

STUDIE

Regionale Analyse und Prognose der Recycling Quotenentwicklung in der Steiermark anhand des RIL-Ternärdiagrammes und Prognose der mittelfristigen Entwicklung

(IMKREIST – RQ_Reg)

erstellt im Rahmen des Projektes

IMKREIST

IMPLEMENTIERUNG DER EUROPÄISCHEN KREISLAUFWIRTSCHAFTSZIELE
DURCH KOOPERATIVE STRATEGIEN IN DER STEIERMARK

Erstellt von:

Sonja Aspäck

Seiten: 130

Leoben, 15.6.2020

Vorwort

Diese Studie entstand im Rahmen des Projektes IMKREIST „Implementierung der Europäischen Kreislaufwirtschaftsziele durch kooperative Strategien in der Steiermark“ in Kooperation zwischen der Wirtschaftskammer Steiermark und dem Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

Die Autoren bedanken sich für die ausgezeichnete Unterstützung, insbesondere für Bereitstellung von Daten und Informationen sowie für die konstruktive Diskussion der Ergebnisse.

Zusammenfassung

Mit der Änderung der Europäischen Abfallrahmenrichtlinie (2018) und der Erstellung eines Kreislaufwirtschaftspaketes für die Mitgliedstaaten der Europäischen Union, wurden neue Recycling-Ziele für Siedlungs- und Verpackungsabfälle bis 2025, 2030 und 2035 definiert. Mit einer ressourcenschonenden und nachhaltigen Abfallwirtschaft soll der Übergang der Europäischen Union in eine Recycling-Gesellschaft gelingen.

Die praktische Analyse der Recyclingquotenentwicklung und –prognose innerhalb der Steiermark baut auf ein theoretisches Fundament aus rechtlichen Rahmenbedingungen auf europäischer, nationaler, Landes- und Gemeindeebene auf. Darauf folgen, im Allgemeinen, die Organisationsstrukturen in der Entsorgungswirtschaft und das Aufkommen von sämtlichen Siedlungsabfällen in der Steiermark, die Recyclingquotenentwicklung auf europäischer und nationaler Ebene, sowie Herausforderungen und Maßnahmen in Österreich und der Steiermark.

Mittels Untersuchungen der Recyclingquoten der Siedlungsabfälle, sowie der gemischten Siedlungs- und Verpackungsabfälle durch das RIL-Tenärdiagramm auf Landesebene und, mittels kartographischer Visualisierungen, auf Abfallwirtschaftsverbandsebene, basierend auf den Sammelquoten von stofflich verwertbaren und gemischten Siedlungsabfällen innerhalb der Verbände, wird eine Übersicht in der Steiermark dargestellt.

In der Steiermark veränderte sich die Recyclingquote der Siedlungsabfälle zwischen 1995 und 2017 in einer positiven Entwicklungsdynamik, wobei diese, laut den Prognosen, bis 2035 erhöht wird. Auf Abfallwirtschaftsverbandsebene stiegen im gleichen Zeitraum die Quoten zur getrennten Erfassung von recyclingfähigen Abfällen. Obwohl es in einzelnen Abfallwirtschaftsverbänden noch Nachholbedarf gibt, lässt sich innerhalb der Prognose bis 2035 eine positive Entwicklung erkennen.

Zusammenfassend ist eine durchaus steigende Tendenz hinsichtlich der Recycling-Ziele der Europäischen Union auf Entwicklungs- und Prognoseebene in der Steiermark zu sehen, wobei es auch Verbesserungspotentiale der Sammelquoten von verwertbaren Abfällen innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände gibt.

Abstract

With the change of the Directive of the European Parliament on waste (2018) and the creation of the Circular Economy Package for the member states of the European Union, new recycling targets for municipal and packaging waste by 2025, 2030 and 2035 have been defined. The transition of the European Union to a recycling society should succeed with resource-saving and sustainable waste management.

The practical analysis of the development and prognosis of recycling quotes within Styria is built on a theoretical foundation based on legal framework conditions on European, national, state and local level. This is followed in general by the organizational structures in the waste disposal industry in Styria, the emergence of all municipal waste and the development of recycling rates on European and national level, as well as challenges and measures in Austria and Styria.

An overview within Styria is presented by examining the recycling quotes within the municipal waste, as well as the mixed municipal and packaging waste groups through the RIL-tenary diagram on the state level and cartographic visualizations on the waste management association level, based on the collection quotes of recyclable and mixed municipal waste within the associations.

In Styria, the recycling rate of municipal waste has changed between 1995 and 2017 in a positive development dynamic, which will be increased in the forecasts until 2035. On the waste management association level, the collection rate of recyclable municipal waste increased in the same period. Although there is still some catching up to do in some waste management associations, the forecast up to 2035 shows a positive trend.

In summary, there is a very positive trend with regard to the recycling goals of the European Union at the development and forecast level in Styria, whereby there is also the potential for improvement in the collection rates of recyclable municipal waste within the waste management associations.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	II
Zusammenfassung.....	III
Abstract	IV
Inhaltsverzeichnis.....	V
Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis.....	X
1. Einleitung.....	1
1.1. Problemstellung	1
1.2. Zielsetzung und Forschungsfrage.....	2
1.3. Grundlagen zur methodischen Vorgehensweise	2
1.4. Aufbau der Arbeit.....	5
2. Theoretische Grundlagen in der Abfallwirtschaft.....	6
3. Rechtliche Rahmenbedingungen	10
3.1. Abfallwirtschaftliche Rahmenbedingungen auf EU-Ebene.....	10
3.1.1. Kreislaufwirtschaftspaket der Europäischen Union.....	13
3.1.2. Zusätzliche Änderungen der Richtlinien – neue Recycling-Ziele	15
3.2. Rechtliche Rahmenbedingungen auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene.....	17
3.3. Sammel- und Verwertungssysteme	21
4. Abfallwirtschaftliche Organisationsstrukturen in der Steiermark	23
4.1. Allgemeine Organisation in der Steiermark	23
4.2. Faktoren der Sammelinfrastruktur und deren Einfluss auf die Sammel- und Recyclingquote	28
4.3. Exkurs: Innovative, technologische Entwicklungen in der Abfallwirtschaft	30
5. Allgemeine und spezifische Betrachtung der Siedlungsabfälle in der Steiermark	32
5.1. Abfallaufkommen und dessen Einflussfaktoren	32
5.2. Gesamtabfallaufkommen in der Steiermark.....	35

5.3.	Stoffstrom der gesamten steirischen Siedlungsabfälle	37
5.4.	Fraktionsspezifische Betrachtung nach Abfallwirtschaftsverbänden	39
5.4.1.	Gemischte und sperrige Siedlungsabfälle	39
5.4.2.	Biogene Siedlungsabfälle	42
5.4.3.	Verpackungsabfälle (Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackung)	44
5.4.4.	Elektro- und Elektronikaltgeräte, Problemstoffe und sonstige Altstoffe	48
6.	Entwicklung der Recyclingquoten auf europäischer und nationaler Ebene	52
6.1.	Europäische Union	52
6.2.	Österreich und Deutschland im Vergleich	55
6.3.	Herausforderungen und Maßnahmen auf Bundes- und Landesebene zur Erreichung der Recycling-Ziele	57
7.	Praktische Analyse der Recyclingquotenentwicklung und –prognose in der Steiermark	59
7.1.	Methodische Vorgehensweise und Modelle	59
7.2.	Datengrundlage und -kritik	64
7.3.	Recyclingquotenentwicklung in der Steiermark	67
7.4.	Entwicklung der Sammelquoten auf Abfallwirtschaftsverbandsebene	75
7.5.	Prognose der mittelfristigen Recyclingquotenentwicklung auf Landes- ebene	80
7.6.	Prognose der mittelfristigen Sammelquotenentwicklung auf Abfallwirtschaftsverbandsebene	84
8.	Diskussion und Schlussfolgerungen	89
	Quellenverzeichnis	96
	Anhang	112
A.1	Europäisches Abfallverzeichnis (2014) nach gewählten Siedlungsabfällen	112
A.2	Daten zur Recyclingquotenentwicklung und -prognose auf Landesebene	114
A.3	Daten zur Sammelquotenentwicklung und -prognose auf Abfallwirtschaftsverbandsebene	118

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: RIL-Tenärdiagramm mit Grundlage eines gleichseitigen Dreiecks und den drei Komponenten A, B und C als Beispiel zum Lesen des Diagrammes	3
Abbildung 2: Strukturierung der rechtlichen Rahmenbedingungen hinsichtlich der Abfallwirtschaft	10
Abbildung 3: Die 5-stufige Abfallhierarchie	12
Abbildung 4: Modell zur Kreislaufwirtschaft in der Europäischen Union	14
Abbildung 5: Hierarchische Anordnung der abfallwirtschaftlichen Organisationen in der Steiermark	24
Abbildung 6: Abfallwirtschaftsverbände in der Steiermark	26
Abbildung 7: Abfuhrintervalle und Behälterverteilung bei der Restmüllsammlung in der Steiermark	29
Abbildung 8: Einflussfaktoren der kommunalen Sammelmenge	33
Abbildung 9: Unterschiede im Abfallaufkommen und in der Zusammensetzung in Kilogramm pro Kopf des AWV Liezen, Deutschlandsberg, Voitsberg und Leibnitz im Jahr 2017	34
Abbildung 10: Siedlungsabfallaufkommen nach Fraktionen in der Steiermark von 2003 – 2017	35
Abbildung 11: Stoffstrom von haushaltsähnlichen Abfällen in der Steiermark im Jahr 2016 ...	38
Abbildung 12: Abfallaufkommen gemischter und sperriger Siedlungsabfälle nach Abfallwirtschaftsverbänden im Jahr 2017	39
Abbildung 13: Aufkommen gemischter und sperriger Siedlungsabfälle in Kilogramm pro Einwohner nach Abfallwirtschaftsverbänden 2017	40
Abbildung 14: Anlagenstandorte von Splitting-, mechanisch-biologischen, Verbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen	41
Abbildung 15: Bioabfallaufkommen innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände 2017.....	42
Abbildung 16: Aufkommen biogener Siedlungsabfälle in Kilogramm pro Einwohner nach Abfallwirtschaftsverbänden 2017	43
Abbildung 17: Verpackungsabfallaufkommen nach den Abfallarten Papier-, Metall-, Glas- und Leichtverpackungen innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände 2017	44
Abbildung 18: Aufkommen von Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackungen in Kilogramm pro Einwohner nach Abfallwirtschaftsverbänden 2017	45
Abbildung 19: Problemstoffaufkommen innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände 2017.....	49

