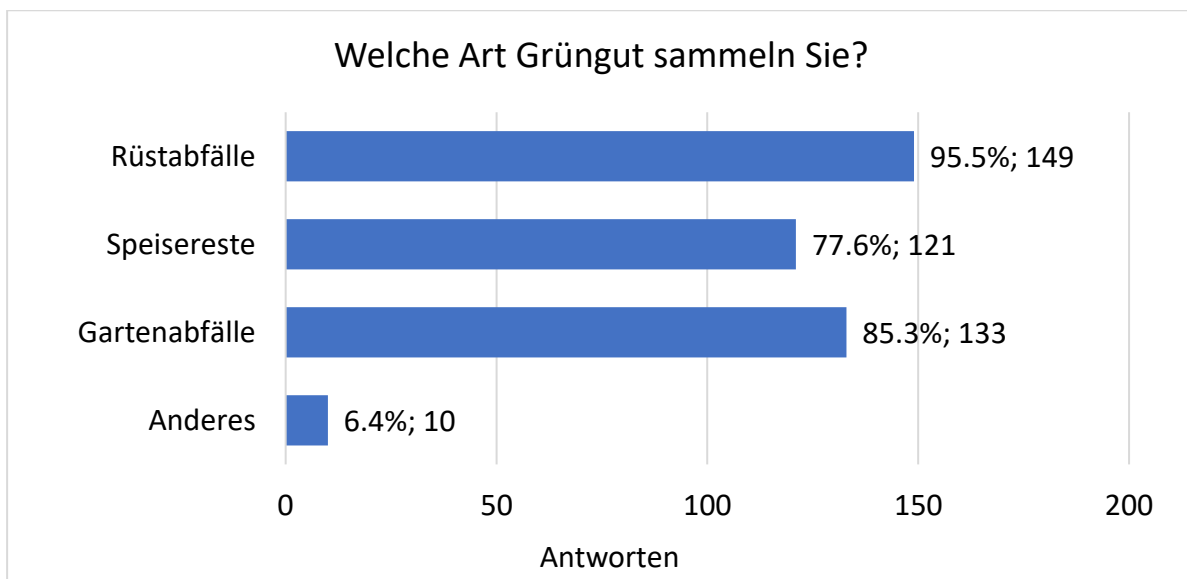


Abbildung 14: «Welche Art von Grüngut sammeln Sie?», N=156

Eine Mehrheit von 74.7% aller 162 Teilnehmenden gab an, genau zu wissen was in ihrer Gemeinde über die Grüngutsammlung entsorgt werden darf. 24.1% antworteten mit «eher ja» und nur zwei Personen aus Turbenthal (1.2%) antworteten mit «eher nein» und wussten somit nur bedingt, was sie über die Grüngutsammlung entsorgen dürfen. Die Option «nein» wählte niemand aus, woraus sich ableiten lässt, dass alle Teilnehmenden mindestens bereits einmal Informationen über die korrekte Entsorgung von Grünabfällen in ihrer Gemeinde erhalten hatten. Die Antworten sind in Abbildung 15 grafisch dargestellt.

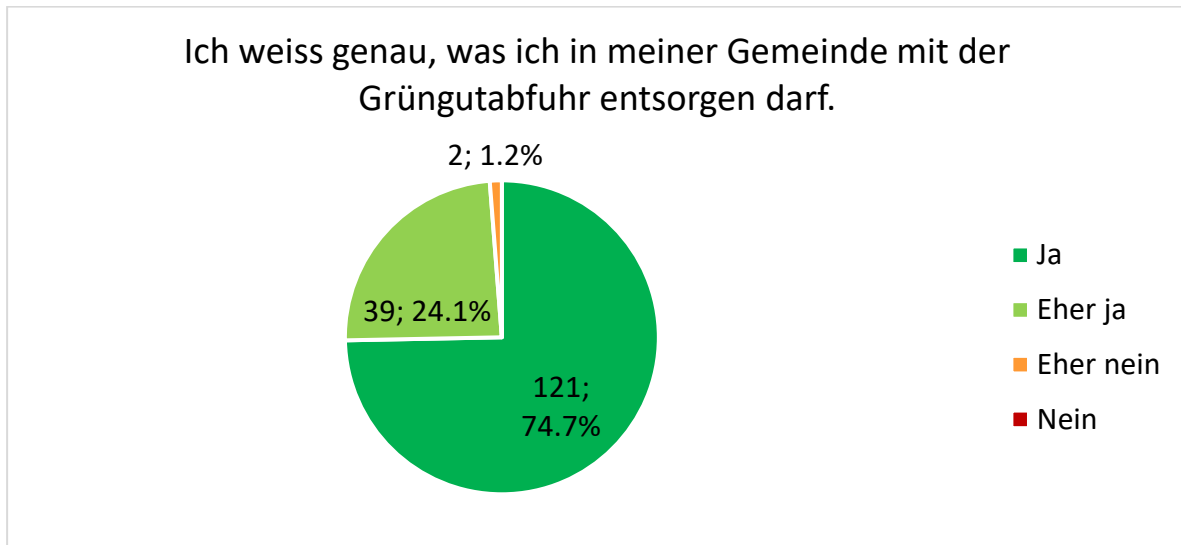


Abbildung 15: «Ich weiss genau, was ich in meiner Gemeinde mit der Grüngutabfuhr entsorgen darf.», N=162.

Fragen zur Fremdstoffproblematik

Die Fremdstoffproblematik ist ein zentrales Thema der Umfrage, die als Nebenziel auch eine Sensibilisierung der Umfrageteilnehmer*innen anstrebt.

In den ersten beiden Fragen dieses Abschnitts wurde auf Wunsch der Auftraggeberschaft auf das Kampagnenbild (Abbildung 16) der Aktion «stop-plastic» eingegangen. Dabei sollte dessen Klarheit bezüglich der grafischen Umsetzung und seiner Aussagekraft untersucht werden. Die Umfrage zeigte, dass eine grosse Mehrheit von 95.6% aller 162 Befragten erkannte, was auf dem Bild dargestellt ist (vgl. Abbildung 17, linkes Diagramm). Allerdings befanden 35 Personen (21.6%), dass die Botschaft auf dem Bild nicht klar genug formuliert wurde (vgl. Abbildung 17, rechtes Diagramm).



Abbildung 16: Kampagnenbild der Aktion «stop-plastic». Quelle: Biomasse Suisse

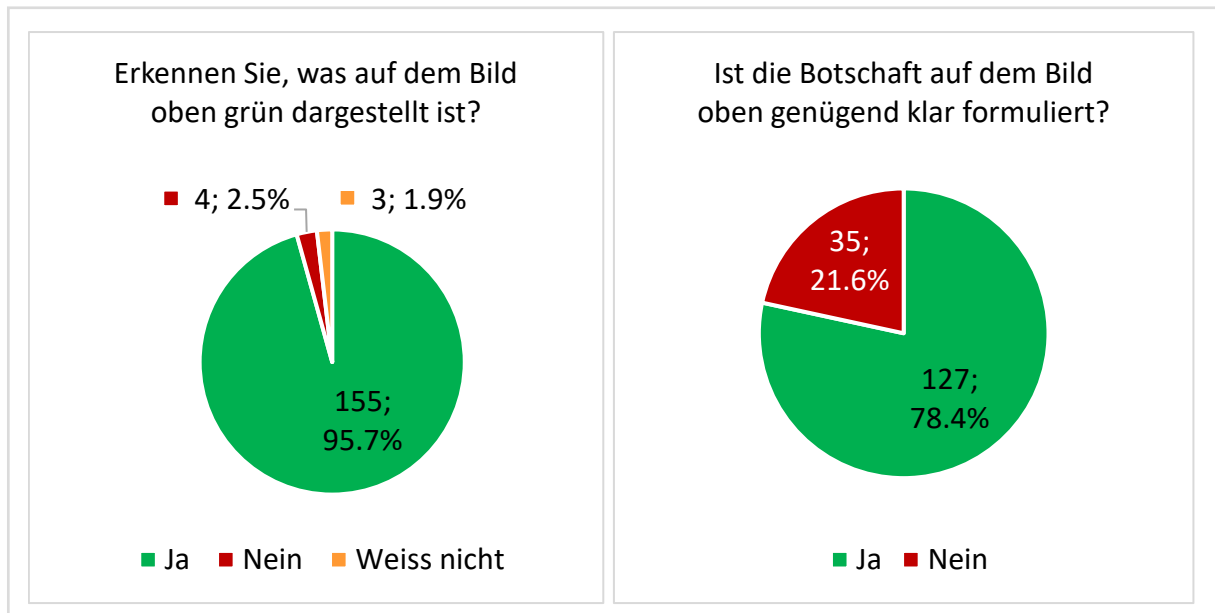


Abbildung 17: Fragen zur Kampagne «stop-plastic». N=162

In der nächsten Frage wurde nach dem Wissensstand und dem Bewusstsein für die Fremdstoffproblematik bei den Umfrageteilnehmer*innen gefragt. Zuvor wurden die Befragten mit dem nachfolgenden Text, der auf einer Vorlage von Biomasse Suisse beruht, über die Fremdstoffproblematik aufgeklärt:

In vielen Schweizer Gemeinden findet man immer mehr Fremdstoffe im Grünabfall. Besonders oft findet man Kunststoffe, wie Plastikbeutel oder Etiketten. Stark verschmutztes Grüngut eignet sich nicht zur Herstellung von Kompost und muss als Kehrriecht verbrannt werden. Mit der Verbrennung von Grünabfall gehen viele wertvolle Pflanzennährstoffe verloren, die dann in der Landwirtschaft oder im Garten fehlen. Dies wirkt sich negativ auf die Bodenfruchtbarkeit und die Versorgung mit Lebensmitteln aus.

Zwar gibt es technische Möglichkeiten Fremdstoffe aus dem Grüngut zu entfernen, doch reichen diese Massnahmen allein nicht aus, um das Problem in den Griff zu bekommen.

Kurz gesagt, ohne Massnahmen an der Quelle der Verschmutzung ist die Separatsammlung von Grünabfällen auf Dauer gefährdet!

Eine Knappe Mehrheit (51.9%) der 162 Befragten gab an, sich der Problematik und dessen Umfang bewusst gewesen zu sein. Weitere 37% gaben an, die Problematik, aber nicht dessen Tragweite gekannt zu haben. Eine Minderheit von 10.5% haben die Fremdstoffproblematik nicht gekannt und waren froh, dass sie darüber informiert wurden. Nur eine Person (0.6%), die die Fremdstoffproblematik nicht kannte, zweifelte den Umfang des Problems, wie er im Informationstext geschildert wurde, an. Keiner der Befragten wählte die Option «Nein und es interessiert mich auch nicht.». Eine grafische Darstellung der Antworten findet sich in Abbildung 18.

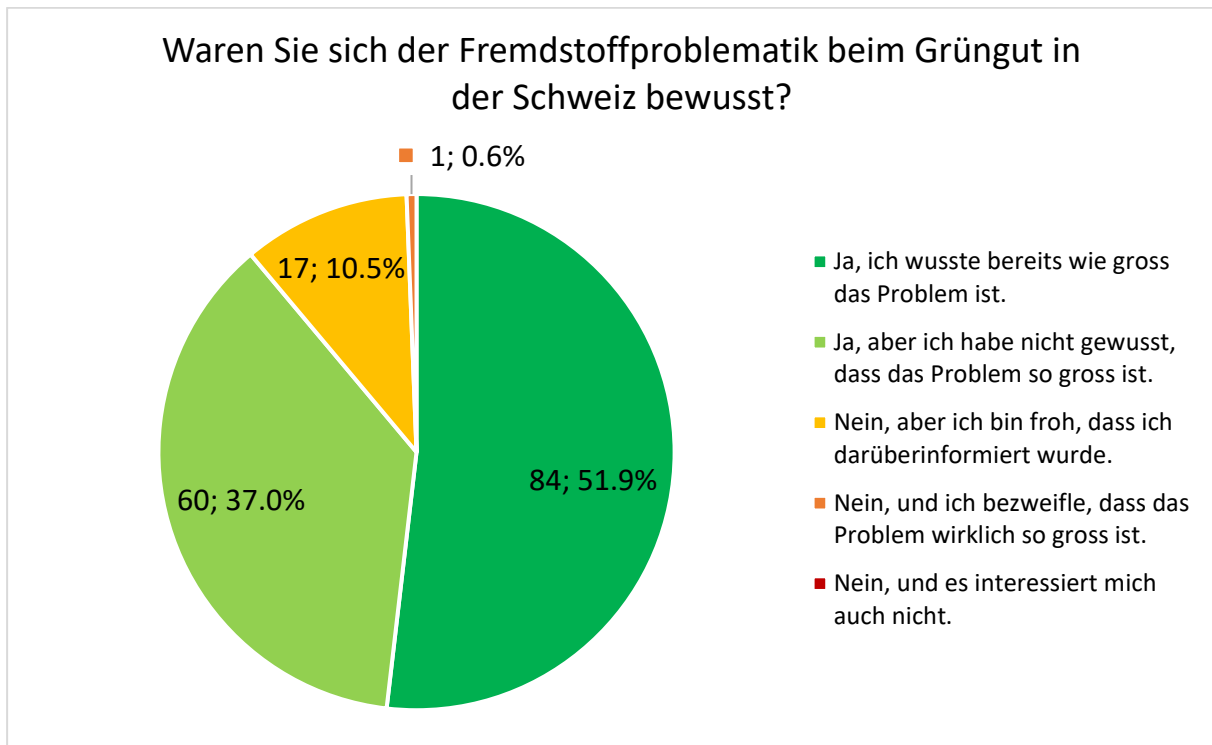


Abbildung 18: «Waren Sie sich der Fremdstoffproblematik beim Grüngut in der Schweiz bewusst?», N=162.

Auf die Frage wie oft es in der Vergangenheit vorgekommen sei, dass Fremdstoffe bei den Befragten in die Grüngutsammlung gelangt sind, gaben 122 Personen (75.3%) an, dass dies «selten» passiert sei (Abbildung 19). Die zweitgrösste Gruppe (18 Personen, 11.1%) gab an, dass dies in der Vergangenheit «sehr oft» vorgekommen sei. Darauf folgt die Gruppe «manchmal» (9 Personen, 5.6%) und «oft» (7 Personen, 4.3%). Ebenfalls nur Wenige (6 Personen, 3.7%) gaben an, nicht zu wissen, wie oft dies bei ihnen vorgekommen ist.

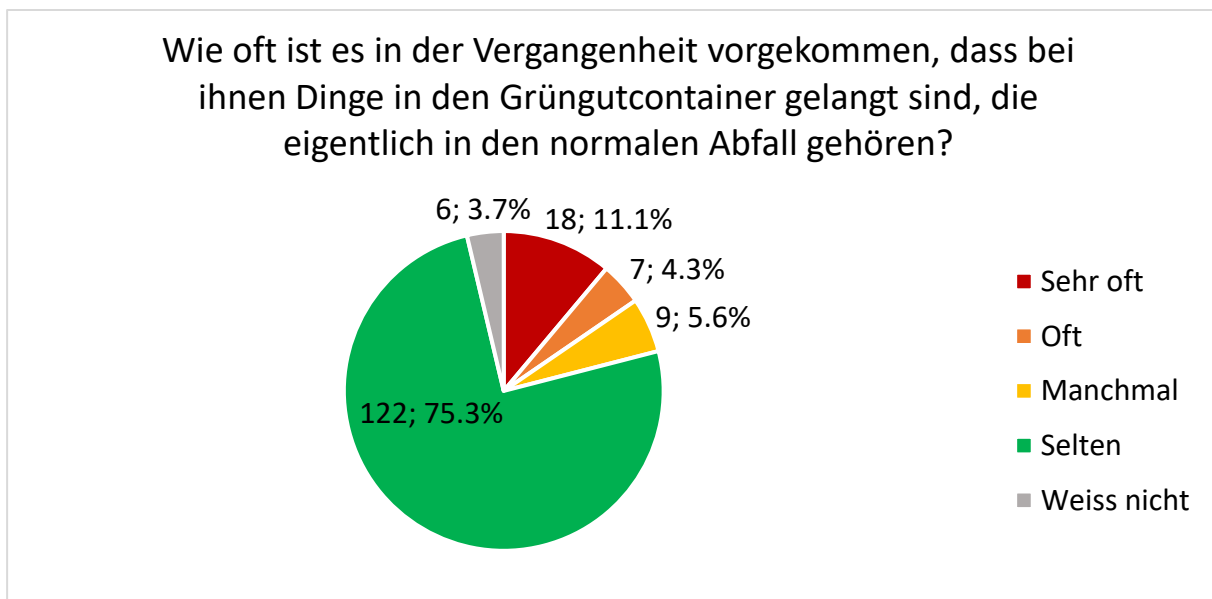


Abbildung 19: Selbsteinschätzung der Befragten bezgl. der Anzahl selbstverschuldeter Fehlwürfe. N=162

Eine Mehrheit von 94 Personen (58%) wünscht keine Rückmeldung zur Qualität ihres entsorgten Grünguts, die restlichen 42% (68 Personen) würden eine Rückmeldung begrüssen (Abbildung 20).

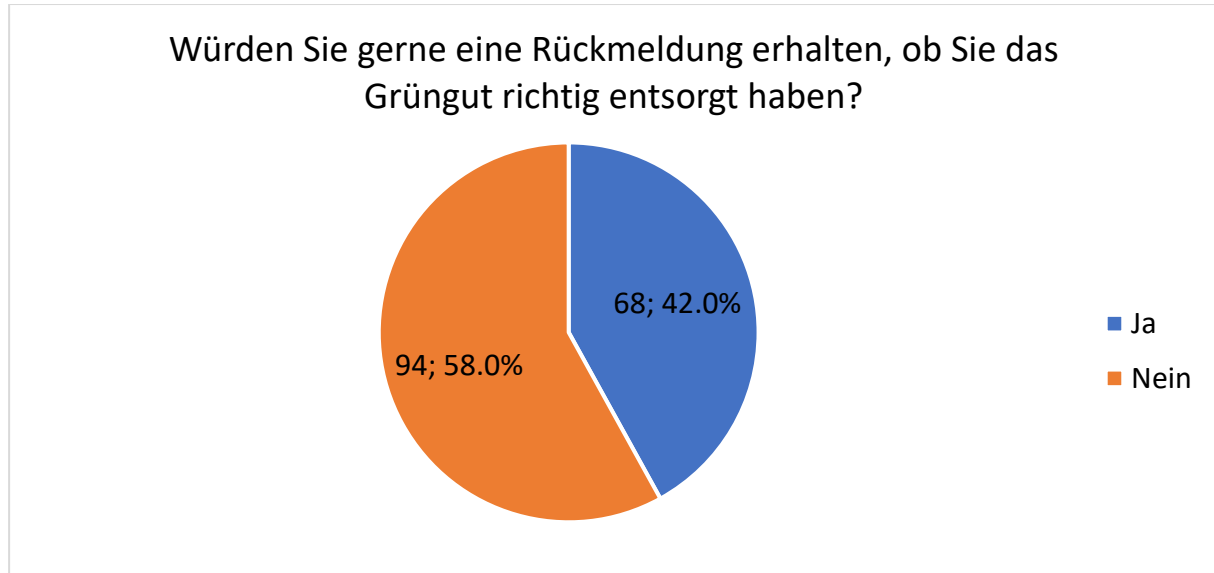


Abbildung 20: «Würden Sie gerne Rückmeldung erhalten, ob Sie das Grüngut richtig entsorgt haben?», N=162.

Von den 68 Personen, die eine Rückmeldung wünschen, würden 30 Personen (44.1%) diese gerne via E-Mail erhalten (Abbildung 21). Am zweitbeliebtesten war eine Rückmeldung über eine Handy-App (25 Personen, 36.8%), gefolgt von der Briefpost (13 Personen, 19.1%). Sechs Personen (8.8%) wissen nicht, in welcher Form sie die Rückmeldung erhalten möchten. Zweimal (2.9%) wurde unter der Option «Sonstiges» die Rückmeldung über einen Hinweis an der Grüntonne gewünscht. Aufgrund der identischen Antworten könnte es sich aber um dieselbe Person handeln. Von den 68 Teilnehmer*innen wählten 8 Personen mehr als einen Informationskanal aus. Am häufigsten (7 Personen) war die Kombination von E-Mail und Handy-App.

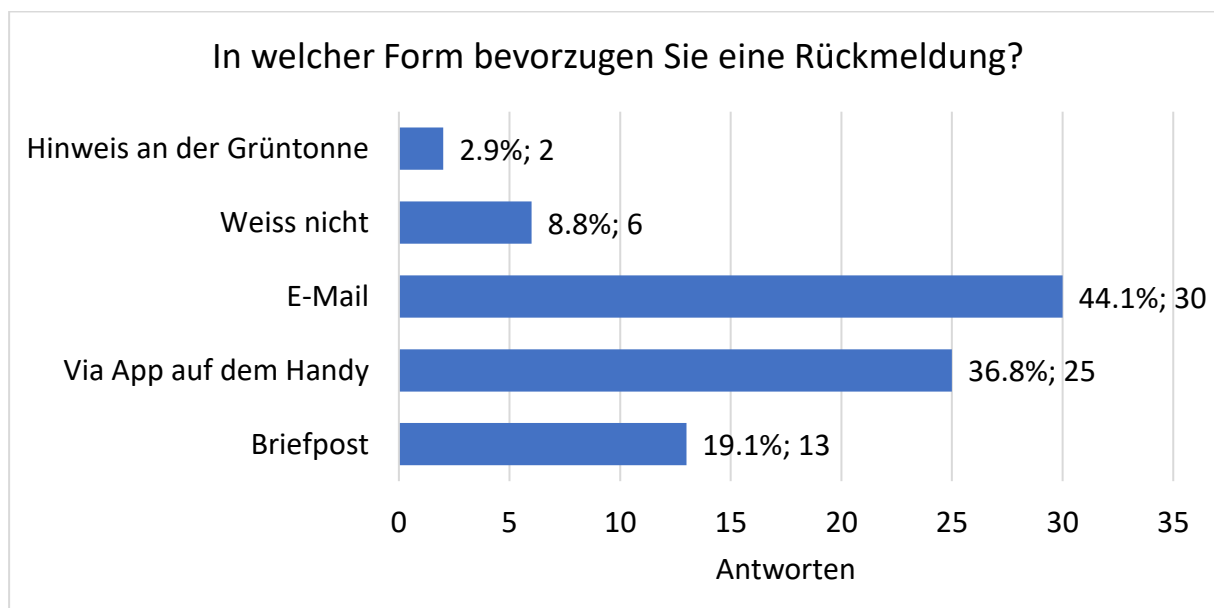


Abbildung 21: «In welcher Form bevorzugen Sie eine Rückmeldung?», N=68.

Eine klare Mehrheit von 72.1% der 68 Personen denkt, dass die Rückmeldung einen klaren Einfluss auf ihr Verhalten beim Entsorgen ihres Grünguts hätte. Zwölf Personen (17.6%) wählten die Option «eher ja» und sind daher noch nicht gänzlich davon überzeugt, dass sie ihr Verhalten, aufgrund der Rückmeldung, tatsächlich ändern würden. Zwei Personen (2.9%) gaben an, dass sie ihr Verhalten eher nicht ändern würden und drei weitere (4.4%) sagten, dass die Rückmeldung bei ihnen keine Verhaltensänderung bewirke. Die Antworten sind in Abbildung 22 ersichtlich.

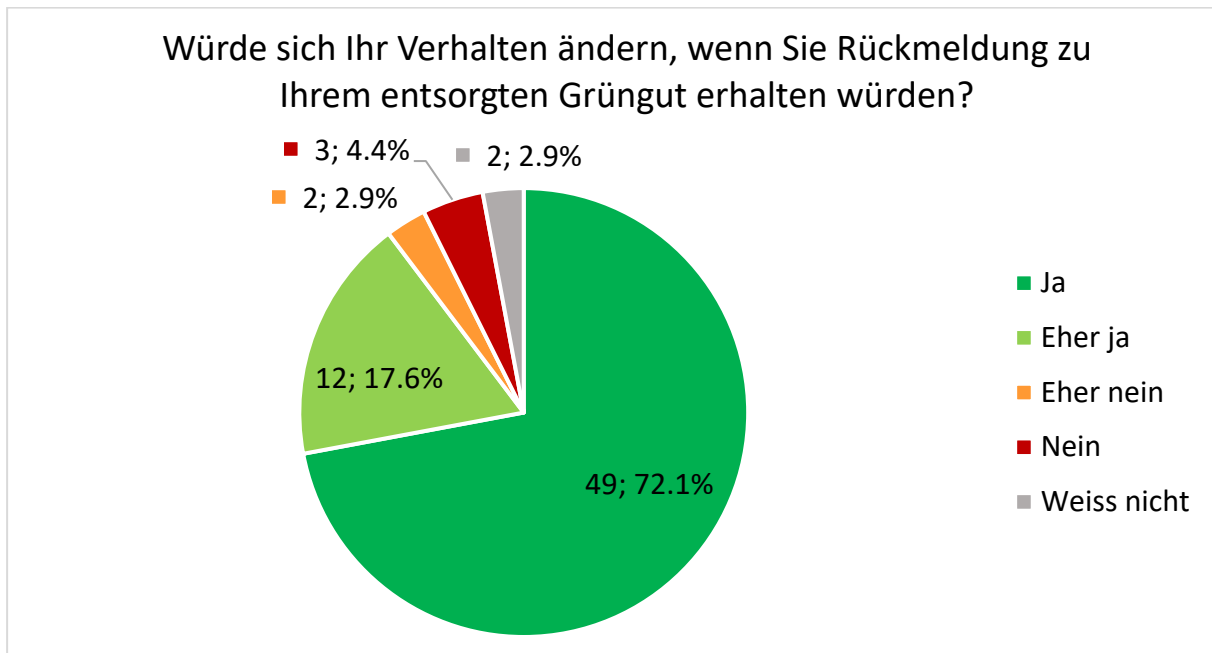


Abbildung 22: Beeinflusst eine Rückmeldung das eigene Trennverhalten? N=68

Fragen zu den Massnahmen zur Fremdstoffreduktion

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit möglichen Massnahmen zur Fremdstoffreduktion.