Abbildung 20: Aufkommen von Problemstoffen in Kilogramm pro Einwohner nach Abfallwirtschaftsverbänden 2017	50
Abbildung 21: Altstoffaufkommen innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände 2017	51
Abbildung 22: Aufkommen von Altstoffen in Kilogramm pro Einwohner nach Abfallwirtschaftsverbänden 2017	51
Abbildung 23: Recyclingquotenentwicklung der EU-28 bis 2017	53
Abbildung 24: Recyclingquotenentwicklung im Ländervergleich 1995-2017	54
Abbildung 25: Ländervergleich Deutschland, Österreich und EU-27 von 1995 – 2017	55
Abbildung 26: Beispielhaftes Modell des RIL-Tenärdiagrammes.....	60
Abbildung 27: Beispielhafte Darstellung der thematischen Karte für die Sammelquotenentwicklung.....	62
Abbildung 28: Recyclingquotenentwicklung der Siedlungsabfälle in der Steiermark von 1993 bis 2017.....	67
Abbildung 29: Recyclingquotenentwicklung der Siedlungsabfälle im Vergleich EU, Österreich und Steiermark von 1993 bis 2017	69
Abbildung 30: Recyclingquotenentwicklung der Verpackungsabfälle in der Steiermark von 2005 bis 2017.....	70
Abbildung 31: Recyclingquotenentwicklung der Leichtverpackungen in der Steiermark von 2005 bis 2017.....	71
Abbildung 32: Recyclingquotenentwicklung der gemischten Siedlungsabfälle in der Steiermark von 2003 bis 2016	73
Abbildung 33: Entwicklung der Verbrennungs- und Deponierungsraten von gemischten Siedlungsabfällen von 2003 bis 2016	74
Abbildung 34: Sammelquotenentwicklung auf Abfallwirtschaftsverbandsebene 1995.....	76
Abbildung 35: Sammelquotenentwicklung auf Abfallwirtschaftsverbandsebene 2003.....	77
Abbildung 36: Sammelquotenentwicklung auf Abfallwirtschaftsverbandsebene 2017.....	79
Abbildung 37: Mittelfristige Prognose der Recyclingquotenentwicklung der Siedlungsabfälle in der Steiermark bis 2035.....	81
Abbildung 38: Mittelfristige Prognose der Recyclingquotenentwicklung der Verpackungsabfälle in der Steiermark bis 2035.....	82
Abbildung 39: Mittelfristige Prognose der Recyclingquotenentwicklung der gemischten Siedlungsabfälle in der Steiermark bis 2035	84

Abbildung 40: Mittelfristige Prognose der Sammelquotenentwicklung auf Abfallwirtschaftsverbandsebene bis 2025	85
Abbildung 41: Mittelfristige Prognose der Sammelquotenentwicklung auf Abfallwirtschaftsverbandsebene bis 2035	87
Abbildung A. 1: Kapitel 15 des europäischen Abfallverzeichnis 2014	112
Abbildung A. 2: Kapitel 20 des europäischen Abfallverzeichnis 2014	113
Abbildung A. 3: Kapitel 20 des europäischen Abfallverzeichnis 2014	114
Abbildung A. 4: Daten zur Recyclingquotenentwicklung des Siedlungsabfalls in der Steiermark.....	114
Abbildung A. 5: Daten zur Prognose der Recyclingquotenentwicklung bis 2035	115
Abbildung A. 6: Daten zur Recyclingquotenentwicklung von Papier- und Leichtverpackungen	115
Abbildung A. 7: Daten zur Recyclingquotenentwicklung von Metall- und Glasverpackungen	116
Abbildung A. 8: Daten zur Recyclingquotenentwicklung von den gesamten Verpackungsabfällen	116
Abbildung A. 9: Daten zur Prognose der Recyclingquotenentwicklung von den gesamten Verpackungsabfällen bis 2035	117
Abbildung A. 10: Daten zur Recyclingquotenentwicklung von den gemischten Siedlungsabfällen	117
Abbildung A. 11: Daten zur Prognose der Recyclingquotenentwicklung von den gemischten Siedlungsabfällen.....	118
Abbildung A. 12: Daten zur Sammelquotenentwicklung 1995	118
Abbildung A. 13: Daten zur Sammelquotenentwicklung 2003	119
Abbildung A. 14: Daten zur Sammelquotenentwicklung 2017	119
Abbildung A. 15: Daten zur Prognose der Sammelquotenentwicklung bis 2035	120

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Ausgewählte Abfallarten nach dem Abfallverzeichnis der EU.....	8
Tab. 2: Im Rahmen der Änderungen der EU Abfallrahmen- und Verpackungsrichtlinie(2018) festgelegte Recyclingquoten für Siedlungs- und Verpackungsabfälle	15
Tab. 3: Zuständigkeit der Sammel- und Behandlungsverantwortlichkeit von Siedlungsabfällen.....	18
Tab. 4: Recyclingquoten in Österreich nach der Verpackungsverordnung 2014	20
Tab. 5: Sammel- und Verwertungssysteme in Österreich	22
Tab. 6: Abfallaufkommen nach Abfallart in der Steiermark 2017	36
Tab. 7: Bewertungsschema der Sammelquotenentwicklung innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände	63
Tab. 8: Datenübersicht für die Darstellung der Recyclingquotenentwicklung und –prognose in der Steiermark	64

1. Einleitung

Seit der industriellen Revolution stiegen nicht nur die Möglichkeiten auf wissenschaftlicher und technischer Ebene und brachte somit ungeahnte Möglichkeiten der Produktivität mit sich, sondern auch das Bevölkerungswachstum nahm in den letzten 270 Jahren stark zu. Gab es um 1750 rund 800 Millionen Menschen auf der Welt, so stieg die Einwohnerzahl bis 1960 auf drei Milliarden und bis heute auf 7,7 Milliarden Menschen. (Bähr 2010, S. 205; Roser et al. 2020) Mit der steigenden Wachstumsrate, dem wirtschaftlichen Aufschwung besonders nach dem zweiten Weltkrieg und den fortschreitenden Technologien veränderte sich auch die Lebensweise der Bevölkerung. Es entstand in den wohlhabenden Industriestaaten, wie Nordamerika und Nord-europa, eine Konsumgesellschaft, die sich im Laufe der Zeit zu einer Wegwerfgesellschaft mit steigendem Abfallaufkommen entwickelte. (Sachs 2015, S. 91; Hösel 1990, S. 191) Schon 1972 erkannte man in der Studie *Limits to Growth* die schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt und Lebensräume, sowie die Ausbeutung und Verknappung von Ressourcen innerhalb dieser Gesellschaft. (Meadows et al. 1972, S. 113) Die Grundlagen für eine nachhaltigen Ressourcen- und Abfallwirtschaft wurde mit der Abfallrichtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaft (75/442/EWG) geschaffen. Darin wurden, durch eine fachgerechte Aufbereitung und Verwertung von Abfällen, erste Maßnahmen zum Umweltschutz und zur Schonung natürlicher Ressourcen festgelegt. (Der Rat der Europäischen Gemeinschaft 1975, S. 48)

Die neue Abfallrahmenrichtlinie der Europäischen Union (2018a, S. 109) soll die Abfallbewirtschaftung in eine nachhaltige Materialwirtschaft so umgestalten, dass die menschlichen Lebensräume und ihre Umwelt geschützt, sowie eine umsichtige und effiziente Nutzung von natürlichen Ressourcen garantiert werden. Die Alternative zu natürlichen Ressourcen bei der Herstellung von Produkten oder Verwendung von fossilen Brennstoffen ist die nachhaltige Nutzung von Abfällen.

1.1. Problemstellung

Die neue Abfallrahmenrichtlinie der Europäischen Union (2018) gibt ehrgeizige Ziele für die 28 Mitgliedstaaten vor. Mit dem Übergang von einer Wegwerf- in eine „Recycling-Gesellschaft“ werden innerhalb der neuen Richtlinie und der Änderungen der zugehörigen Verordnungen verschärfte Recyclingquotenziele gesetzt. Bis 2025 sollen 55 Masseprozent aller Siedlungsabfälle einem Recyclingverfahren zugeführt werden, wobei die zu meldende Menge einer neuen

Berechnungsmethode unterliegt. Demnach dürfen im Gegensatz zur alten Methode nur Mengen herangezogen werden, die vor der stofflichen Verwertung geprüft und sortiert oder einer anderen Vorbereitung unterzogen wurden. (EU 2008, S. 6; EU 2018a, S. 129f) Dies stellt auch die Abfallwirtschaft auf Bundes-, Landes- und Gemeindeebene, bezogen auf die Sammel-, Behandlungs- und Verwertungsinfrastruktur, vor Herausforderungen, um die gesetzten Recycling-Ziele zu erreichen.

1.2. Zielsetzung und Forschungsfrage

Mit dieser Arbeit werden, auf Basis von theoretischen Grundlagen, wie rechtliche Rahmenbedingungen, Organisationsstrukturen und Abfallaufkommen und –behandlung, die Entwicklung der Recyclingquoten auf Ebene des Landes Steiermark und der Sammelquoten innerhalb der 17 Abfallwirtschaftsverbände, sowie deren Prognose für 2025, 2030 und 2035 erstellt. Die unterschiedlichen methodischen Herangehensweisen sollen auf Landes- und Verbandsebene einen Aufschluss über die Entwicklung und die Prognose der Recyclingquoten geben.

Aufbauend auf dem Titel der Studie und für die nachfolgende Bearbeitung auf Landesebene, wurde folgende Forschungsfragen definiert:

Wie entwickelten sich die Recyclingquoten von Siedlungsabfällen in einem Zeitraum von 1993 bis 2017 in der Steiermark?

Welche Prognosen können für die Recyclingquotenentwicklung in der Steiermark bis 2025, 2030 und 2035 gestellt werden?

Um die Forschungsfragen genauer beantworten zu können, werden diese in folgende Unterfragen gegliedert:

Wie entwickelten sich die Sammelquoten auf Abfallwirtschaftsverbandsebene in der Steiermark?

Welche Prognose kann für die zukünftige Entwicklung der Sammelquoten auf Abfallwirtschaftsverbandsebene gestellt werden?

Welche Einflüsse können auf die Recycling- und Sammelquotenentwicklung wirken?

Wie wirkt sich die Sammelquote auf die Recyclingquote aus?

1.3. Grundlagen zur methodischen Vorgehensweise

Für die praktische Analyse der Recyclingquotenentwicklung und –prognose auf Abfallwirtschaftsverbands- und Landesebene werden alle Fraktionen innerhalb der Siedlungsabfälle nach dem Abfallverzeichnis 2014 (Details dazu in Kapitel 7.1. und 7.2.) herangezogen. Dies beinhaltet

gemischte, sperrige und biogene Abfälle, Abfälle aus Papier-, Glas-, Metall und Leichtverpackungen (Verpackungsabfälle), Elektro- und Elektronikaltgeräte, Batterien und Akkumulatoren, Problemstoffe, Straßenkehricht und Altstoffe. Dafür werden nach der Datenakquisition und –auswertung auf Landesebene jene Mengen mittels RIL-Tenärdiagramm dargestellt, die einem Recycling- oder thermischen Verfahren zugeführt, oder auf einer Deponie abgelagert wurden.

Das Tenärdiagramm ist ein gleichseitiges Dreieck, dessen eigentliche Anwendung in der Geologie, Chemie und Verfahrenstechniken zu finden ist. Das Diagramm beruht auf einer mathematische Grundlage (Vivianis Satz: $a+b+c=h=3r$). Demnach ist die Summe der Abstände von jedem Punkt, der innerhalb des Dreiecks liegt, gleich der Höhe. Das Tenärdiagramm in der nachstehenden Arbeit wird durch ein computergestütztes Modell in Microsoft Excel dargestellt, wobei dafür eine XY-Punktgrafik mit Bilddatei eines gleichseitigen Dreiecks verwendet wird. Dazu werden drei Komponenten (A,B und C) benötigt, die in XY-Koordinaten übertragen werden. Der Ausgangspunkt wird dabei in den Ecken des Dreiecks definiert, wobei die Länge zwischen AB bzw. BC der X- und Y-Achse entspricht. (Pomberger et al. 2017, S. 562f)

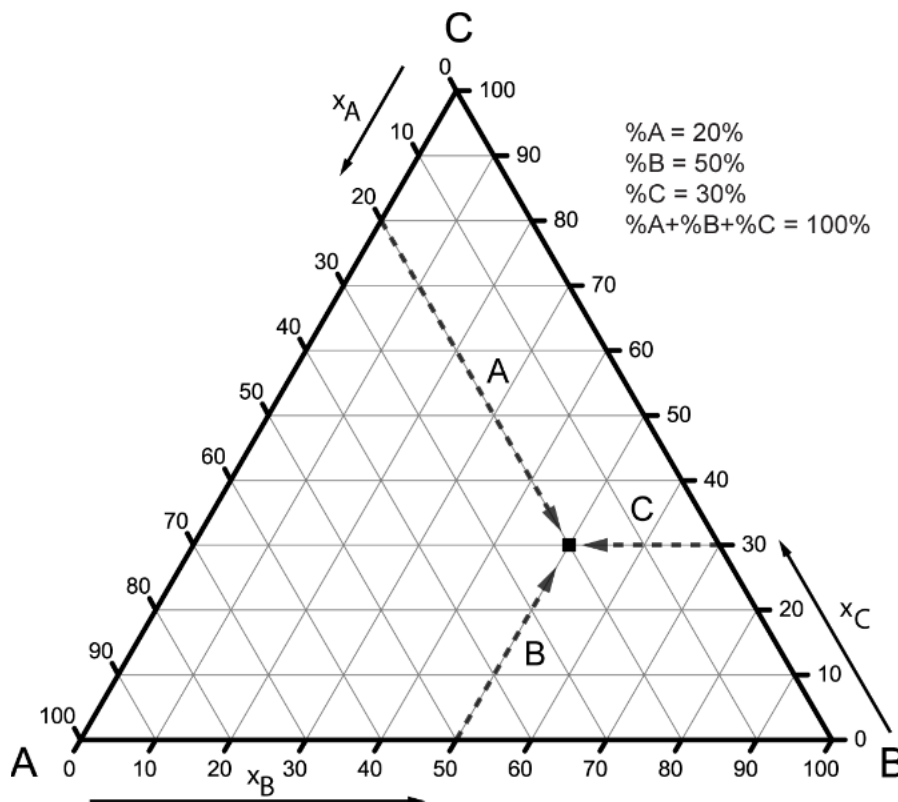


Abbildung 1: RIL-Tenärdiagramm mit Grundlage eines gleichseitigen Dreiecks und den drei Komponenten A, B und C als Beispiel zum Lesen des Diagrammes (Quelle: Pomberger et al. 2017, S. 564)

Wie in der Abbildung 1 zu sehen, ergeben alle drei Komponenten zusammengerechnet 100%, wobei jeder Punkt im Diagramm auf ein anderes Verhältnis der Komponenten schließt und dieser auch aus allen drei Komponenten besteht. Wenn sich der Punkt auf einer Kante des Dreiecks befindet, so fällt die gegenüberliegende Ecke als Komponente weg und das Dreieck entspricht einem Zwei-Komponenten-System. Je näher der Punkt an einer Komponente liegt, desto höher ist dieser Anteil. (ebd., S. 563) Innerhalb der Abfallwirtschaft wird diese Methode entweder zur Darstellung von Leistungspositionierungen, -dynamiken oder -entwicklungen verwendet. Bei ersterem können Einheiten (Staat oder Bundesland) zu einem gewissen Zeitpunkt positioniert werden, während bei zweiterem eine dynamische Darstellung durch, zum Beispiel, Abfilmen von Einzelgrafiken innerhalb eines Zeitraums möglich ist. Letzteres beschreibt die Entwicklung mittels einer Kurve oder Linie zwischen den visualisierten Punkten. Durch individuelle Größenanpassung der Punkte innerhalb des Dreiecks können auch Mengenangaben beschrieben werden. Für die Darstellung der Recyclingquoten in dieser Arbeit werden im Diagramm die Komponente A für *Deponierung*, die Komponente B für *Verbrennung*, und die Komponente C für *Recycling und Kompostierung* verwendet. (ebd., 563f) (Details dazu in Kapitel 7.1.)

Da eine genaue Darstellung einer Recyclingquote auf Abfallwirtschaftsverbandsebene nicht möglich ist (Details dazu in Kapitel 7.2.), erfolgt die Visualisierung auf Basis einer Sammelquote, die auf eine potentielle Recyclingfähigkeit innerhalb der Verbände schließen lässt. Diese Quote wird aus den Anteilen der Fraktionen Restmüll und verwertbaren Altstoffen, wobei darunter auch Verpackungsabfälle miteinbezogen werden, für jeden Verband errechnet, bewertet und kartographisch dargestellt.

Als Grundlage für die Visualisierung der Sammelquotenentwicklung und -prognose auf Ebene der Abfallwirtschaftsverbände dient eine thematische Karte. Thematische Karten eignen sich für die Darstellung von Zusammenhängen auf soziologischer, politischer, wirtschaftlicher und administrativer Ebene. Sie lassen sich auf unterschiedliche Weise nach Maßstab, Entstehung, Funktion und Inhalt einteilen. Letzteres teilt sich weiter auf allgemeingeographische und anthropogeographische Themen auf. Anthropogeographische Inhalte stellen die Bevölkerung, sowie Bereiche aus menschlichen Wirken aus Wirtschaft, Verkehr und Entwicklungssachverhalte dar. (Kohlstock 2014, S. 123f) Als Kartengrundlage zählen unter anderem Beobachtungen, topographische Karten und statistische Erhebungen, wobei Statistiken für die Darstellung des Bewer-

tungsschemas der praktischen Analyse der Arbeit herangezogen werden. (ebd., S. 125) Der genaue Ansatz zur Vorgehensweise, die Beschreibung der Modelle, die Datengrundlagen und die Auswertungsmethoden werden im Kapitel 7.1. und 7.2. beschrieben.

1.4. Aufbau der Arbeit

Der Aufbau der Arbeit gliedert sich in Einleitung, theoretische Grundlagen, praktische Analyse und Schlussfolgerung. Im ersten Kapitel werden einleitende Gedanken, sowie die Problemstellung, Zielsetzung, Forschungsfrage und die Grundlagen zur methodischen Vorgehensweise besprochen. Anschließend erfolgt der theoretische Aufbau, in Bezug auf die Recyclingquotenentwicklung, mit notwendigen Begriffsbestimmungen in der Abfallwirtschaft. Hier werden hauptsächlich die Begriffe aus Gesetzestexten, wie die Abfallrahmenrichtlinie und das Abfallverzeichnis der Europäischen Union (2008; 2014), die Verpackungsrichtlinie (1994) und die Änderungen der europäischen Abfallrahmenrichtlinie (2018a) herangezogen. Weiters werden auch die ausgewählten Fraktionen für die nachstehende Arbeit definiert. Im nächsten Kapitel erfolgt die Abklärung rechtlicher Rahmenbedingungen für die Erreichung der Recycling-Ziele auf europäischer, nationaler, Landes- und kommunaler Ebene. In diesem Kapitel werden die Änderungen der Richtlinien auf europäischer Seite, die Recyclingquoten, die neuen Berechnungsmethoden und das Kreislaufwirtschaftspaket (2018) beschrieben. Auf Bundes-, Landes-, und kommunaler Ebene werden die Kompetenzen und Reglementierungen zu den Recycling-Zielen erläutert. Inhalt des vierten Kapitels sind die Organisationsstrukturen in der Steiermark. Dazu werden allgemeine Grundlagen und Prozesse der Entsorgungswirtschaft in der Steiermark dargestellt, wobei hier auch der Einfluss der Sammelinfrastruktur für die Erreichung der Ziele nähergebracht wird. Ebenso ist die Digitalisierung der Abfallwirtschaft Teil dieses Kapitels. Anschließend erfolgt die allgemeine und spezifische Betrachtung der Siedlungsabfälle in der Steiermark. Darunter zählen das Abfallaufkommen und dessen Einflussfaktoren, die Betrachtung auf Landes- und Abfallwirtschaftsverbandsebene, sowie deren Behandlungsverfahren. Das letzte theoretische Kapitel dient als Überleitung zum praktischen Teil und beschreibt die Recyclingquotenentwicklung und -ziele auf europäischer und nationaler Ebene, wobei mehrere Länder miteinander verglichen und dargestellt werden. In der praktischen Analyse werden die Recyclingquotenentwicklung und die mittelfristige Prognose innerhalb der Steiermark auf Landes- und Abfallwirtschaftsverbandsebene dargestellt. Im anschließenden, letzten Teil der Arbeit, werden die Forschungsfragen beantwortet, Ergebnisse diskutiert und ein zusammenfassendes Fazit gegeben.