Als erstes wurde gefragt, ob die Umfrageteilnehmer*innen ein Bonus-Malus-System begrüßen würden (s. Abbildung 23), was 99 Personen (61.1%) bejahten. 30 Personen (18.5%) lehnten ein Bonus-Malus-System ab und 33 Personen (20.4%) wussten nicht, ob sie ein Bonus-Malus-System befürworten würden. Beim Bonus-Malus-System würden Kunden, die eine bessere Grüngutqualität abliefern, weniger bezahlen als Kunden mit verschmutztem Grüngut.

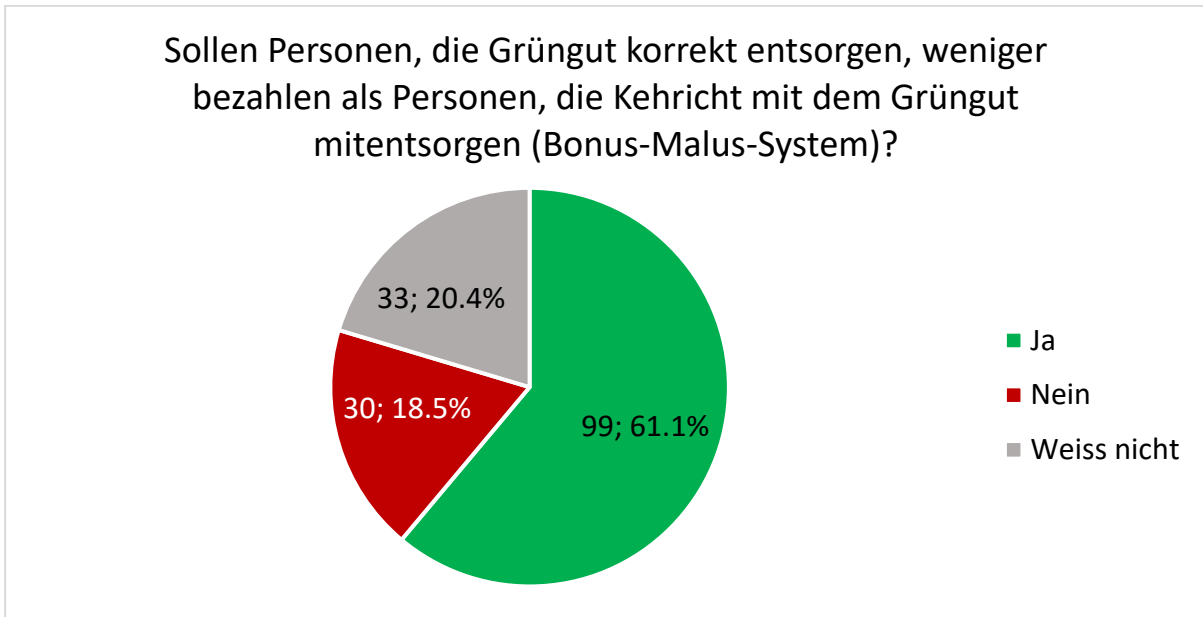


Abbildung 23: Meinungen zum Bonus-Malus-System. N=162

Eine weitere Massnahme, die in einigen Gemeinden bereits umgesetzt wird, ist der Annahmestopp bzw. die Annahmeverweigerung. In diesem Fall müssten Kunden, die Grüngut mit hohem Fremdstoffgehalt abliefern, das Grüngut kostenpflichtig als Kehricht entsorgen lassen bis sich die Qualität des Grünguts nachhaltig verbessert. Einen radikalen Annahmestopp begrüsst 40 Personen (24.7%), eine Mehrheit von 95 Personen (58.6%) begrüsst einen Annahmestopp nur im Wiederholungsfall, also wenn der Fremdstoffanteil regelmässig bzw. mehrmals hintereinander zu hoch ist. 19 Personen (11.7%) lehnten den Annahmestopp generell ab und acht Teilnehmer*innen (4.9%) wussten nicht, ob sie einen Annahmestopp begrüssen würden. Die Antworten sind in Abbildung 24 grafisch dargestellt.

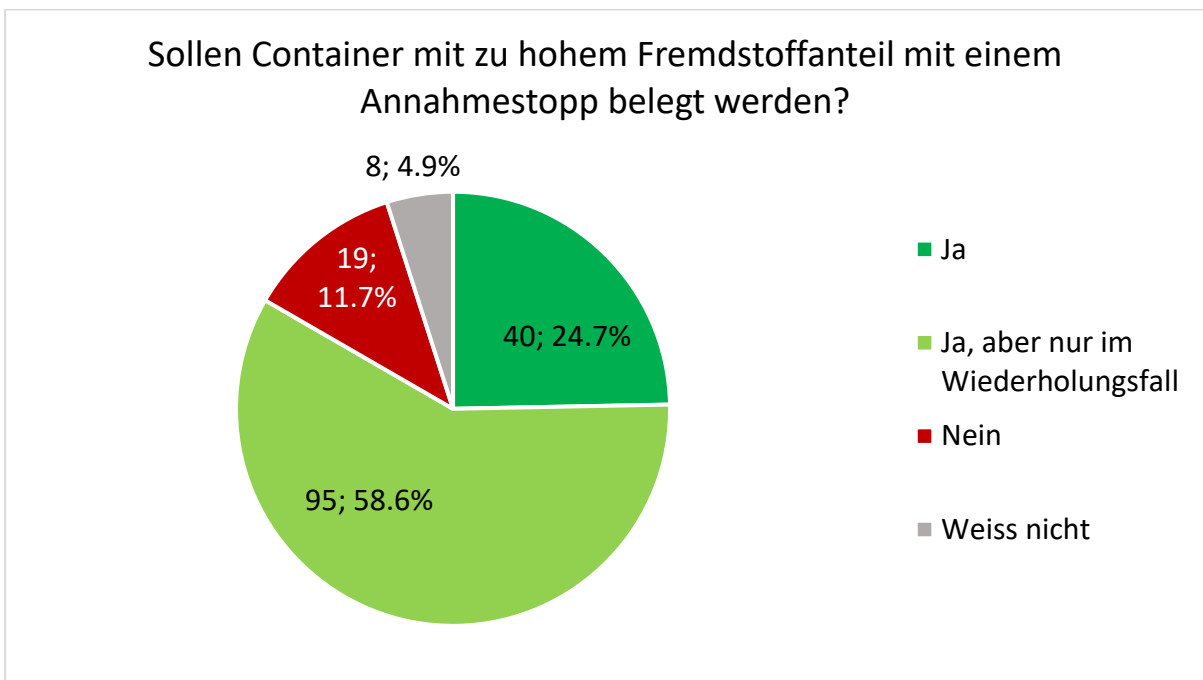


Abbildung 24: Meinungen zum Annahmestopp. N=162

Eine Mehrheit von 68.5% der 162 Befragten gab an, für die Entsorgung von Grüngut Zugang zu einem Gemeinschaftscontainer zu haben (Abbildung 25). Etwas mehr als ein Viertel der Befragten (42 Personen, 25.9%) besitzen einen eigenen Grüngutcontainer und 9 Personen (5.6%) gaben an, keinen Grüngutcontainer zu haben, wo sie ihr Grüngut entsorgen können.

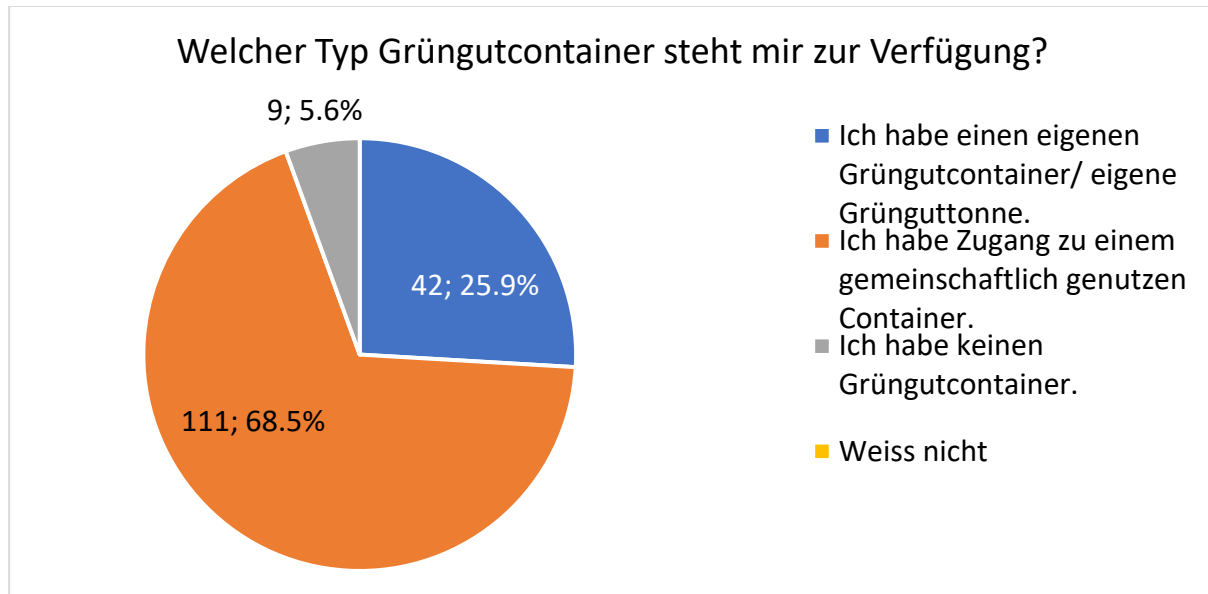


Abbildung 25: «Welcher Typ Grüngutcontainer steht mir zur Verfügung?», N=162

Die 111 Personen (68.5% aller Befragten), die angegeben haben Zugang zu einem Gemeinschaftscontainer zu haben, wurden zusätzlich gefragt, ob sie ihren Container gleich häufig nutzen würden, falls dieser vor der Entsorgung aufgeschlossen werden müsste. Dabei wurden zwei Varianten unterschieden:

- **Variante 1:** Jeder mit rechtmässigem Zugang zum Container bekommt einen Schlüssel oder eine Zahlenkombination, um den Container zu öffnen.
- **Variante 2:** Der Schlüssel muss vor der Entsorgung beim Hauswart geholt werden.

Wenig überraschend kam Variante 1 bei den Befragten wesentlich besser an. Die grosse Mehrheit (106 Personen, 95.5%) gab an, dass sie den Container trotz Mehraufwand gleich häufig benutzen würden, wenn sie ihn mit einem eigenen Schlüssel oder einem Zahlencode aufschliessen könnten. Nur vier Personen (3.6%) gaben an, den Container weniger zu benutzen, und sogar nur eine Person (0.9%) würde ihn gar nicht mehr benutzen wollen (Abbildung 26).

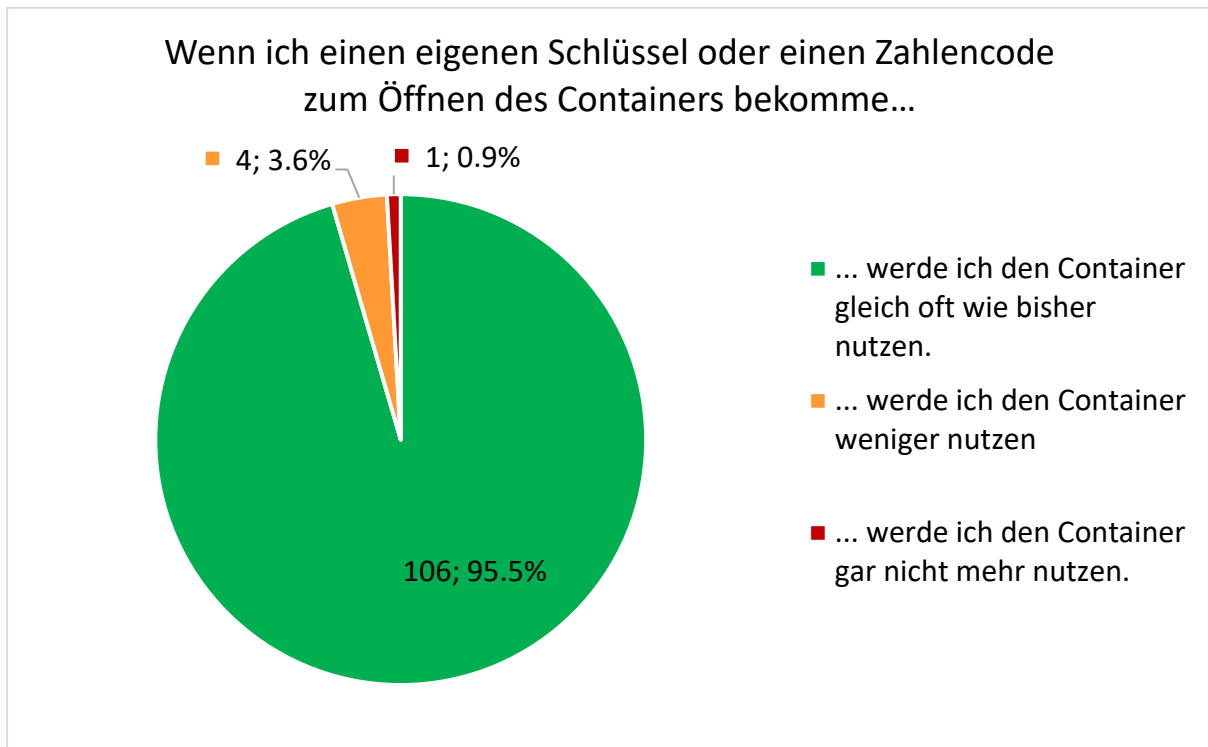


Abbildung 26: Massnahme für Gemeinschaftscontainer: Meinungen zu eigenem Schlüssel/ Zahlencode. N=111

Die Akzeptanz für Variante 2 war deutlich tiefer (Abbildung 27). Nur noch 29 der 111 Befragten (26.1%) würden den Container noch gleich häufig nutzen, wenn sie einen Schlüssel beim Hauswart holen müssten und 51 Personen (45.9%) gaben an, dass sie den Container weniger oft benützen würden. Ganze 27.9% (31 Personen) würden den Container mit dieser Massnahme nicht mehr benutzen.