2. Theoretische Grundlagen in der Abfallwirtschaft

Im Jahr 2018 setzte die Europäische Union mit der *Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle* für die Abfallwirtschaft neue Vorgaben und Ziele, die von den Mitgliedstaaten umgesetzt und erreicht werden müssen. Eine nachhaltige Materialwirtschaft, effiziente Nutzung natürlicher Ressourcen und dessen Schonung, sowie der Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit stehen innerhalb des darin reglementierten Kreislaufwirtschaftsmodells an oberste Stelle. Dadurch wurden innerhalb der Abfallbewirtschaftung neue Zielvorgaben für die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling festgelegt, um die Mitgliedstaaten in ein effizienteres Abfallwirtschaftssystem zu führen. Der Fokus liegt besonders auf die Bewirtschaftung von Siedlungsabfällen, die 10% des Gesamtabfallaufkommens in der Europäischen Union ausmachen. Diese sind durch ihre komplexe und gemischte Zusammensetzung und durch die teils fehlende oder verbesserungswürdige Abfallbewirtschaftungsinfrastruktur nur schwer handzuhaben. Um die neuen Recycling-Ziele zu erreichen, sind Maßnahmen für eine zugechnittene Infrastruktur beginnend bei Abfalltren- und Sammelsystem, über die ordnungsgemäße Überwachung der Stoffströme bis hin zu Behandlung und Verwertung der Siedlungsabfälle erforderlich. Die Optimierung dieser Abfallbewirtschaftungssysteme, unabhängig davon, ob sie in öffentlicher oder privater Hand sind, ist ein wesentlicher Faktor, um die Ziele innerhalb des vorgegebenen Kreislaufwirtschaftspakets zu erreichen. (EU 2018a, S. 109f) Da die neuen Vorgaben sich besonders auf den Umfang der Siedlungsabfälle und deren Bewirtschaftung beziehen, werden auf Basis dessen, in diesem Kapitel, zunächst die Definitionen von Siedlungsabfällen, die darin enthaltenen Abfallarten, sowie die Abfallbewirtschaftung näher diskutiert.

Abfallarten

Nach der Europäischen Kommission (2011, S. 11) sind Siedlungsabfälle „[...] Haushaltsabfälle und ähnliche Abfälle.“ Dies entspricht nach dem Abfallverzeichnis des Europäischen Parlaments und Rates (2014, S. 85) gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen aus dem Haushalt, sowie ähnliche gewerbliche und industrielle Abfälle aus Einrichtungen. Gefährliche Abfälle sind jene, die eine oder mehrere Eigenschaften nach Anhang III der Richtlinie des Europäischen Parlaments und Rates (2008, S. 25) aufweisen. Diese Eigenschaften werden in Kategorien von H 1 „explosiv“ bis H 14 „ökotoxisch“ eingeteilt. Nicht-gefährliche Siedlungsabfälle sind demnach Abfälle, die diese Merkmale nicht aufweisen und aus dem Haushalt oder aus haushaltsähnlichen Einrichtungen stammen.

Gemäß dem Abfallverzeichnis der Europäischen Union (2014, S. 74 und 85f) sind Siedlungsabfälle als Abfallarten innerhalb der Kapitel 15 01 „Verpackungen (einschließlich getrennt gesammelter kommunaler Verpackungsabfälle)“ und 20 „Siedlungsabfälle (Haushaltsabfälle und ähnliche gewerbliche und industrielle Abfälle sowie Abfälle aus Einrichtungen), einschließlich getrennt gesammelter Fraktionen“ zu verstehen. Von dieser Definition ausgenommen sind die Fraktionen Boden und Steine (20 02 02), Fäkalschlamm (20 03 04) und Abfälle aus der Kanalreinigung (20 03 06). Da Siedlungsabfälle sehr komplex und unterschiedlich sind, dient diese genaue Bestimmung zur Vereinheitlichung innerhalb der Recycling-Ziele, wobei sich die Mitgliedstaaten auf jenes Abfallverzeichnis (2014) beziehen sollen. (EU 2018a, S. 111) Ergänzend zu dieser Definition sind nach der Europäischen Union (2018a, S. 120) Siedlungsabfälle exakt als „[...] gemischte Abfälle und getrennt gesammelte Abfälle aus Haushalten, einschließlich Papier und Karton, Glas, Metall, Kunststoff, Bioabfälle, Holz, Textilien, Verpackungen, Elektro- und Elektronik-Altgeräte, Altbatterien und Altakkumulatoren sowie Sperrmüll, einschließlich Matratzen und Möbel“ definiert. Sie können auch aus anderen Bereichen, außer haushaltsähnlichen Einrichtungen stammen, sofern die Beschaffenheit diesen ähnlich ist. Abfälle aus Produktion, Forst- und Landwirtschaft, sowie Fischerei, Kanalisation, Klärgruben und -anlagen, Altfahrzeuge, Bau- und Abbruch sind darin allerdings nicht inbegriffen. (ebd.)

Innerhalb der Siedlungsabfälle sind des Weiteren Altstoffe, und darüber hinaus Verpackungsabfälle, sowie biogene, sperrige und gemischte Abfälle, Straßenkehricht und Problemstoffe, näher zu definieren.

Altstoffe sind gemäß dem österreichischen Abfallwirtschaftsgesetz (2002) „[...] Abfälle, welche getrennt von anderen Abfällen gesammelt werden, oder [...] Stoffe, die durch eine Behandlung aus Abfällen gewonnen werden, um diese Abfälle nachweislich einer zulässigen Verwertung zuzuführen.“ Ebenso sind Verpackungsabfälle aus getrennter, kommunaler Sammlung unter Altstoffe zu zählen. (EU 2014, S. 85) Diese werden definiert als Abfälle „[...] aus beliebigen Stoffen hergestellte Produkte zur Aufnahme zum Schutz, zur Handhabung, zur Lieferung und zur Darbietung von Waren, die vom Rohstoff bis zum Verarbeitungserzeugnis reichen können und vom Hersteller an den Benutzer oder Verbraucher weitergegeben werden.“ (EU 1994, S. 12) Darüber hinaus sind biogene Siedlungsabfälle (Bioabfall) „[...] biologisch abbaubare Garten- und Parkabfälle, Nahrungs- und Küchenabfälle aus Haushalten, aus dem Gaststätten- und Cateringgewerbe und aus dem Einzelhandel sowie vergleichbare Abfälle aus Nahrungsmittelverarbeitungsbetrie-

ben.“ (EU 2008, S. 9) Dagegen sind sperrige Siedlungsabfälle nach dem Steiermärkischen Abfallwirtschaftsgesetz (2004) jener Müll „[...] der wegen seiner Beschaffenheit weder in bereitgestellten Behältnissen noch durch die Systemabfuhr übernommen werden kann.“ Demnach sind gemischte Siedlungsabfälle alle Abfälle, die weder den verwertbaren Abfällen, wie Altstoffe und Verpackungsabfälle, noch den biogenen und sperrigen Siedlungsabfällen, sowie dem Straßenkehricht, zuzuordnen sind. (StAWG 2004) Als Straßenkehricht wird jener Abfall definiert, der innerhalb öffentlichen Anlagen und Plätzen, sowie auf Straßen, anfällt und wird aufgrund seiner Zusammensetzung der Restmüllbehandlung zugeführt. (ebd.) Problemstoffe sind gefährliche Abfälle in privaten Haushalten, wobei die Art und Menge eines privaten Haushalts entsprechen. (AWG 2002)

Relevant für die nachstehende Arbeit sind somit nach dem Abfallverzeichnis des Europäischen Parlaments und Rates (2014, S.74 und S.85f) definierte und zusammengefasste Siedlungsabfälle mit folgendem Abfallcode:

Tab. 1: Ausgewählte Abfallarten nach dem Abfallverzeichnis der EU (Quelle: EU 2014, S.74 und S.85f)

Abfallcode	Abfallart
20 03 01	Gemischte Siedlungsabfälle (Restmüll)
20 01 08/20 02	Biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle/Garten- und Parkabfälle
20 03 07	Sperrmüll
20 03 03	Straßenkehricht
20 01 33 und 20 01 34	Batterien und Akkumulatoren
20 01 35 und 20 01 36	gebrauchte elektrische und elektronische Geräte
15 01 01	Verpackungen aus Papier und Pappe
15 01 02	Verpackungen aus Kunststoff
15 01 04	Verpackungen aus Metall
15 01 07	Verpackungen aus Glas
	Problemstoffe
	Sonstige Altstoffe

Innerhalb der Problemstoffe sind zahlreiche Abfallarten zu nennen. Darunter zählen Arzneimittel, Säuren, Laugen, Altöle und Pestizide. Ein ebenso großes Spektrum ist unter den sonstigen Altstoffen vorzuweisen. Besonders Altspeiseöle und –fette, Textilien und Bekleidungen, sowie Altholz und Metalle gehören in diese Kategorie. Die genaue Auflistung nach dem europäischen Abfallverzeichnis (2014) ist aus dem Anhang (A.1) zu entnehmen.

Abfallbewirtschaftung

Die Definition zur Abfallbewirtschaftung nach der Abfallrahmenrichtlinie der EU (2008, S. 9) beinhaltet „[...] die Sammlung, den Transport, die Verwertung und die Beseitigung von Abfällen, einschließlich der Überwachung dieser Verfahren [...]“. Ferner wird die Sammlung beschrieben als „[...] das Einsammeln von Abfällen, einschließlich deren vorläufiger Sortierung und vorläufiger Lagerung zum Zwecke des Transports zu einer Abfallbehandlungsanlage.“ Zusätzlich wird die getrennte Sammlung von Abfällen definiert. Diese erfolgt nach bestimmter Art und Beschaffenheit des Abfalls, dessen Abfallbehandlung wiederum darauf abgestimmt ist. Eine Behandlung ist das Verfahren zur Verwertung oder Beseitigung, wobei auch die dazu nötige Vorbereitung inkludiert ist. (EU 2008, S. 10) Die Abfallbehandlung und –bewirtschaftung beruht besonders auf der 5-stufigen Abfallhierarchie der europäischen Abfallrahmenrichtlinie (2008) auf die im Kapitel 3.1. näher eingegangen wird.