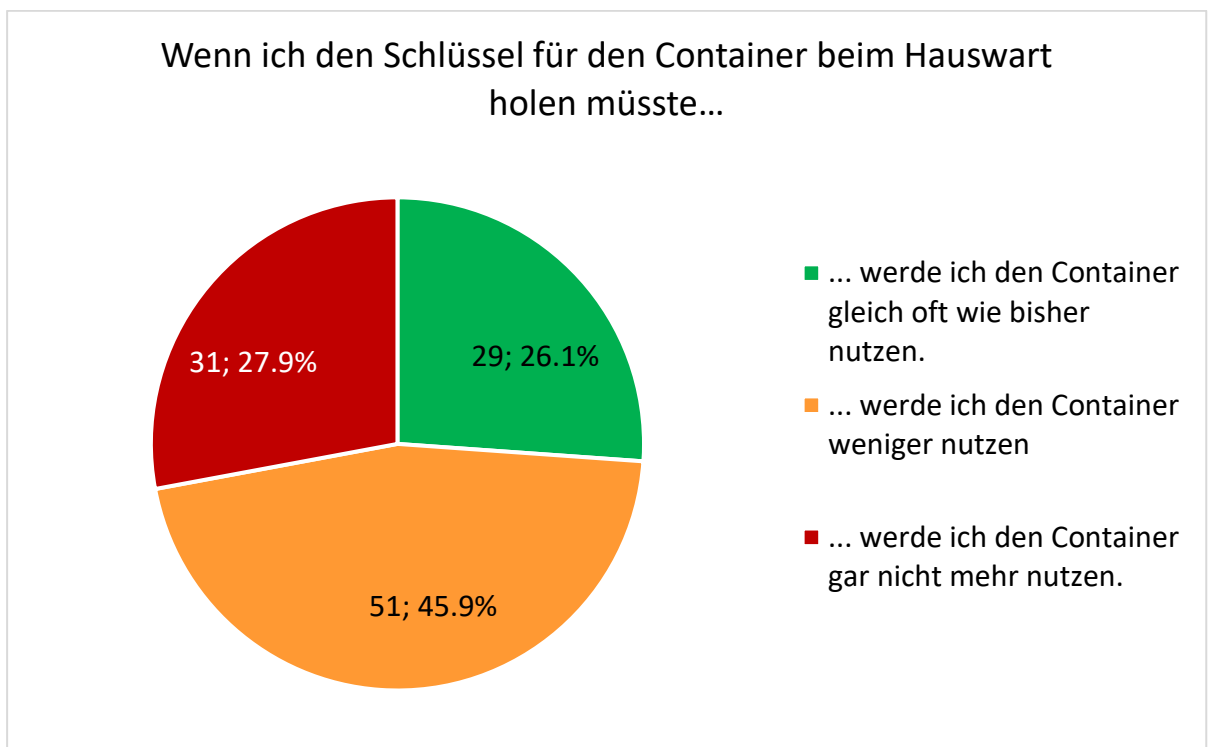


Abbildung 27: Massnahme für Gemeinschaftscontainer: Meinungen zur Variante ohne eigenen Schlüssel. N=111

Fragen zum Grüngutscanner

In diesem wichtigen Abschnitt wurden die Umfrageteilnehmer*innen zum Scanner bezüglich seiner Bekanntheit, Beliebtheit und Wirksamkeit befragt. Zudem wurden sie über die Funktionsweise und Zweck des Grüngutscanners informiert.

Die Umfrage ergab, dass nur 6.8% der 162 Befragten den Grüngutscanner zuvor bereits kannten (Abbildung 28). Über 93% (151 Personen) haben den Scanner vor der Umfrage nicht gekannt.

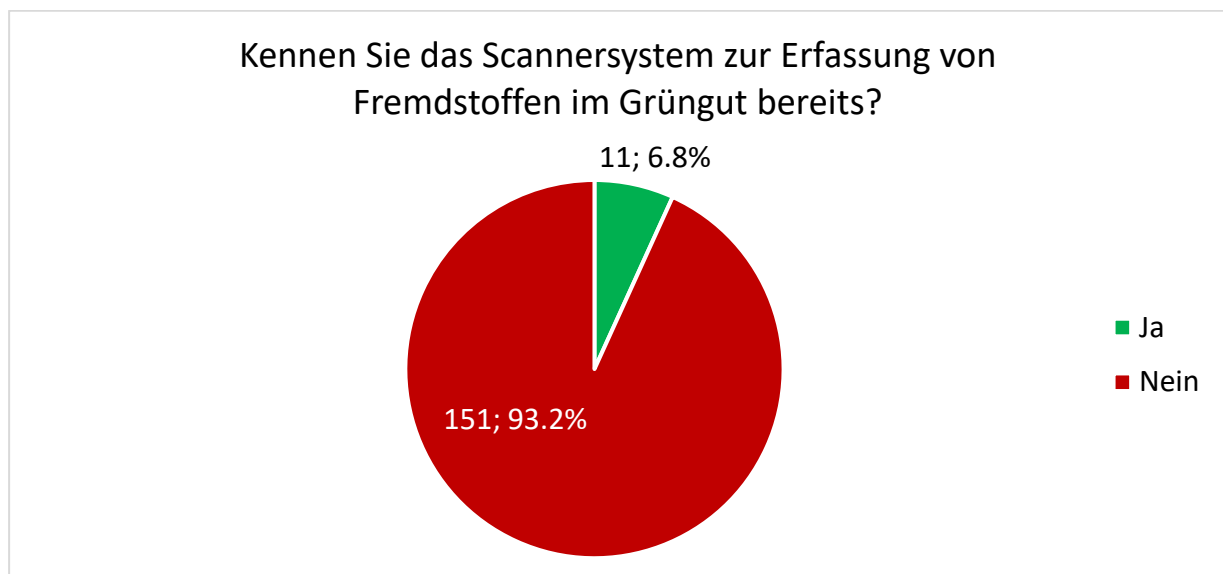


Abbildung 28: «Kennen Sie das Scannersystem zur Erfassung von Fremdstoffen bereits?», N=162

Eine klare Mehrheit von 113 Personen (69.8%) glaubt, dass der Scanner in ihrer Wohngemeinde zur Sensibilisierung beitragen würde, 19 Personen (11.7%) denken, dass der Scanner nicht zur Sensibilisierung beitragen würde und 30 Personen (18.5%) waren sich nicht sicher und wählten die Option «weiss nicht» (Abbildung 29).

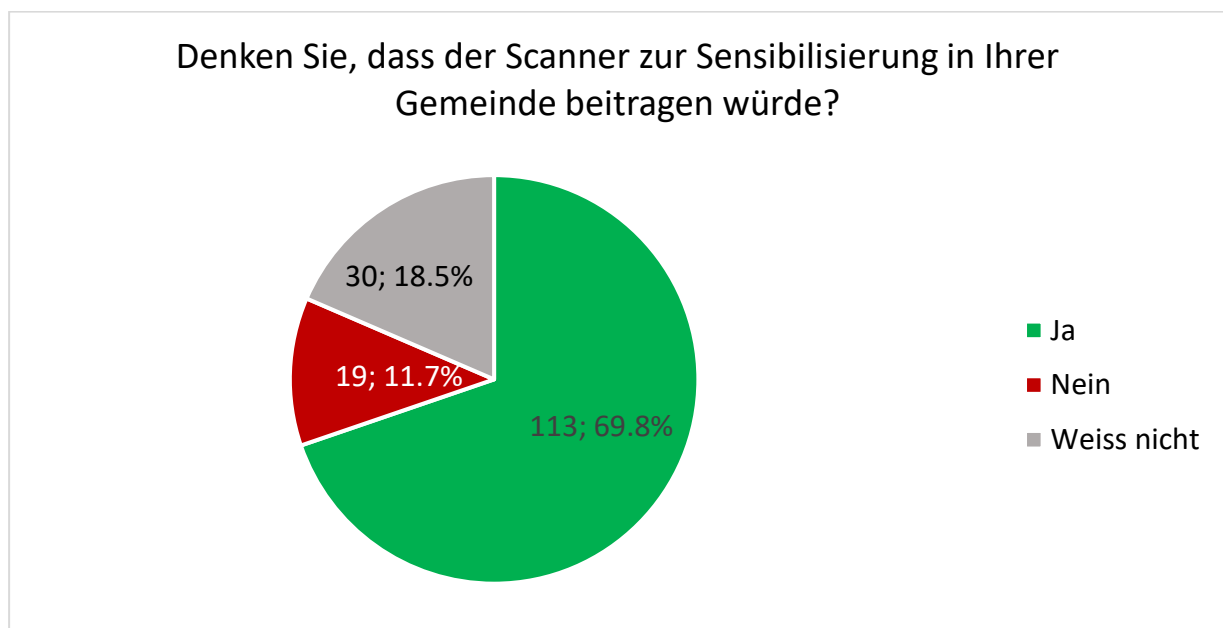


Abbildung 29: «Denken Sie, dass der Scanner zur Sensibilisierung in Ihrer Gemeinde beitragen würde?», N=162

Trotzdem, dass rund 30% der Befragten nicht von der Wirkung des Scanners als Sensibilisierungsmassnahme überzeugt waren, befürwortete eine überragende Mehrheit von 91.4% (148 Personen) den Einsatz des Scanners mit oder ohne Vorbehalte. Von allen 162 Befragten, befürwortete eine Mehrheit von 56.8% den Einsatz auch unter Anwendung von Sanktionsmassnahmen wie ein Bonus-Malus-System oder den Annahmestopp. Eine Minderheit von 28 Personen (17.3%) befürwortet den Einsatz nur, wenn auf jeweils eine der beiden Massnahmen verzichtet würde (vgl. Abbildung 30). Gleichviele Personen (17.3%) befürworten den Einsatz nur zu Informationszwecken und ohne sanktionierende Massnahmen. Nur 14 Personen (8.6%) lehnten den Einsatz des Scanners ab.