3. Rechtliche Rahmenbedingungen

Die gesamte Regelung in der Abfallwirtschaft wird von den rechtlichen Rahmenbedingungen für die Mitgliedstaaten der Europäischen Union als oberste Instanz (Abbildung 2) in Form von Richtlinien, Verordnungen und Beschlüssen bestimmt. In Richtlinien wird ein Ziel vorgegeben, welches es auch für die Mitglieder zu erreichen gilt, jedoch bleibt es dem Staat selbst überlassen eigene Rechtsvorschriften zur Umsetzung festzulegen. (EU 2019) Die Änderung der Abfallrahmenrichtlinie der Europäischen Union (2018) und die darin enthaltenen Vorgaben zur Umsetzung des Kreislaufwirtschaftsmodells, sowie die neuen Recycling-Ziele sind für alle Mitgliedstaaten bindend und müssen bis 5. Juli 2020 in nationales Recht reglementiert werden. (EU 2018a, S. 138) Auf nationaler Ebene umgesetzt, folgt die Hierarchie zu den unteren Ebenen der Bundesländer und der Gemeinden.

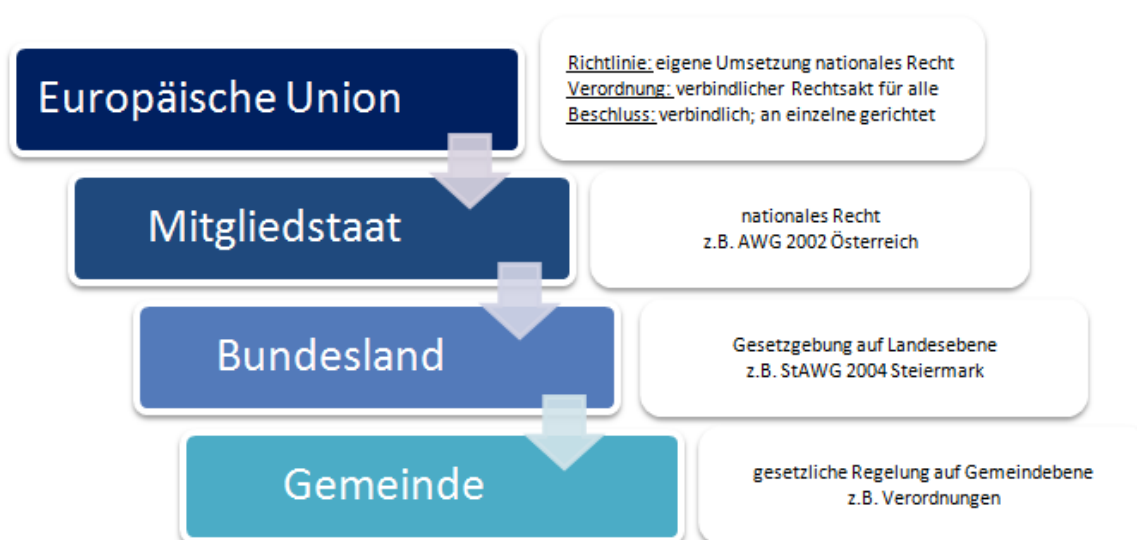


Abbildung 2: Strukturierung der rechtlichen Rahmenbedingungen hinsichtlich der Abfallwirtschaft (Quelle: eigene Darstellung 2019; Datengrundlage: EU 2019)

In den nachfolgenden Kapiteln soll hinsichtlich der Recyclingquotenentwicklung auf kommunaler und Landesebene das rechtliche Fundament und die genauen bindenden Vorgaben seitens der Europäischen Union, Österreich und Steiermark diskutiert werden.

3.1. Abfallwirtschaftliche Rahmenbedingungen auf EU-Ebene

Die Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien (Abfallrahmenrichtlinie der EU 2008) legt auf rechtlicher Ebene die Abfallbewirtschaftung der einzelnen Mitgliedstaaten fest. Durch Maßnahmen sollen nicht nur die Umwelt geschützt und natürliche Ressourcen geschont werden, sondern auch die Europäische Union in eine „Recycling-Gesellschaft“ überführen. Zentrale Inhalte sind, unter ande-

rem, Begriffsbestimmungen zur Abfallwirtschaft, wie das Ende der Abfalleigenschaft, das Abfallverzeichnis, Verwertung, Recycling, Beseitigung und Vermeidung von Abfällen, sowie die neu definierte Abfallhierarchie, als Grundbaustein für eine „Recycling-Gesellschaft“ der abfallrechtlichen Politik der Mitgliedstaaten. (EU 2008, S. 7) Außerdem legt die Abfallrahmenrichtlinie (ebd., S. 13) Maßnahmen für die Mitgliedstaaten fest, mit denen eine bestimmte Recyclingquote erreicht werden soll. Diese Maßnahmen betreffen Siedlungsabfälle aus Glas, Papier, Metall und Kunststoff und nicht gefährliche Bau- und Abbruchsabfälle. Die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling der Siedlungsabfälle soll auf 50 Masseprozent bis 2020 erhöht werden. Darüber hinaus werden zusätzliche Bestimmungen zur getrennten Sammlung von Bioabfällen getroffen, um diese kompostieren und vergären zu lassen. Dies soll einen wertvollen Beitrag zum Umweltschutz leisten, indem die Verwendung von umweltverträglichen Stoffen aus biogenen Abfällen gefördert wird. (ebd., S. 16) Weiters sollen außerhalb der Haushaltsabfälle durch Vorbereitung zur Wiederverwendung und Recycling auch Bau- und Abbruchabfälle auf 70 Masseprozent erhöht werden. Die Kontrolle der Maßnahmen zur Durchführung und Einhaltung des Ziels wird von der Kommission geprüft, wobei die Mitgliedstaaten alle drei Jahre zur Berichterstattung der bereits erreichten Fortschritte verpflichtet sind. Das Begründen bei Nichterreichen der Ziele und das Benennen der Maßnahmen innerhalb des Staates sind unerlässlich. (ebd., S. 13)

Abfallhierarchie

Die Abfallhierarchie (Abbildung 3) gilt als Fundament der Abfallbewirtschaftung zur Erreichung der Recycling-Ziele. Sie definiert die Priorisierung der Handhabung von Abfällen, wobei ein Produkt oder ein Stoff während des ganzen Lebenszyklus betrachtet werden soll. Somit sollen nicht nur schädliche Auswirkungen durch Abfallerzeugung vermieden, sondern auch der ökonomische Wert des Abfalls erhöht und die Verwertung zur Schonung natürlicher Ressourcen gefördert werden. (EU 2008, S. 4) Dabei werden jene Optionen gewählt, die stets das beste Ergebnis in Betracht der eben genannten Aspekte im Ausblick haben. Es kann von der Abfallhierarchie abgewichen werden, wenn es sich um eine bessere Lösung aus ökologischer, technischer und ökonomischer Hinsicht handelt. (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2017, S. 18) Sie ist auch wesentlicher Bestandteil des EU - Kreislaufwirtschaftspaket von 2018 und zentrales Thema zur Erreichung der neuen Recyclingquoten der Mitgliedstaaten.

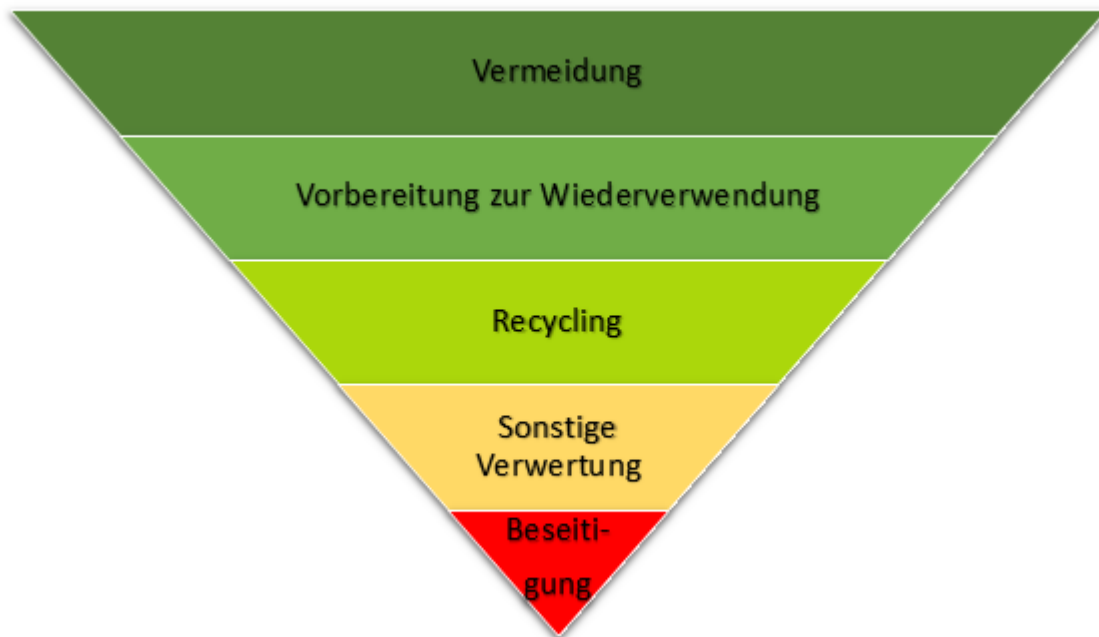


Abbildung 3: Die 5-stufige Abfallhierarchie (Quelle: eigene Darstellung 2019; Datengrundlage: EU 2008)