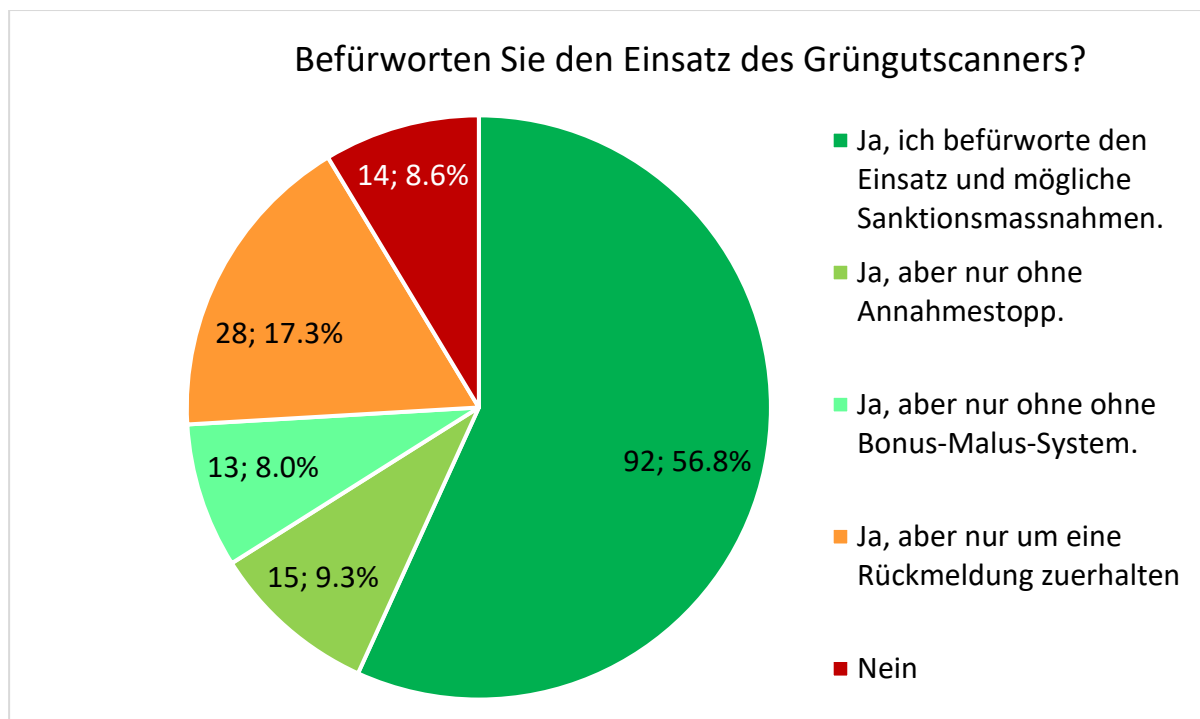


Abbildung 30: «Befürworten Sie den Einsatz des Grüngutscanners?», N=162

Der häufigste Grund weshalb die 14 Befragten den Einsatz des Scanners ablehnten, war ein möglicher Anstieg der Entsorgungskosten für Grüngut (vgl. Abbildung 31). Gleich oft wurden eigene Antworten formuliert, die in Abbildung 31 unter «Andere Gründe» zusammengefasst wurden. Zwei Teilnehmer*innen drücken darin ihre Zweifel an der Wirksamkeit des Scanners aus. So bedauerte eine jüngere Teilnehmerin, dass sie in ihrer Liegenschaft seit Jahren mit diesem Problem konfrontiert sei und auch wiederholte Informations- und Sanktionsmassnahmen keine Veränderung gebracht hätten, und ein älterer Herr sagt, dass viele Leute zu bequem seien und das Problem ihnen egal sei. Ausserdem sieht er im Umstand, dass in vielen Liegenschaften kein Hauswart mehr im Gebäude selbst wohnhaft sei, den Hauptgrund für das Fehlverhalten. Zwei weitere Teilnehmer*innen kritisieren mit ihren Antworten den Aufwand und die Komplexität des Systems. So nervt sich eine Teilnehmerin mittleren Alters darüber, dass alles komplizierter werde, weil «gewisse Leute zu dumm» seien, und ein Teilnehmer mittleren Alters sagte, der Aufwand sei zu gross. Welchen Aufwand er damit genau meint, lässt sich nicht sagen.

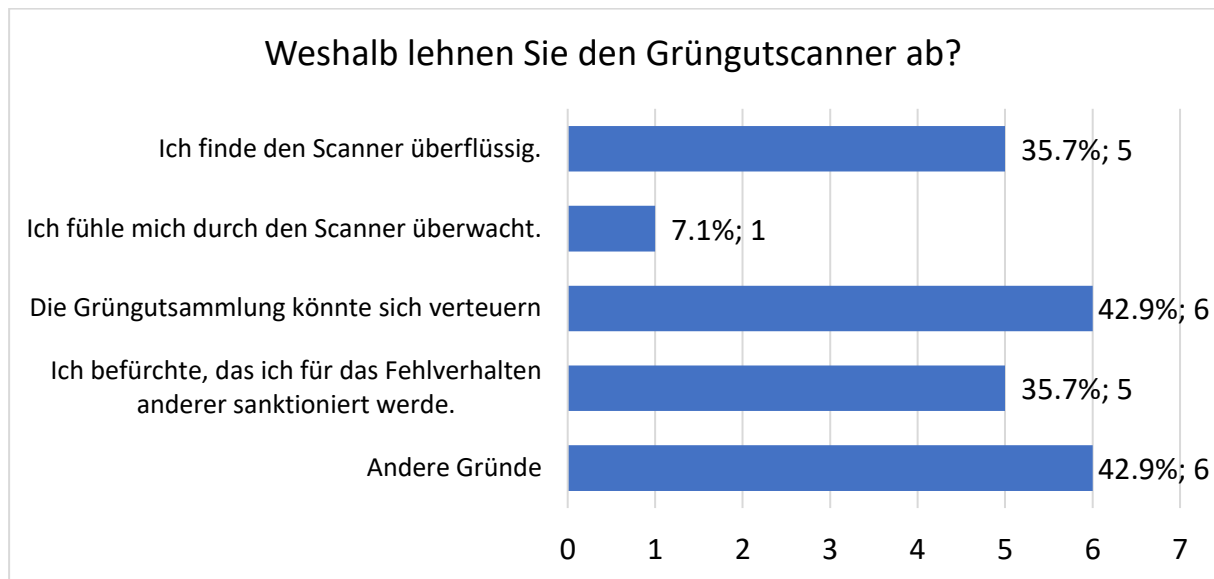


Abbildung 31: «Weshalb lehnen Sie den Grüngutscanner ab?», N=14

5 Diskussion

Ein Blick in die Abfallstatistik des Bundes zeigt, dass biogene Abfälle eine bedeutende Rolle in der schweizerischen Abfallwirtschaft spielen. Die jährliche Menge separat verwerteter biogener Abfälle lag in den letzten Jahren um die 1.3 Mio. Tonnen, stieg aber im Jahr 2019 auf rund 1.4 Mio. Tonnen an [3]. Gleichzeitig bilden biogene Abfälle mit etwa 32% (Stand 2012) die grösste Abfallfraktion im Kehricht, die in der KVA verbrannt wird [5]. Dass der Anstieg in der Separatsammlung von 2019 durch ein verbessertes Trennverhalten und Umweltbewusstsein beim Konsumenten zurückführen lässt, ist eher unwahrscheinlich, da die Grüngutqualität seit Jahren tendenziell abnimmt und eine Verhaltensänderung innerhalb eines Jahres kein realistisches Szenario darstellt. Somit könnte sich die Menge biogener Abfälle, die 2019 mit dem Kehricht entsorgt wurden, im Bereich von 920'000 Tonnen bewegen. Das ist mehr als die schätzungsweise 740'000 Tonnen aus den Gemeinden, die im gleichen Zeitraum separat verwertet wurden. Auch falls ein grosser Teil, dieser mit dem Kehricht entsorgten biogenen Abfälle, nicht für die Separatsammlung geeignet gewesen wäre, ist anzunehmen, dass immer noch viel stofflich verwertbares Material über die Kehrichtsammlung verloren geht. Dies bedeutet, dass ein Rückgang der separat gesammelten Grünabfälle durch den Einsatz des Grüngutscanners und den damit verbundenen Sanktionsmassnahmen unbedingt vermieden werden muss. Der Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft, wie sie die schweizerische Gesetzgebung vorsieht, wird sonst immer unwahrscheinlicher.

Bezüglich der Organisation der kommunalen Grüngutsammlung in den Schweizer Gemeinden lässt sich festhalten, dass sich diese in drei Grundtypen, dem Hol-System, Bring-System und Kombisystem einteilen lassen. Im Vergleich bietet das Hol-System die meisten Vorteile. Da der Grüngutscanner in einem Sammelfahrzeug montiert wird, eignet er sich nur für Gemeinden mit Hol- oder allenfalls Kombisystem. Damit lässt er sich in jenem Sammelsystem einsetzen, das die besten Eigenschaften aufweist und darum künftig öfters eingesetzt werden sollte. Betrachtet man die

Verbreitung der Sammelsysteme, so sieht man, dass wahrscheinlich mehr als die Hälfte (etwa 56%) der Gemeinden mindestens teilweise ein Hol-System nutzen. So gäbe es unter den aktuell 2172 Gemeinden der Schweiz etwa 1216 Gemeinden, in denen der Scanner grundsätzlich zum Einsatz kommen könnte. Das Hol-System wird tendenziell häufiger in urbanen Gemeinden verwendet und ist in der Deutschschweiz häufiger anzutreffen als in den anderen Sprachregionen. Dementsprechend befinden sich viele potenzielle Kunden für den Scanner unter den urbanen Gemeinden und in der Deutschschweiz. Grössere Gemeinden, bzw. Städte, eignen sich aber auch wegen den verhältnismässig hohen Investitions- und Betriebskosten besonders gut als Kunden. Allerdings wäre es falsch anzunehmen, dass der Scanner nur für grössere Gemeinden mit hohem Budget interessant wäre, denn viele Schweizer Gemeinden organisieren die Entsorgung von Abfällen gemeinschaftlich und schliessen sich dazu zu Verbänden zusammen und/oder beauftragen externe Dienstleister mit der Entsorgung. Zwar nimmt damit die Anzahl Gemeinden ab, die Anzahl der potenziellen Kunden steigt durch die Kostenvorteile aber sehr wahrscheinlich.

Erschwert wird der Einsatz des Scanners durch die Vielfältigkeit der Separatsammlung in den Gemeinden, nicht zuletzt auch bei der Finanzierung. So scheint das Subsidiaritätsprinzip im Bereich der Grüngutsammlung manchmal zu fraglichen Finanzierungsmodellen zu führen, die teils auch klar dem Verursacherprinzip des schweizerischen Umweltrechts widersprechen. Erfahrungen aus dieser Arbeit und dem Vorprojekt zeigen zudem, dass die Finanzierung der Separatsammlung in der Lokalpolitik eine gewisse Brisanz aufweist und nicht gerne öffentlich thematisiert wird. Die Einführung eines Bonus-Malus-Systems wird je nach Finanzierungsmodell erschwert oder gar verunmöglicht, wenn die Separatsammlung ausschliesslich über die Steuern finanziert wird, wie es bis mindestens 2016 vereinzelt in Gemeinden noch vorgekommen ist. Durch diese Vielfältigkeit in der Separatsammlung steigt also der Bedarf an kunden- bzw. gemeindespezifischen Lösungen für den Einsatz des Grüngutscanners.

Die Studie «*Lebensmittelabfälle im Schweizer Grüngut*» im Auftrag des BAFU (2018) [15], konnte die Befunde früherer Studien bestätigen, dass der Fremdstoffgehalt im Schweizer Grüngut in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten zugenommen hat. Dies deckt sich auch mit Beobachtungen einiger Gemeinden, die anlässlich dieser Arbeit angefragt wurden an der Umfrage mitzuwirken. Der Negativtrend hin zu mehr Fremdstoffen im Grüngut kann somit als erwiesen betrachtet werden. Dabei sind Kunststoffe besonders häufig im Grüngut zu finden. Bezogen auf ihre Masse, machen sie zwar nur einen kleinen Teil der Fremdstofffraktion aus, was aber auf ihre geringere Dichte gegenüber anderen Fremdstoffen, wie Metalle und Steine, zurückzuführen ist. Kunststoffe sind zudem ungleich kritischer zu beurteilen als beispielsweise Steine und Metalle, da Kunststoffe bodenfremde Materialien sind. Über ihr Verhalten im Boden ist fast nichts bekannt und gesundheitliche sowie ökologische Schäden durch Mikroplastik können nicht ausgeschlossen werden. Die Ausbringung von Recyclingdüngern scheint zudem neben Littering der zweitgrösste Haupteintragspfad für Plastik in den Schweizer Boden zu sein. Mit rund 50 Tonnen Plastik pro Jahr stammen rund 30% des Gesamteintrags von Kunststoffen aus der Grüngutsammlung [17]. Durch seine Fähigkeit erdölbasierte Kunststoffe von Bioplastik zu unterscheiden hat der Scanner auch die nötigen Voraussetzungen, um Daten zur Kunststoffmenge im kommunalen Grüngut zu sammeln und ist hier dem

menschlichen Auge klar überlegen. Gerade im Hinblick auf die unklaren Auswirkungen von Kunststoffen auf Mensch und Umwelt ist ein Monitoring in diesem Bereich besonders wichtig.

Zur Herkunft der Fremdstoffe im kommunalen Sammelgut schreibt das BAFU, dass diese grösstenteils bereits im Haushalt in das Grüngut gelangen. Das ist plausibel, denn systembedingt ist eine nachträgliche Verschmutzung unwahrscheinlich. Weniger klar ist, wieviel die kommunale Separatsammlung zur gesamten Fremdstoffproblematik beiträgt. Visuelle Kontrollen und die Analysen durch den Grüngutscanner haben aber gezeigt, dass Grüngut aus der Separatsammlung der Gemeinden teils einen sehr hohen Fremdstoffgehalt aufweisen, was einen signifikanten Beitrag zur Fremdstoffproblematik erahnen lässt. Dazu kommt, dass biogene Abfälle aus anderen Quellen oft direkt vom Verursacher zur Verwertung gebracht werden und somit einer strengeren Kontrolle bei der Annahme unterliegen. Dies wurde auch im Rahmen des Vorprojekts durch den Grüngutverwerter Allmig in Baar ZG bestätigt, wonach Fremdstoffe fast ausschliesslich aus der kommunalen Grüngutsammlung anzutreffen seien. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die kommunale Separatsammlung mit grosser Wahrscheinlichkeit die grösste Fremdstoffquelle darstellt. Somit setzt der Grüngutscanner also am richtigen Ort an, um das Fremdstoffproblem anzugehen.