Die Abfallvermeidung soll nach der EU (2008, S. 4) die oberste Priorität der Abfallwirtschaft sein, wobei auch die Mitgliedstaaten dazu verpflichtet sind Abfallvermeidungsprogramme zu erstellen, umzusetzen und öffentlich zu machen. Ziel der Vermeidung ist es, die ökologische Belastung und die schädliche Auswirkung auf die menschliche Gesundheit durch Abfälle über den gesamten Lebenszyklus eines Produktes, von der Erzeugung bis zum Recycling bzw. Beseitigung, gering zu halten. (EU 2006; EU 2008, S.10) Die Wiederverwendung dagegen beschreibt „[...] jedes Verfahren, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile, die keine Abfälle sind, wieder für denselben Zweck verwendet werden, für den sie ursprünglich bestimmt waren.“ (EU 2008, S. 10) In der Vorbereitung werden Abfälle so behandelt, dass sie ohne weitere Vorbehandlung wiederverwendet werden können. Dies beinhaltet Reinigungen, Reparaturen und Prüfungen. (ebd.) Die Verwertung beschreibt die Richtlinie (EU 2008, S. 10) allgemein als „[...] jedes Verfahren, als dessen Hauptergebnis Abfälle innerhalb der Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie andere Materialien ersetzen, die ansonsten zur Erfüllung einer bestimmte Funktion verwendet worden wären [...]“. Recycling ist demnach ein Verwertungsverfahren, wodurch Abfälle zu Stoffen oder Produkten wieder aufbereitet und für den ursprünglichen oder einen neuen Zweck verwendet werden. Diese möglichen Recyclingverfahren werden im Anhang II der Abfallrahmenrichtlinie der EU (2008, S. 24) von R 2 bis R 13 als, unter anderem, Rückgewinnung oder Wiedergewinnung von Stoffen genauer beschrieben. Unter sonstiger Verwertung fallen jegliche Verfahren, die nicht in den Verwertungsverfahren des Anhangs II der Abfallrahmenrichtlinie (EU 2008, S. 24) R 2 bis R 13 zu definieren

sind. Dies sind vor allem energetische Verwertungen, wobei Abfälle so aufbereitet werden, dass sie als Ersatzbrennstoff oder zu einem anderen Zweck der Energieerzeugung fungieren. (ebd.) Weiters können Abfälle auch zur Verfüllung verwendet werden. (EU 2008, S. 10) Die Beseitigung von Abfällen ist dann anzuwenden, wenn keine andere Verwertung mehr möglich ist. (ebd.) Darunter zählen, unter anderem, die Ablagerung auf der Deponie, Verpressung oder auch Verbrennung auf Land und See. (EU 2008, S. 25)

3.1.1. Kreislaufwirtschaftspaket der Europäischen Union

Ende Mai 2018 wurde die Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle beschlossen und gilt als Fundament der neuen Recycling-Ziele für die Mitgliedstaaten der Europäischen Union. Das übergeordnete Ziel der Änderung der Abfallrahmenrichtlinie ist das darin reglementierte Kreislaufwirtschaftspaket. Die Europäische Union soll in eine kreislaforientierte Wirtschaft übergehen, wobei zusätzliche und verstärkte Maßnahmen zur Umweltschonung und zur effizienteren Ressourcennutzung getroffen wurden. Der Fokus zum Übergang in eine nachhaltigere Materialwirtschaft liegt besonders auf dem Lebenszyklus von Produkten, demnach von der Erzeugung bis zum Verbrauch, wobei auch Treibhausgasemissionen verringert, erneuerbare Energie gefördert und wirtschaftliche neue Chancen geschaffen werden sollen. Auch die im Kapitel 3.1. erwähnten Zielvorgaben zur Erhöhung der Quoten bei der Vorbereitung zur Wiederverwendung und Recycling von Haushaltsabfällen werden abermals erhöht, um dem Modell der Kreislaufwirtschaft (Details dazu im Kapitel 3.1.2.) besser gerecht zu werden. (EU 2018a, S. 109) Die Mitgliedstaaten dürfen jedoch selbst festlegen, welche Maßnahmen sie zur Erreichung der Ziele durchführen, wobei die Kommission diese nach strengen Kriterien überprüft. Sie sind angehalten, die Maßnahmen so umzusetzen, dass der Abfall als Ressource betrachtet wird und Verwertungsverfahren bestmöglich sichergestellt werden. (EU 2018a, S. 121f)

Bereits 2015 wurden durch einen Aktionsplan der Europäischen Union Maßnahmen von der Produktgestaltung bis zum Konsum vorgeschlagen. Das oberste Ziel ist es von einer „Wegwerfgesellschaft“ in eine „Kreislaufwirtschafts-Gesellschaft“ überzugehen. (EU 2015, S. 2) Das Design eines Produktes (Abbildung 4) soll so gestaltet werden, dass es nicht nur besser repariert bzw. wiederverwendet werden kann, sondern auch die verwendeten Materialien weniger komplex sind, um ein optimales Recyclingverfahren durchführen zu können. Dadurch werden Primärressourcen geschont, CO₂ eingespart und, durch neue mögliche Innovationen von Prozessen und Instrumenten in der Industriebranche, der wirtschaftliche Wettbewerb Europas ge-

stärkt (EU 2015, S. 2; ebd. S.4ff). Ziel ist es die Vermeidung, Wiederverwendung und das Recycling von Siedlungs- und Verpackungsabfällen zu fördern, sowie die Deponierung von Abfällen bestmöglich gering zu halten. (EU 2015, S. 2f) Eine wesentliche Maßnahme, die bereits in der Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG auf Basis der Abfallhierarchie reglementiert wurde, ist ein getrenntes Abfallsammelsystem von recyclingfähigen Materialien. (EU 2008, S. 6)



Abbildung 4: Modell zur Kreislaufwirtschaft in der Europäischen Union (Quelle: EU 2018c)

Da auf den niedrigen Ebenen der Abfallhierarchie durch falsche Entsorgung dennoch verwertbare Ressourcen verloren gehen und die Verpflichtung der Mitgliedstaaten zur getrennten Sammlung von Papier, Metall, Kunststoff und Glas besser erfüllt wird, wurden diese in der Änderung der Abfallrahmenrichtlinie nochmals angehalten, eine getrennte Sammlung für die genannten Altstoffe, sowie auch für Bioabfall, Problemstoffe und Textilabfall einzuführen. (EU 2018a, S. 115f) Besonders das Recycling von Kunststoffen soll innerhalb der Kreislaufwirtschaft stärker gefördert werden, da in der gesamten Europäischen Union lediglich 25% stofflich verwertet und 50% auf Deponien abgelagert werden. Maßnahmen wie intelligentere Systeme für getrennte Sammlung, Förderung der Verbrennung, anstatt Deponierung und Entwicklung innovativer, sowie besser recyclingfähige Kunststoffe, sind Teil der Kreislaufwirtschaft. (EU 2015, S. 16)

3.1.2. Zusätzliche Änderungen der Richtlinien – neue Recycling-Ziele

Mit der Änderung der Abfallrahmenrichtlinie (2008) wurden auch Legislativvorschläge zu den Änderungen der Deponierichtlinie (1999/31/EG), Altfahrzeugrichtlinie (2000/53/EG), Elektroaltgeräterichtlinie (2012/19/EU), Batterierichtlinie (2006/66/EG) und der Verpackungsrichtlinie (94/62/EG) hervorgebracht. Diese Änderungen sollen eine Vereinheitlichung bezüglich der Begriffsbestimmungen und Berechnungsmethoden der Recyclingquoten und –ziele erwirken, sowie Überschneidungen innerhalb der Richtlinien vermeiden. (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2017, S.19)

Mit Zielen, wie das Ankurbeln der Wirtschaft, Verpackungsressourcen effizient zu nutzen und Abfälle einzudämmen, wurden für die Mitgliedstaaten, zusammen mit der Abfallrahmenrichtlinie (2018), höhere Masseprozentanteile für Siedlungs- und Verpackungsabfälle zur Erreichung des Ziels einer Kreislaufwirtschaft festgelegt (Tab. 2). (EU 2018b, S, 141)

Tab. 2: Im Rahmen der Änderungen der EU Abfallrahmen- und Verpackungsrichtlinie (2018) festgelegte Recyclingquoten für Siedlungs- und Verpackungsabfälle (Quelle: EU 2018a, S.129; EU 2018b, S.147)

Siedlungs- und Verpackungsabfälle	2025	2030	2035
Siedlungsabfälle	55 %	60 %	65 %
Kunststoff	50 %	55 %	
Eisenmetalle	70 %	80 %	
Papier und Karton	75 %	85 %	
Aluminium	50 %	60 %	
Glas	70 %	75 %	
Holz	25 %	30 %	
Verpackungen gesamt	65 %	70 %	75%

Lagen die zu erreichenden Quoten für Siedlungsabfälle in der Richtlinie (EU 2008, S. 13) noch bei 50% bis 2020, sind es in den Änderungen (EU 2018a, S. 129; EU 2018b, S. 147) allgemein bis 2025 schon 55% und bis 2035 65%. Spezifische Quoten für Kunststoff, Eisenmetalle, Papier, Aluminium, Glas und Holz, wie in der Tabelle ersichtlich, wurden ebenso definiert. In der Verpackungsrichtlinie (1994) wurden bereits Ziele für die Verwertung von Verpackungsmaterial nach 5 Jahren ab der Veröffentlichung dieser Richtlinie gesetzt. Die Staaten der Europäischen Gemeinschaft mussten zwischen 50% und höchstens 65% aller Verpackungsabfälle verwerten,

wobei zwischen 25% und 45% der gesamten Abfälle aus Verpackungen und 15% jeder einzelnen Verpackungsfraktion stofflich verwertet werden mussten. (EU 2018b; S. 14) Mit der Abfallrahmenrichtlinie der EU (2008, S. 6) galten die Recyclings- und Verwertungsanforderungen für die Berechnung der Recyclingquoten der jeweiligen, in diesem Kapitel anfangs erwähnten, ursprünglichen Richtlinien.

Für die aktuelle Berechnung aus den Richtlinienänderungen werden alle recycelten Verpackungsabfälle aus einem Kalenderjahr genutzt. Demnach dürfen nur jene Abfälle unter gewissen Bedingungen in die Berechnung mit einfließen, wenn sie nicht mehr als Abfälle anzusehen sind. Hierbei gelten diese auch nur als recycelt, wenn sie alle nötigen Prüf-, Sortier- und sonstigen Verfahren zur Vorbehandlung durchlaufen haben und danach zu einem Recyclingverfahren gebracht werden können. Das heißt, bevor auch getrennt gesammelte Wertstoffe in eine Anlage zur stofflichen Verwertung gelangen, müssen diese vorbehandelt werden, um in die Recyclingquote mit einfließen zu dürfen. Daraus muss außerdem ein Material, Produkt oder Stoff zur Weiterverarbeitung entstehen, auch wenn es nicht dem ursprünglichen, sondern einem anderen Zweck dient, um das Gewicht als recycelt melden zu können. Des Weiteren dürfen auch biologisch abbaubare Abfälle in die Recyclingquote miteinberechnet werden, wenn diese aerob oder anaerob behandelt und der Output, meist Kompost oder Gärrückstände, im Verhältnis zu der Menge der behandelten biologischen Abfälle einen vergleichbaren Recyclinganteil enthält. Werden Abfälle zur energetischen Verwertung, Verfüllung, Beseitigung, oder anderen ähnlichen Verfahren verwendet, dürfen diese nicht in die Berechnung mit einbezogen werden. (EU 2018a, S. 117; EU 2018b, S. 148)

Für Elektronikaltgeräte, Batterien und Akkumulatoren gelten die Änderungen der Richtlinien bereits seit 2016, wobei der Fokus besonders auf die Erhöhung der Sammelquote liegt, um Wiederverwendungs- und Recyclingprozesse zu steigern. Basierend auf die in den drei Vorjahren in Verkehr gesetzten Geräten müssen Mitgliedstaaten seit 2016 eine Mindestsammelquote von 45% erreichen, wobei das Niveau nicht sinken darf. Ab 2019 soll eine Sammelquote von 65% erzielt werden. (EAK 2018, S. 14) Für Batterien und Akkumulatoren gilt es in den Mitgliedstaaten eine Mindestsammelquote von 45% seit 2016 zu erreichen. (ebd.; S. 21)

Um eine hohe Sammlungs- und Verwertungsquote von Verpackungsabfällen, Elektronikaltgeräten, Batterien und Akkumulatoren zu erzielen, wurden in den dafür geltenden Richtlinien Rücknahme-, Sammel- und Verwertungssysteme eingeführt, wobei diese für die Erreichung der

neuen Ziele einen essentiellen Part einnehmen. Die Mitgliedstaaten sind dazu verpflichtet Systeme einzurichten, um jene Altstoffe, die beim Endverbraucher sind, wieder zurückzunehmen, diese wiederzuverwenden und bestmöglich stofflich zu verwerten. (EU 1994, S. 14; EU 2006, S. 2; EU 2012, S. 39) Für die hergestellten Produkte sind die Produzenten verantwortlich, diese bei Verbrauch des Konsumenten wieder zurückzunehmen. Für Elektronikaltgeräte und Batterien müssen Rücknahmepunkte so eingerichtet werden, dass der Endverbraucher sie kostenfrei und bequem abgeben kann. (EU 1994, S. 14; EU 2006, S. 2; EU 2012, S. 39) Für Verpackungsabfälle aus Papier, Glas, Metall und Kunststoff gilt es auch ein System beim Endverbraucher einzurichten, wobei jeder Marktteilnehmer im Zusammenhang mit Verpackungsabfällen (Hersteller, Entsorgungs- und Verwertungsbetriebe, Benutzer, Importeure, Händler, staatliche und öffentlich-rechtliche Organisationen) sich beteiligen kann. (EU 1994, S. 13f) (Details dazu in Kapitel 3.3.)

3.2. Rechtliche Rahmenbedingungen auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene

Das österreichische Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (2002) reglementiert die Abfallbewirtschaftung auf nationaler Ebene, wobei das Gesetz an europäische Vorgaben angelehnt ist. Somit richtet sich die Abfallbewirtschaftung innerhalb des Abfallwirtschaftsgesetzes (2002) nach dem Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzips und der 5-stufige Abfallhierarchie der Europäischen Union aus. (AWG 2002) Auf Landesebene gibt es innerhalb jedes Bundeslandes ein eigenes Abfallwirtschaftsgesetz, wobei dieses dem nationalen Gesetz untergeordnet ist und somit die gleichen Grundsätze und Ziele beinhaltet. (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2017, S. 34) Die Materien des nationalen und der Landesgesetze beinhalten im Wesentlichen die Kompetenzen für eine fachgerechte Entsorgungs- und Verwertungswirtschaft von Abfällen.

Kompetenzen nach Bundes- und Landesgesetz

In der Entsorgungslogistik ist der Bund nach dem Bundes-Verfassungsgesetz (1930) ausschließlich für gefährliche Abfälle zuständig. Bei nicht gefährlichen Abfällen hat der Bund nur eine „Bedarfskompetenz“. Damit kann er Vorgaben für eine fachgerechte Entsorgung und sämtliche Maßnahmen zur Abfallvermeidung, -verminderung und -verwertung festlegen. Für Verpackungsabfälle, biogene Abfälle und Baurestmassen hat der Staat aus Vereinheitlichungsgründen diese Kompetenz in Anspruch genommen, ansonsten legen die Bundesländer die Entsorgungslogistik selbst fest. Somit gibt der Bund nach Europäischen Recht vor, dass zum Beispiel Inverkehrsetzer von Verpackungen, Elektroaltgeräte, Altfahrzeuge und Batterien ein Sammel-

und Verwertungssystem aufbauen und betreiben müssen, damit der Endverbraucher diese unentgeltlich durch Hol- oder Bringsysteme abgeben kann. (Details dazu in 3.3.) Weiters müssen biogene Abfälle getrennt gesammelt und Abgabestellen für Elektronikaltgeräte und Batterien eingerichtet werden. (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2017, S. 33) Die Kompetenz des Landes liegt in der kommunalen Abfuhr von Siedlungsabfällen in den Gemeinden, sowie die damit verbundene Einhebung von Abfallgebühren und die Behandlungsanlagenplanung. Demnach ist jedes Land selbst für die Sammlung von gemischten, sperrigen und biogenen Abfällen verantwortlich. Ebenso werden Abfuhrordnungen und die Gebührenvorsreibung innerhalb der Gemeinden, die Einrichtung von Abfallwirtschaftsverbänden und die Andienungspflicht von Liegenschaftseigentümern geregelt. (ebd., S. 34)

Tab. 3: Zuständigkeit der Sammel- und Behandlungsverantwortlichkeit von Siedlungsabfällen (Quelle: Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2017, S. 35)

Abfallart	Sammel- und Behandlungsverantwortlichkeit	Verantwortlichkeit für die Organisation der Sammlung	Verantwortlichkeit für die Organisation der Behandlung	Sammel-system
Gemischte Siedlungsabfälle (Restmüll)	Land	Gemeinde (Verbände)	Gemeinde / Verbände / Land	Holsystem
Sperrige Siedlungsabfälle (Sperrmüll)	Land	Gemeinde (Verbände)	Gemeinde / Verbände / Land	Bringsystem (Altstoffsammelzentrum)
Biogene Abfälle	Land	Gemeinde (Verbände)	Gemeinde (Verbände)	Holsystem
Sonstige Metallabfälle (Nicht-Verpackung)	Land	Gemeinde (Verbände)	Gemeinde (Verbände)	Bringsystem (Altstoffsammelzentrum)
Glas (Verpackung)	Bund	Wirtschaft (Inverkehrsetzer)	Wirtschaft (Inverkehrsetzer)	Bringsystem (Sammelinseln)
Papier (Verpackung)	Bund	Wirtschaft (Inverkehrsetzer)	Wirtschaft (Inverkehrsetzer)	Hol- und Bringsystem

Metall (Verpackung)	Bund	Wirtschaft (Inverkehrsetzer)	Wirtschaft (Inverkehrsetzer)	Bringsystem (Sammelinseln)
Leichtfraktion (Verpackung)	Bund	Wirtschaft (Inverkehrsetzer)	Wirtschaft (Inverkehrsetzer)	Hol- und Bringsystem
Problemstoffe	Bund	Gemeinde (Verbände)	Gemeinde (Verbände)	Bringsystem (Problemstoffsammelstellen)
Elektroaltgeräte	Bund	Gemeinde (Verbände) / Wirtschaft	Wirtschaft (Inverkehrsetzer)	Bringsystem (Altstoffsammelzentrum und Handel)

Die Sammlung und Abfuhr von gemischten, biogenen und sperrigen Abfällen können durch Dritte bzw. durch Sammelpartner erfüllt werden, wobei sich die Gemeinden für überregionale Aufgaben freiwillig oder per gesetzlichen Beschluss zu Verbänden formieren können. Oft werden Gemeinden aus einem politischen Bezirk zu einem Verband zusammengeschlossen und in weiterer Folge bilden diese Abfallverbände zusammen einen Dachverband, wobei dieser ebenso auf das Landgebiet abgestimmt ist. (BMLFUW 2009, S. 26)

Durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen und festgelegte Verteilung der Kompetenzen auf Bundes- und Landesebene können Siedlungsabfälle über verschiedene Organisationsstrukturen effizient und, für den Bürger, bequem, haushaltsnah und flexibel gesammelt werden. Durch die kommunale Abfuhr und Einrichtung von Abfallsammelzentren, Problemstoffsammelstellen, sowie die Abfuhr mittels Sammelpartner der Sammel- und Verwertungssysteme (Details dazu in Kapitel 3.3.) können mehr recyclingfähige Materialien gesammelt werden. Eine sortenreine Sammlung ist ein weitgehend essentieller Faktor für die anschließenden Verwertungsprozesse von Abfällen und demnach auch für die Erreichung der vorgegebenen Recycling-Ziele. Von getrennt gesammelten Verpackungen können Sammel- und Verwertungssysteme rund 90% als Rohstoff verwerten. (ARA 2019, S. 53 – 58) Durch falsche Entsorgung und Fehlwürfen gehen diese Materialien jedoch zum Großteil verloren. Nach Kranzinger et al. (2017, S. 155) werden 13% der Leichtverpackungen fälschlicherweise im Restmüll entsorgt, wobei davon nur 3% recycelt werden können.