Ob ein Zusammenhang zwischen Urbanität und Fremdstoffgehalt besteht, kann aufgrund der vorliegenden Daten nicht abschliessend geklärt werden. So wurde in einer quantitativen Analyse im Auftrag des BAFU kein Zusammenhang zwischen Fremdstoffgehalt und Urbanität der untersuchten Gemeinde gefunden. Einzig beim Kunststoff war der Gehalt in den städtischen Gemeinden höher als in ländlichen. Allerdings wurden im Umfang dieser Studie lediglich sechs Gemeinden untersucht. Gerade auch in Anbetracht der grossen Schwankungen im Fremdstoffgehalt zwischen den Gemeinden, schmälert das die Aussagekraft erheblich. Zum gegenteiligen Schluss kommt der Grüngutverwerter Allmig (Baar ZG), der mit steigender Urbanität eine klare Zunahme der Fremdstoffe feststellt. Dabei handelt es sich aber wiederum um subjektive Beobachtungen. Klar hingegen scheint die Existenz sogenannter Hot-Spots zu sein. Fremdstoff-Hot-Spots wurden seit 2001 in mehreren Studien beschrieben und sind auch im Rahmen dieser Arbeit und dem Vorprojekt festgestellt worden.

Zur Fremdstoffreduktion empfehlen sowohl das BAFU wie auch Biomasse Suisse Sensibilisierungsmassnahmen, Informationskampagnen und Sanktionsmassnahmen wie ein Annahmestopp für Container mit erhöhtem Fremdstoffgehalt oder ein Bonus-Malus-System. Auch ein Rückmeldesystem zum Entsorgungsverhalten an die Konsumenten wird als mögliche Massnahme genannt. Der Grüngutscanner kann dazu die nötigen Daten liefern und Abläufe vereinfachen, vor allem in Kombination mit einem Ident-System. Das BAFU sagt, dass sich ein Detektionssystem zur Optimierung visueller Kontrollen eigne. Dies trifft auf den Grüngutscanner insofern zu, als dass er genauere Daten zur Zusammensetzung liefert und insbesondere auch Kunststoff von Bioplastik unterscheiden kann. Bei den Kosten und beim Zeitaufwand ist im Vergleich zu den visuellen Kontrollen durch den Sammeldienst allerdings mit einem Mehraufwand zu rechnen. Technische Möglichkeiten, den Zeitaufwand zu reduzieren, sind beschränkt. Der Einsatz eines Fahrzeugtyps, der einen Betrieb der Presse während der Fahrt zulässt, ist möglich. Eine technische Lösung, die es

ermöglicht den Inhalt mehrerer Container nacheinander zu scannen, ohne jedes Mal den Pressvorgang starten zu müssen, ist noch nicht greifbar.

Eine Schwäche des Systems, die im Vorprojekt beim Einsatz im Kanton Zug identifiziert wurde, konnte durch die Einführung eines Ident-Systems behoben werden: Mit dem Ident-System können nun auch Container, die zusammen an einem zentralen Platz stehen, dem Besitzer zugeordnet werden. Ein Ident-System ist aber auch mit zusätzlichen Kosten für Transponder, Lesegeräte und weitere Komponenten verbunden.

Weiterhin besteht das Problem mit der Rückverfolgbarkeit der Fremdstoffe bei Gemeinschaftscontainern, wie sie gemäss den vorläufigen Umfrageergebnissen einer Mehrheit der Befragten zur Verfügung stehen. Eine Verbesserung der Situation lässt sich möglicherweise durch abschliessbare Container erreichen. Ein Schloss würde die illegale Entsorgung von Abfall durch fremde Personen ausschliessen, wodurch es klar wird, dass der Abfall von Personen aus der Liegenschaft stammt. Das wiederum würde den Druck auf die Verursacher erhöhen, ihr Grüngut korrekt zu entsorgen. Vielleicht wäre es sogar möglich, Problem-Container mit einem digitalen Schloss auszustatten, das sich mit einer individuellen PIN oder Zugangskarte öffnen lässt und die Zugangsdaten über einen bestimmten Zeitraum speichert. So könnte der Druck zusätzlich erhöht werden und die Verursacher durch den Hauswart aufgrund der Zugangsdaten eruiert werden. Eine kurze Internetrecherche zeigt, dass es unzählige Angebote für elektronische Schlösser gibt. Diese Systeme sind aber fast ausschliesslich für den Einsatz in Schränken, Spinden, Werkzeugkoffern oder auch Frachtcontainern gedacht. Ob ein passendes System für den beschriebenen Einsatz in Grüngutcontainern existiert, müsste abgeklärt werden.

Betrachtet man das gesamte «System Grüngutscanner», zeigt sich, dass es sich beim Scanner selbst um ein Kontrollinstrument handelt, dessen Nutzen im Informationsgewinn und den automatisierten Abläufen liegt. Der Scanner selbst kann nicht verhindern, dass Fremdstoffe ins Grüngut gelangen, dazu muss er zwingend mit weiteren Massnahmen kombiniert werden und ist mindestens ein Stück weit auch auf die Kooperation der Konsument*innen angewiesen. Dies tut zwar dem Scanner im geplanten Einsatz keinen Abtrag, ist aber trotzdem sein grösstes Problem. Denn aus Sicht der Kunden wird eine möglichst einfache Lösung mit vorhersehbaren Resultaten verlangt. Der durch den Scanner generierte Mehrwert ist für die Gemeinden auf den ersten Blick nicht immer ersichtlich oder erscheint, im Hinblick auf die Kosten, nicht ausreichend, um den Einsatz des Scanners zu rechtfertigen. Umso wichtiger ist es, konkrete Vorschläge oder technische Zusatzlösungen anzubieten, welche die Rückverfolgbarkeit bei Gemeinschaftscontainern verbessern können. Besonders in kleineren Gemeinden, die ihre Hot-Spots durch visuelle Kontrollen bereits identifiziert haben, und Sanktionsmassnahmen keine Verbesserung bewirkt haben, können vom Scanner allein nur wenig profitieren. Für grosse Gemeinden oder für externe Dienstleister, die im Auftrag mehrerer Gemeinden die Separatsammlung durchführen, kann sich der Einsatz des Scanners aber durchaus auch so lohnen, da er die Rückmeldung an Konsumenten automatisieren kann, was je nach Einwohnerzahl ohne Scanner sehr aufwändig wäre. Bezüglich des Kostenmodells für den Scanner, lässt sich bemerken, dass die Verrechnung einzelner Scans auf Kunden wahrscheinlich nicht besonders attraktiv wirkt. Ausserdem wird so ein Anreiz geschaffen, aus Kostengründen auf Scans zu

verzichten, was der Idee einer kontinuierlichen und systematischen Erfolgskontrolle widerspricht. Die pauschale Verrechnung der Scans könnte hier Abhilfe schaffen.

Diskussion der Umfrage

Die Durchführung der Umfrage zeigte, dass viele Gemeinden zu wenig Interesse oder Kapazität haben an einer Umfrage mitzuwirken, auch wenn sich die Arbeit für die Gemeinde dabei auf ein Minimum beschränkt. Viele der Gemeinden haben trotz wiederholter Bitte nicht auf die Anfrage reagiert. Andere haben trotz grundsätzlichem Interesse an der Thematik abgesagt. Unter anderem mit den Begründungen, dass bereits viele Umfragen durchgeführt worden seien, oder dass die Umfrage zu viel Unruhe in die Gemeinde bringen würde. Hier zeigt sich wieder, dass das Thema Grüngutsammlung in Verbindung mit Massnahmen eine gewisse Brisanz aufweist. Die Umfrage konnte schlussendlich nur in drei Zürcher Gemeinden durchgeführt werden. Insgesamt nahmen 162 Personen an der Umfrage teil. Die Umfrage kann mit drei Deutschschweizer Gemeinden und N=162 Teilnehmer*innen nicht die Situation in der gesamten Schweiz repräsentieren. Ein Vergleich der aktuellen Umfrage mit jener aus dem Vorprojekt im Kanton Zug (N=90, 10 Gemeinden), zeigt jedoch eine ausserordentlich gute Übereinstimmung bei gleichen und vergleichbaren Fragen. Dass also trotz zeitlicher und räumlicher Distanz und teilweise unterschiedlicher Fragestellung ähnliche bis sehr ähnliche Resultate erzielt wurden, spricht für die deren Aussagekraft, zumindest in der Deutschschweiz. Einzig bei der Frage zur Rückmeldung, ob sie das Grüngut richtig entsorgt haben, unterscheiden sich die Resultate der beiden Umfragen auch qualitativ: Während die Teilnehmer*innen in der aktuellen Befragung eine Rückmeldung mit 58% (N=162) ablehnten, wollte im Kanton Zug eine knappe Mehrheit von 52.4% (N=82) eine Rückmeldung erhalten. In der folgenden Diskussion der aktuellen Umfrageresultaten, wird auf die Resultate aus dem Vorprojekt verwiesen.

Um aussagekräftigere und gesamtschweizerisch gültige Daten zu erhalten, kann die jetzige Umfrage durch die Auftraggeberschaft weitergeführt werden. Die bisherigen Daten und deren Auswertung kann aber auch zur Anpassung des Fragebogens genutzt werden. Sollte die Umfrage in kleinem Rahmen weitergeführt werden, erfolgt die Auswahl der Gemeinden am besten nach einem vereinfachten Schema, beruhend auf den drei Hauptkategorien der Gemeindetypologie 2012 unter Berücksichtigung der Sprachregionen. Ab etwa 25 Gemeinden, bietet sich eine Auswahl nach der Gemeindetypologie nach 9 Kategorien an, um möglichst aussagekräftige Resultate zu gewinnen.

Bezüglich des Sammelverhaltens zeigt die Umfrage erfreuliche Resultate. Die allermeisten Teilnehmer*innen gaben an, Grüngut separat zu sammeln. Bereits das Vorprojekt zeigte ähnlich hohe Werte. Diesmal lagen sie aber mit 96.3% sogar noch höher als im Vorprojekt (91.1%). Gemäss beiden Umfragen wurden zudem am häufigsten Rüstabfälle gesammelt. Zwar kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Befragten ihre Grünabfälle überdurchschnittlich oft separat sammeln, es gibt aber auch keine Gründe anzunehmen, dass die Werte stark von den realen Verhältnissen abweichen, zumal die Frage nicht ausschliesst, dass Grünabfälle gelegentlich über den Kehricht entsorgt werden und die Grünabfuhr ein etabliertes System darstellt, das wohl jeder in der Schweiz wohnhaften Person bekannt ist.

Die Umfrage zeigt zudem, dass die meisten Teilnehmer*innen grundsätzlich wissen, was über die Grüngutsammlung entsorgt werden darf. Kumuliert war das eine Mehrheit von fast 99%, wobei rund 75% davon ganz genau wussten, was sie entsorgen dürfen und etwas mehr als 24% dies «eher» wussten. Die Umfrage aus dem Vorprojekt zeigt ähnliche Ergebnisse, wobei fast 96% wussten, welche Abfälle und Gebinde in der Grüngutsammlung erlaubt sind. Dazu ist zu bemerken, dass die Frage aus dem Vorprojekt als Ja-/Nein-Frage konzipiert war und in der aktuellen Umfrage eine graduelle Antwortskala verwendet wurde. Die Resultate zeigen, dass die Information der Bevölkerung durch die Gemeinde in den meisten Fällen erfolgreich ist.

Die Fremdstoffproblematik scheint ein bekanntes Problem zu sein. So gaben knapp 89% der Befragten an, das Problem vor der Umfrage bereits gekannt zu haben. Allerdings war über einem Drittel (37%) der Befragten das Ausmass des Problems, bis hin zur Gefährdung der Separatsammlung, nicht bekannt. Fast alle anderen Teilnehmer*innen waren froh, über das Problem und dessen Ausmass informiert worden zu sein. Zudem zeigt sich, dass das Problem kaum angezweifelt wird. Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass das Problem der Bevölkerung weitläufig bekannt ist und meistens auch ernst genommen wird, aber dessen Ausmass noch zu wenigen bewusst ist. Durch vermehrte Aufklärung könnte das Bewusstsein für die Fremdstoffproblematik nochmals gesteigert werden.

Der Inhalt des Kampagnen-Bildes der Initiative «stop-plastic» wird von fast 96% der Befragten erkannt. Trotzdem bemängeln knapp 22% die Klarheit der Aussage. Bei diesem Widerspruch könnte es sich möglicherweise um einen Above-Average-Effekt handeln. Dennoch sollte nochmals überprüft werden, ob das kunstvoll gestaltete und dezent gehaltene Bild die gewünschte Werbewirkung erzielt.

Wie bereits im Vorprojekt, ist das Trennverhalten von rund drei Viertel der Befragten, nach eigener Einschätzung, vorbildlich. Während im Vorprojekt die Frage nach Fehlwürfen als Ja-/Nein-Frage konzipiert war, wurde in der aktuellen Umfrage nach der Häufigkeit der (unabsichtlichen) Fehlwürfen gefragt. Weil in den Antwortmöglichkeiten auf die Option «nie» verzichtet wurde, musste stattdessen die Option «selten» oder allenfalls «weiss nicht» gewählt werden. Rund 75% der Befragten antworteten mit «selten» und im Vorprojekt rund 77% mit «nein». Auffallend war, dass die zweitgrösste Gruppe mit rund 11% mit «sehr oft» antwortete. Die Gründe für die vielen Fehlwürfe in dieser Gruppe lassen sich nicht rekonstruieren, aber ein vorsätzliches Handeln erscheint in Anbetracht der restlichen Antworten eher unwahrscheinlich. Dass sich eine grosse Mehrheit beim Entsorgen von Grüngut korrekt verhält, ist im Hinblick auf Fremdstoff-Hot-Spots nicht unwahrscheinlich.

Wie bereits angesprochen, möchten 58% der Befragten keine Rückmeldung zum Fremdstoffgehalt ihres Sammelguts erhalten, während im Vorprojekt noch 52.4% eine Rückmeldung wünschten. Die vorläufigen Umfrageergebnisse lassen somit noch keinen klaren Trend erkennen, ob eine Rückmeldung in der Deutschschweiz mehrheitlich gewünscht wird. Vielmehr scheint es so, dass das Verhältnis etwa ausgeglichen ist. Dieses Ergebnis ist etwas ernüchternd, weil die Pilotversuche mit dem Wertstoffscanner in Österreich gezeigt haben, dass die Abnahme der Fehlwürfe durch den Scanner nur aufrechterhalten werden konnte, wenn eine intensive Kommunikation mit den Haushalten betrieben wurde.

Positiv zu werten ist hingegen die hohe Bereitschaft der 68 Rückmeldewilligen, ihr Verhalten aufgrund der Rückmeldung anzupassen. Fast 90% denken, dass die Rückmeldung ihr Verhalten beeinflussen würde. Dabei beantworteten 72% die Frage mit «ja» und knapp 18% mit «eher ja». Nur eine kleine Minderheit (7.3%) antwortete mit «nein» oder «eher nein», wobei sich diese Antworten nicht auf Verweigerung zurückführen lassen, was durch andere Antworten dieser Teilnehmer*innen klar wird. Aufgrund der Resultate darf also angenommen werden, dass viele Personen bereit sind, ihr Verhalten aufgrund einer Rückmeldung anzupassen. Ob diese Absichten dann auch umgesetzt werden, bleibt aber ungewiss.

Das bevorzugte Medium für die Rückmeldung ist gemäss der Umfrage das E-Mail. Diese Option wurde von 42% der 68 interessierten Personen gewählt. Mit knapp 37% der Antworten, folgt die Rückmeldung per Handy-App. Per Briefpost informiert zu werden, wünschten sich nur rund 19%. Damit scheint der Trend klar in Richtung elektronische Medien zu gehen. Dass das E-Mail am besten abgeschnitten hat, lässt sich wahrscheinlich damit erklären, dass die Installation einer Handy-App mit zusätzlichem Aufwand verbunden ist und zudem Speicherplatz auf dem Gerät benötigt. Möglicherweise würde die Integration einer Rückmeldefunktion in eine bereits bestehende App besser akzeptiert werden.

Bei den Fragen zu den Massnahmen zur Fremdstoffreduktion zeigt sich, dass sowohl ein Bonus-Malus-System wie auch ein Annahmestopp für Container von einer Mehrheit befürwortet werden. Beim Annahmestopp fällt die Zustimmung mit über 83% aber klarer aus, wobei knapp 59% aller Befragten den Annahmestopp allerdings nur im Wiederholungsfall befürworten. Knapp 12% lehnen einen Annahmestopp ab und nicht ganz 5% sind noch unentschieden. Durch die hohe Zustimmung lässt sich also annehmen, dass der Annahmestopp allgemein gut angenommen wird.

Schwieriger beurteilen lässt sich die Situation beim Bonus-Malus-System. Dieses wird von rund 61% der Befragten befürwortet. Der Anteil Gegner ist mit 18.5% wesentlich höher als beim Annahmestopp. Auffallend ist der hohe Anteil unentschiedener von über 20%. Es scheint, als hätte ein Teil der Befragten gewisse Vorbehalte gegenüber dem Bonus-Malus-System. Das könnte daran liegen, dass ein solches System in das Kostenmodell der Grüngutsammlung eingreift und somit alle Einwohner davon betroffen sind. Ob ein Bonus-Malus-System von der Bevölkerung akzeptiert wird, kann anhand der bisherigen Umfrageergebnisse nicht vernünftig abgeschätzt werden.

Erwartungsgemäss nutzen die meisten Befragten (68.5%) einen Gemeinschaftscontainer zur Entsorgung ihrer Grünabfälle. Knapp 26% besitzen einen eigenen Container. Weniger als 6% haben gar keinen Grüngutcontainer. Mindestens ein Teil von ihnen bringt die Grünabfälle folglich zu einer Sammelstelle oder benutzt einen eigenen Gartenkompost. Gemeinschaftscontainer spielen demnach eine grosse Rolle in der Separatsammlung, was die Wichtigkeit einer zuverlässigen Lösung für das Problem mit der Rückverfolgbarkeit noch einmal verdeutlicht.

Angesprochen auf den Lösungsansatz mit den abschliessbaren Gemeinschaftscontainern, zeigte sich eine grosse Bereitwilligkeit bei deren Nutzer*innen, sofern sie einen eigenen Schlüssel oder Zugangscodes für den Container bekommen. Ganze 95.5% würden den Container nach eigenen Angaben mit dieser Variante gleich häufig wie bisher nutzen. Anders sieht es aus, wenn der

Schlüssel beim Hauswart geholt werden müsste. In diesem Falle würden knapp 46% der Befragten den Container weniger und fast 28% gar nicht mehr benutzen. Bei dieser Variante ist also mit einem starken Rückgang der Sammelmenge zu rechnen, was unbedingt vermieden werden muss. Diese Variante lässt sich daher nicht empfehlen.

Die Umfrage zeigte, dass der Scanner bei den Konsumenten noch weitgehend unbekannt ist. Nur knapp 7% der Befragten kannten das System vor der Umfrage bereits. Das ist rund halb so viel wie bei der Umfrage aus dem Vorprojekt und entspricht damit den Erwartungen, da der Scanner im Kanton Zug zum Zeitpunkt der Umfrage bereits im Einsatz war und auch schon ein Zeitungsartikel durch den ZEBA veröffentlicht wurde.

Wie bereits im Vorprojekt, ist auch in der aktuellen Umfrage eine Mehrheit der Befragten von der Wirksamkeit des Scanners als Sensibilisierungsmassnahme überzeugt. Allerdings liegt der Ja-Anteil mit rund 70% etwa 19 Prozentpunkte tiefer als bei der Umfrage aus dem Vorprojekt. Dazu muss aber berücksichtigt werden, dass in der aktuellen Umfrage «weiss nicht» als weitere Antwortmöglichkeit eingeführt wurde. Vergleicht man den Nein-Anteil aus Beiden Umfragen sieht man, dass die Werte mit 11.7% in der aktuellen Umfrage und 11.1% im Vorprojekt praktisch identisch sind. Insgesamt scheint es wahrscheinlich, dass die Wirksamkeit des Scanners als Sensibilisierungsmassnahme mehrheitlich positiv beurteilt wird.

Zuletzt wurden die Teilnehmer*innen gefragt, ob sie den Einsatz des Grüngutscanners befürworten. Hier zeigte sich, dass eine Mehrheit von knapp 57% den Einsatz des Scanners mit sämtlichen Sanktionsmassnahmen befürworten würden. Etwas über 17% empfehlen den Einsatz des Scanners nur, wenn entweder auf ein Bonus-Malus-System (8%) oder auf einen Annahmestopp (9.3%) verzichtet würde. Ebenfalls etwas mehr als 17% befürworten den Scanner nur zwecks Rückmeldung. Insgesamt befürworten also über 91% den Scanner in der einen oder anderen Form. Allerdings stellt sich die Frage nach dem Motiv, weshalb rund 17% der Befragten nur ein komplett «zahnloses» System befürworten und welchem Zweck die Rückmeldung dann dienen soll. Möglicherweise spielen hier Unsicherheiten bezüglich des eigenen Trennverhaltens und den Möglichkeiten das eigene Verhalten zu beeinflussen eine Rolle.

Von den 8.6% der Befragten, die den Einsatz des Grüngutscanners nicht befürworten, sind steigende Kosten der meistgenannte Grund, weswegen der Scanner abgelehnt wird. Ebenfalls ins Gewicht fällt die Angst für das Fehlverhalten anderer bestraft zu werden. Das Gefühl überwacht zu werden spielt wie auch schon in der Umfrage aus dem Vorprojekt eine untergeordnete Rolle. Es zeigt sich, dass ein gewisses Misstrauen gegenüber Anpassungen in der Grüngutsammlung und dem Scanner herrscht. Die Angst vor steigenden Kosten oder ungerechter Strafen sind die bestimmenden Faktoren, persönliche Vorteile, die sich aus einer verursachergerechten Kostenaufteilung ergeben könnten, scheinen bei der Meinungsbildung bei dieser Minderheit kaum eine Rolle zu spielen.

6 Zusammenfassung

Biogene Abfälle spielen eine relevante Rolle in der schweizerischen Abfallwirtschaft, sowohl mengenmässig wie auch in Bezug auf ihre Umweltauswirkungen und beim Übergang von einer linearen zu einer Kreislaufwirtschaft. Es ist davon auszugehen, dass jährlich mehrere hunderttausend Tonnen biogene Abfälle über die Kehrichtsammlung entsorgt werden. Dabei könnte die Menge sogar die schätzungsweise 740'000 Tonnen aus der kommunalen Separatsammlung übertreffen. Ein Rückgang der Sammelmenge durch den Grüngutscanner sollte deshalb unbedingt vermieden werden.

Der Fremdstoffgehalt im Schweizer Grüngut hat in den letzten Jahren zugenommen. Dieser Negativtrend wurde bereits mehrfach in verschiedenen Schweizer Gemeinden beobachtet. Besonders kritisch sind Kunststoffabfälle, da kaum etwas über das Verhalten und die Auswirkungen von Mikroplastik im Boden bekannt ist. Die Grüngutsammlung ist dabei eine der Hauptquellen für Plastikabfälle, die in den Boden gelangen. Mit 50 Tonnen pro Jahr, liegt sie hinter Littering auf dem zweiten Platz. Durch die Fähigkeit Bioplastik von normalem Plastik zu unterscheiden, erfüllt der Scanner die nötigen Eigenschaften, um die Kunststoffmengen im Grüngut zu überwachen. Da die meisten Fremdstoffe im Grüngut aus der kommunalen Separatsammlung stammen, setzt der Scanner am richtigen Ort an, um das Fremdstoffproblem anzugehen.

Über die Hälfte der Schweizer Gemeinden verwenden für die Separatsammlung biogener Abfälle mindestens teilweise ein Hol-System, was eine Voraussetzung für den Einsatz des Scanners ist. Somit hat der Scanner das Potenzial in vielen Gemeinden eingesetzt zu werden. Dabei ist das Hol-System in der Deutschschweiz und unter urbanen Gemeinden am weitesten verbreitet. Grosse Gemeinden eignen sich zudem besonders gut als Kunden, da sie eher über ein ausreichendes Budget verfügen und am meisten vom Scanner profitieren können. Dies trifft auch auf kleinere Gemeinden zu, sofern die Separatsammlung durch einen Zusammenschluss von Gemeinden interkommunal organisiert ist.

Es zeigt sich, dass die Einführung von Massnahmen durch die Vielfältigkeit der kommunalen Separatsammlung erschwert wird. Besonders im Bereich der Finanzierung hat das Subsidiaritätsprinzip zu teils fragwürdigen Systemen geführt, die dem Verursacherprinzip nicht gerecht werden. Die Finanzierung der Grüngutsammlung weist auf lokalpoltischer Ebene zudem eine gewisse Brisanz auf und wird nicht gerne öffentlich thematisiert, was die Einführung eines Bonus-Malus-Systems zusätzlich erschwert.

Beim Grüngutscanner handelt es sich um ein Kontrollinstrument zum Informationsgewinn. Um den Fremdstoffgehalt im Sammelgut zu senken, muss er zusammen mit weiteren Massnahmen kombiniert werden. Griffige, vom Kunden einfach nachvollziehbare Massnahmen und technische Lösungen sind wichtige Verkaufsargumente, die den Erfolg des Scanners massgeblich mitbestimmen.

Im Pilotversuch in Österreich konnte der Scanner in Kombination mit einem intensiven Informationsaustausch mit der Bevölkerung einen Rückgang der Fehlwürfe bewirken, der über die Dauer des Versuchs erhalten blieb. Eine Rückmeldung zum Sammelverhalten scheint bei der Schweizer Bevölkerung aber nicht besonders beliebt zu sein. Wie die vorläufigen Resultate der Umfrage zeigen, werden sowohl ein Annahmestopp wie auch ein Bonus-Malus-System von einer

Mehrheit akzeptiert, allerdings ist die Datenlage beim letzteren noch etwas unklar. Ein Ident-System löst das Problem der Rückverfolgbarkeit für Container, die zusammen an einem Stellplatz abgestellt werden. Ausserdem vereinfacht ein Ident-System die Rückmeldung an die Containerbesitzer zu automatisieren.

Abschliessbare Container sind eine mögliche Lösung den Druck auf Verursacher*innen von Fehlwürfen bei Gemeinschaftscontainern zu erhöhen, da dadurch externe Verursacher ausgeschlossen werden können. Dabei sollte aber allen Nutzungsberechtigten ein eigener Schlüssel oder Zahlencode zur Verfügung stehen, da sonst mit einer starken Abnahme der Sammelmenge gerechnet werden muss. Es ist noch unklar, ob diese Massnahme den gewünschten Erfolg bringt. Die Möglichkeit, Problemcontainer mit elektronischen Schliesssystemen mit Zugriffsdatenerfassung auszustatten, sollte geprüft werden. Damit könnten die Verursacher*innen nach visuellen Kontrollen durch den Hauswart identifiziert werden.

Das bestehende Kostenmodell mit Einzelpreisen pro Scan, ist aus Kundensicht nicht attraktiv und setzt falsche Anreize. Ein pauschales Kostenmodell könnte hier Abhilfe schaffen. Die Geschwindigkeit des Scanners im Einsatz lässt sich nur teilweise erhöhen. Durch den Einsatz eines geeigneten Fahrzeugs, kann die Presse auch während der Fahrt betrieben werden. Bis auf Weiteres muss jeder Container einzeln geleert, gescannt und gepresst werden. Bisherige Verbesserungsversuche konnten das Problem nicht lösen.

Die vorläufigen Umfrageergebnisse aus drei Zürcher Gemeinden mit N=162 Teilnehmer*innen sind nicht repräsentativ für die ganze Schweiz. Die Aussagekraft erhöht sich jedoch durch die sehr gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Umfrage aus dem Vorprojekt, was Rückschlüsse auf die Situation in der Deutschschweiz zulässt. Um zuverlässigere und schweizweit gültige Resultate zu erhalten, kann die Umfrage durch den Auftraggeber weitergeführt werden.

Die Umfrage zeigt, dass der Grüngutscanner der Bevölkerung noch weitgehend unbekannt ist. Über 90% der Befragten befürwortet den Einsatz des Scanners grundsätzlich. Fast 57% unabhängig davon, welche Massnahmen mit dem Scanner eingeführt werden. Ein möglicher Preisanstieg und die Angst vor ungerechten Strafen sind die häufigsten Gründe, weswegen der Scanner abgelehnt wurde. Die Wirksamkeit des Scanners als Sensibilisierungsmassnahme von einer klaren Mehrheit positiv beurteilt.

Anders als im Vorprojekt, wird eine Rückmeldung von einer Mehrheit abgelehnt. Die Situation ist hier etwas unklar, die Zustimmung scheint allgemein aber eher gering zu sein. Eine Rückmeldung wird am liebsten per E-Mail erhalten, gefolgt von der Handy-App. Die Bereitschaft, sein Handeln an die Resultate der Rückmeldung anzupassen ist erfreulicherweise sehr hoch.

Fast alle Befragten sammelten ihr Grüngut separat. Die grosse Mehrheit der Befragten ist gut bis sehr gut über die korrekte Entsorgung von Grünabfällen informiert. Auch das eigene Trennverhalten wird von drei Viertel als gut bis sehr gut bewertet. Bei rund 11% der Befragten gelangten (wahrscheinlich unabsichtlich) sehr oft Fremdstoffe ins Grüngut. Etwa drei Viertel kannten die Fremdstoffproblematik bereits. Das Ausmass der Probleme war aber nur etwa 37% der Befragten bekannt.

7 Verzeichnisse

7.1 Literaturverzeichnis

- [1] P. Uhlmann, «Evaluation des Grüngutscanners als Teil der kommunalen Grüngutsammlung im Kanton Zug», FHNW, Wohlenschwil, Projektabschlussbericht, Jan. 2021.
- [2] A. Utiger, «200623_Projektskizze EUT P6 Hilft die Digitalisierung Fremdstoffe in der Grüngutsammlung verhindern Teil II HS2020». 2021.
- [3] BAFU (Hrsg.) 2020, «Abfallmengen und Recycling 2019 im Überblick», BAFU, Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [4] BAFU (Hrsg.), P. Mandaliev, und K. Schleiss, «Kompostier- und Vergärungsanlagen. Erhebung in der Schweiz und in Liechtenstein.», *Umwelt-Zustand*, Nr. 1602, S. 32, 2016.
- [5] BAFU (Hrsg.) 2014, «Erhebung der Kehrrichtzusammensetzung 2012», Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [6] BAFU (Entwurf Vollzugshilfe V 0.5) 2019, «Fremdstoffreduktion in biogenen Abfällen. Teil des Moduls Biogene Abfälle der Vollzugshilfe zur Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen.», Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [7] *Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA)*. 2016.
- [8] *Technische Verordnung über Abfälle (TVA)*. 1991.
- [9] *Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngern (Dünger-Verordnung, DüV)*. 2001.
- [10] *Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV)*. 2005.
- [11] BAFU (Hrsg.) 2013, «Umweltrecht kurz erklärt. Das Umweltrecht des Bundes im Überblick.», Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [12] BFS (Hrsg.) 2017, «Raumgliederungen der Schweiz Gemeindetypologie und Stadt/Land-Typologie 2012», Bundesamt für Statistik, Bern.
- [13] B. für Statistik, «Gemeindetypologie 2012 mit 9 Kategorien (Politische Gemeinden) | Karte», *Bundesamt für Statistik*, Mai 09, 2017. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/karten.assetdetail.2543279.html> (zugegriffen Aug. 12, 2021).
- [14] «BAFU (Hrsg.) 2017: Kommunale Separatsammlung von biogenen Abfällen in der Schweiz, Stand 2016.», Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [15] R. Hüschi, U. Baier, L. Breitenmoser, T. Gross, und F. Rüschi, «Lebensmittelabfälle in Schweizer Grüngut», ZHAW, Wädenswil, Schlussbericht im Auftrag des BAFU, 2018.
- [16] I. Erny, I. O'Connor, und A. Spörri, «Plastik in der Schweizer Umwelt», EBP Schweiz AG, Zollikon ZH, Bericht im Auftrag des BAFU, Apr. 2020.
- [17] A. Kalberer, D. Kaweck-Wenger, und T. D. Bucheli, «Plastikströme in der Schweizer Landwirtschaft und ihr Risikopotenzial für Böden», *Agrar. Schweiz*, Nr. 10, S. 416–423, 2019.
- [18] Konrad Schleiss und J.-P. Kaiser, «Bericht zum Projekt Fremdstoffuntersuchung im Grüngut», Baar, Mai 2001. Zugegriffen: Juli 26, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.educompost.ch/downloads/fremdstoff2001.pdf>

- [19] A. Utiger, «Massnahmeplan Detektionssystem Fremdstoffe im Grüngut», Biomasse Suisse, Münsingen, Projektbeschreibung, 2020.
- [20] «Wertstoffscanner», Contena Ochsner, Offerte, undatiert.
- [21] A. Vanek (Contena Ochsner), «Telefongespräch zum Grüngutscanner», Juli 09, 2021.
- [22] A. Opelt, M. Kornthaler, C. Nager, S. Oswald, und C. Patzig, «Ergebnisse am Pilotversuch Wertstoffscanner – Abfallvermeidungspotential», Saubermacher Dienstleistungs AG, Feldkirchen bei Graz (AUT).
- [23] «Was ist AWS? Sicheres Cloud Computing mit Amazon Web Services (AWS)», Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/de/what-is-aws/> (zugegriffen Aug. 08, 2021).
- [24] «biTech - Der Standard in der Abfallidentifikation», Deister Electronic, Produktbroschüre, undatiert.

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Politische Gemeinden 2017 nach 9 Kategorien gemäss Gemeindetypologie 2012. Quelle: Mit Daten des BFS [13].	14
Abbildung 2: «Sammelsysteme in den Gemeinden (N = 258)», Quelle: Übernommen von BAFU (2017), [14].	18
Abbildung 3: «Sammelsystem nach Gemeindetypen gemäss BAFU (N = 258)», Quelle: Übernommen von BAFU (2017), [14].	19
Abbildung 4: «Sammelsystem nach Gemeindegrössenklassen gemäss BFS (N = 258)», Quelle: Übernommen von BAFU (2017), [14].	19
Abbildung 5: «Sammelsystem nach Sprachgebieten gemäss BFS. N = 258.», Quelle: Übernommen von BAFU (2017), [14].	20
Abbildung 6: «Anzahl Gemeinden mit teilweise verursachergerechter Finanzierung (Gewichts- und Volumengebühr) (N=251).», Quelle: Übernommen von BAFU (2017), [14].	20
Abbildung 7: «Art der genannten Fremdstoffe», Quelle: Übernommen von BAFU (2017) [14].	22
Abbildung 8: Aufnahmeeinheit in Sammelfahrzeug mit Gummivorhang, Quelle: Übernommen von [20].	27
Abbildung 9: Verteilung der Antworten auf Gemeinden. (N=162)	31
Abbildung 10: Einwohnerzahl der untersuchten Gemeinden gemäss Bundesamt für Statistik (Stand 2019).	32
Abbildung 11: Geschlechterverteilung der Umfrage, N=162	32
Abbildung 12: Anzahl der Teilnehmenden nach Altersgruppen, N=162	33
Abbildung 13: «Sammeln Sie Grüngut separat?», N=162	34
Abbildung 14: «Welche Art von Grüngut sammeln Sie?», N=156	34
Abbildung 15: «Ich weiss genau, was ich in meiner Gemeinde mit der Grüngutabfuhr entsorgen darf.», N=162.	35
Abbildung 16: Kampagnenbild der Aktion «stop-plastic». Quelle: Biomasse Suisse	35

Abbildung 17: Fragen zur Kampagne «stop-plastic». N=162	36
Abbildung 18: «Waren Sie sich der Fremdstoffproblematik beim Grüngut in der Schweiz bewusst?», N=162.	37
Abbildung 19: Selbsteinschätzung der Befragten bezgl. der Anzahl selbstverschuldeter Fehlwürfe. N=162	37
Abbildung 20: «Würden Sie gerne Rückmeldung erhalten, ob Sie das Grüngut richtig entsorgt haben?», N=162.	38
Abbildung 21: «In welcher Form bevorzugen Sie eine Rückmeldung?», N=68.	38
Abbildung 22: Beeinflusst eine Rückmeldung das eigene Trennverhalten? N=68 ...	39
Abbildung 23: Meinungen zum Bonus-Malus-System. N=162.....	40
Abbildung 24: Meinungen zum Annahmestopp. N=162.....	40
Abbildung 25: «Welcher Typ Grüngutcontainer steht mir zur Verfügung?», N=162 .	41
Abbildung 26: Massnahme für Gemeinschaftscontainer: Meinungen zu eigenem Schlüssel/ Zahlencode. N=111	42
Abbildung 27: Massnahme für Gemeinschaftscontainer: Meinungen zur Variante ohne eigenen Schlüssel. N=111	42
Abbildung 28: «Kennen Sie das Scannersystem zur Erfassung von Fremdstoffen bereits?», N=162	43
Abbildung 29: «Denken Sie, dass der Scanner zur Sensibilisierung in Ihrer Gemeinde beitragen würde?», N=162	43
Abbildung 30: «Befürworten Sie den Einsatz des Grüngutscanners?», N=162	44
Abbildung 31: «Weshalb lehnen Sie den Grüngutscanner ab?», N=14	45

7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gemeindeklassifikation nach Gemeindetypisierung 2000 (gekürzt), Quelle: mit Angaben aus der Erhebung der Kehrrechtzusammensetzung 2012 (BAFU 2014) [5].	11
Tabelle 2: Gemeindetypologie 2012 mit 9 Kategorien. Quelle: mit Angaben aus der Gemeindetypologie 2012 (BFS 2017) [12].	12
Tabelle 3: Erläuterung zu den Hauptkategorien der Gemeindetypologie 2012. Quelle: Übernommen aus der Gemeindetypologie 2012 (BFS 2017) [12].	13
Tabelle 4: Gegenüberstellung betreuter und unbetreuter Sammelplätze gemäss BAFU [6].	16
Tabelle 5: Gegenüberstellung des Bring- und Holsystems gemäss BAFU [6].	17
Tabelle 6: «Mögliche unerwünschte Fremdstoffe in biogenen Abfällen aus kommunalen Sammelstellen und Sammlungen.», Quelle: Übernommen von [6].	22

8 Anhang

Alle hier aufgeführten Dokumente sind dieser Arbeit separat in einem digitalen Anhang beigelegt.

Umfrageantworten

«*Antworten_Umfrage_(Stand_4_Aug).xlsx*» (Excel-Datei)

Projektauftrag

«*Projektauftrag_EUT-P6-21FS-Uhlmann_V1.2_mit_Unterschrift.pdf*» (PDF-Datei)

Projektskizze

«*200623_Projektskizze EUT P6 Hilft die Digitalisierung Fremdstoffe in der Grüngutsammlung verhindern Teil II HS2020_au.pdf*» (PDF-Datei)

Notizen zum Telefongespräch zum Grüngutscanner mit Hr. Alex Vanek vom 9. Juli 2021

«*Telefongespräch_Hr_Vanek_09-07-2021.pdf*» (PDF-Datei)