Recycling-Ziele auf nationaler und Landesebene

Das im Jahr 2018 beschlossene Kreislaufwirtschaftspaket und das damit einhergehende Gesetz zur Änderung der Europäischen Abfallrahmenrichtlinie (2008) mit den Vorgaben zur Erreichung der neuen Recycling-Ziele ist bis 05. Juli 2020 in nationales Recht umzusetzen. Da diese Frist von zwei Jahren bis dato noch nicht abgelaufen ist, ist die Reglementierung zu den Recyclingquoten noch nicht direkt im österreichischen Abfallwirtschaftsgesetz zu finden. Jedoch gibt es auf Basis der Maßnahmen zur Abfallvermeidung und –verwertung eine nationale Verpackungsverordnung (2014), die nach § 5 genaue Angaben zur Erreichung von bestimmten Recyclingquoten beinhaltet. Demnach sollen in jedem Kalenderjahr insgesamt folgende Quoten von Verpackungen in Recyclinganlagen behandelt werden:

Tab. 4: Recyclingquoten in Österreich nach der Verpackungsverordnung 2014 (Quelle: Verpackungsverordnung 2014)

Abfallart	Recyclingquote pro Jahr
Papier, Karton, Pappe und Wellpappe	60%
Glas	60%
Metalle	50%
Kunststoffe	22,5%
Holz	15%
Getränkeverbundkarton	25%
Sonstige Materialverbunde	15%

Auf landesrechtlicher Ebene sind in den Gesetzen ebenfalls Strategien zur Abfallvermeidung und –verwertung reglementiert, jedoch gibt es keine genauen Vorgaben für Recyclingquoten. Demnach sind Abfallbesitzer dazu verpflichtet verwertungsfähige Abfälle getrennt zu halten, wobei diese nach ökologischen und technischen Möglichkeiten einem Wiederverwendungs- oder Recyclingverfahren zuzuführen sind. Dazu dient auch eine in den Gesetzen verankerte Gebühr, die für die Benützung der Einrichtungen, sowie für die Abfuhr und Verwertung von Abfällen eingehoben wird. Daraus sollen unter anderem Maßnahmen zur Abfallvermeidung, Erhaltung und Betrieb von Abfuhr- und Behandlungsbetrieben, Abfall- und Umweltberatung, sowie Projekte zur Förderung einer nachhaltigen Abfallwirtschaft resultieren. Abfallwirtschaftsverbände und Gemeinden haben auch dafür zu sorgen, dass die Bevölkerung eine Beratung über Abfalltrennung und -vermeidung erhält. (Wr. AWG; StAWG 2004; Bgld. Abfallwirtschaftsgesetz 1993)

Weiters gibt es innerhalb weniger Landes-Abfallwirtschaftspläne, je nach Erscheinungsjahr, zu den bestehenden Maßnahmen zur Abfallvermeidung und –verwertung bereits Ansätze und Diskussionen zu den Recyclingquoten der Europäischen Union. Der steirische Landesabfallwirtschaftsplan beinhaltet bereits die europäischen Vorgaben der Recycling-Ziele, sowie, unter dessen Fokus, einige Daten über die gegenwärtige Quote von Siedlungsabfällen in der Steiermark. Ebenso werden bereits Visionen, Maßnahmen und Strategien zur Umsetzung des Kreislaufwirtschaftspaketes und dessen Recyclingquoten diskutiert. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 21 – 23, 49 und 125)

3.3. Sammel- und Verwertungssysteme

Wie bereits in den Kapiteln 3.1. und 3.2. kurz erwähnt, spielen Sammel- und Verwertungssysteme für die Erreichung von hohen Sammel- und Recyclingquoten von Altstoffen, wie Verpackungen, Elektronikaltgeräte, Batterien und Akkumulatoren, eine zentrale Rolle. Verankert in den Richtlinien für Verpackungen (1994), Elektronikaltgeräte (2012) und Batterien (2006), sowie auch im österreichischen Abfallwirtschaftsgesetz (2002) sind Inverkehrsetzer von diesen Produkten dazu verpflichtet, das Material, welches sie in Umlauf gesetzt haben, wieder zurückzunehmen, sobald diese als Abfall gelten. Dafür müssen sie eine kostenlose Abgabemöglichkeit einrichten, um für eine spezifische und fachgerechte Verwertung oder Beseitigung zu sorgen. (BMLFUW 2009, S. 125) Diese Verpflichtung können Inverkehrsetzer von Produkten an Sammel- und Verwertungssysteme mittels einer privatrechtlichen Vereinbarung und einer kostenpflichtigen Lizenz übergeben, indem diese dann für die Sammlung und Behandlung der entstandenen Abfälle verantwortlich sind. (Grohall et al. 2007, S. 44) Nach Vereinbarung sind Sammel- und Verwertungssysteme auch für Gemeinden und Verbände auf haushaltnaher und gewerblicher Ebene zuständig, wobei darüber hinaus auch weitere Sammelpartner unter Vertrag genommen werden können. (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2017, S. 36; AWG 2002) Demnach gelten Sammel- und Verwertungssysteme als Schnittstelle zwischen der gesetzlichen Verantwortung zur Rücknahme von Produkten nach Endverbrauch und dem Inverkehrsetzer, der sich durch die Lizenz entpflichtet hat. (Grohall et al. 2007, S. 44)

In der folgenden Tabelle sind Sammel- und Verwertungssysteme für Verpackungsabfälle, sowie für Elektronikaltgeräte und Batterien in Österreich dargestellt.

Tab. 5: Sammel- und Verwertungssysteme in Österreich (Quelle: Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2019a; 2018a; 2018b)

Systembetreiber	Sammelkategorien
ARA Altstoff Recycling Austria AG	Papier-, Metall- und Leichtverpackungen
AGR Austria GlasRecycling GmbH	Glasverpackungen
Bonus Holsystem Gesellschaft m.b.H. & Co KG	Papier-, Metall-, Glas- und Leichtverpackungen
ERA Elektro Recycling Austria GmbH	Elektroaltgeräte, Altbatterien und Akkumulatoren
European Recycling Platform (ERP) Austria GmbH	Papier-, Metall-, Glas-, Leichtverpackungen, Elektroaltgeräte, Altbatterien und Akkumulatoren
Interseroh Austria GmbH	Papier-, Metall-, Glas-, Leichtverpackungen, Elektroaltgeräte, Altbatterien und Akkumulatoren
Reclay UFH GmbH	Papier-, Metall-, Glas- und Leichtverpackungen
UFH Elektroaltgeräte System Betreiber GmbH	Elektroaltgeräte, Geräte- und Industriealtbatterien
UFS Umweltforum Startbatterien GmbH	Fahrzeugaltbatterien

Sammel- und Verwertungssysteme sollen besonders zu einer Lösung einer nachhaltigen Abfallwirtschaft, die durch die Vorgaben der Europäischen Union und Österreichs reglementiert ist, beitragen und wirkt sich somit maßgeblich auf die Erreichung der Recycling-Ziele aus. (Grohall et al. 2007, S. 44) Durch die getrennte Sammlung und Verwertung von Altstoffen, konnten bis 2016 85% Papier- und Glasverpackungen, sowie 88% aller Metallverpackungen einem Recyclingverfahren zugeführt werden und liegen damit weit über den Vorgaben der Ziele bis 2025. Lediglich Kunststoffverpackungen weisen mit der neuen Berechnungsmethode eine Quote von 25% auf, wobei bis 2025 50% erreicht werden sollen. (ARA 2019, S. 52)

Trotz einer effizienten Organisation der Sammlung von recyclingfähigen Abfällen über Sammel- und Verwertungssysteme, ist eine Optimierung des Konzepts notwendig, um die Recycling-Ziele zu erreichen. Demnach werden Maßnahmen im Bereich Sammlung, Sortierung und Verwertung gesetzt, wobei die Digitalisierung in diesen Bereichen eine wesentliche Rolle spielt. (Details dazu in Kapitel 4.3.) (ebd.; S. 53)

4. Abfallwirtschaftliche Organisationsstrukturen in der Steiermark

Der Aufbau der Organisationsstrukturen in der Entsorgungswirtschaft ist nicht nur für die Abfallsammlung, sondern auch für dessen spätere Verwertung und für die Erreichung der Recyclingquoten ein entscheidender Faktor. Haushaltsnahe und, für den Bürger, benutzerfreundliche Sammelsysteme, Kommunikation durch öffentliche Instanzen, Innovationen neuer Technologien im Sammlungs-, Sortier-, und Verwertungsbereich, sowie das Ausmaß über den Informationsgrad der Bürger bezüglich Trennverhalten und Abfallvermeidung sind wichtige Einflüsse, die sich auf die zukünftige Recyclingquotenentwicklung maßgeblich auswirken können. (Fritz et al. 2019, S. 10) In den nächsten Kapiteln werden die Strukturen der Abfallwirtschaft in der Steiermark dargestellt, wobei nicht nur die Rollen der Verwaltungsinstanzen und Entsorgungsbereiche bezüglich der Sammel- und Recyclingquotenentwicklung erläutert, sondern auch die Wichtigkeit der haushaltsnahen Sammelinfrastrukturen diskutiert wird. Ergänzt wird dies durch innovative Technologien innerhalb der Sammlung, Sortierung und Verwertung, die eine bedeutende Rolle für zukünftige Recycling-Ziele spielen.

4.1. Allgemeine Organisation in der Steiermark

Die steirische Abfallwirtschaft basiert auf einer guten Zusammenarbeit zwischen diversen Akteuren. Darunter zählen als oberste Instanz die Abteilung 14 Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit (Referat Abfall- und Ressourcenwirtschaft) der Steiermärkischen Landesregierung, der Dachverband, der als Schnittstelle zwischen Landesregierung und Verbänden fungiert, und die 17 Abfallwirtschaftsverbände (Abbildung 5). (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 32 - 35) Weitere wichtige Akteure und Stakeholder sind die private Entsorgungswirtschaft, Private-Public-Partnerships (PPP), die Landwirtschaft, Recyclingverbände, Sammel- und Verwertungssysteme, sowie auch Universitäten und Umwelt- und Bildungszentren. (ebd., S. 40 – 43)



Abbildung 5: Hierarchische Anordnung der abfallwirtschaftlichen Organisationen in der Steiermark (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a)

Amt der Steiermärkischen Landesregierung

Das Amt der Steiermärkischen Landesregierung ist innerhalb des österreichischen und steirischen Abfallwirtschaftsgesetzes (AWG 2002; StAWG 2004) für Aufgaben im Verwaltungs- und Planungsbereich, sowie deren Koordination zur Umsetzungen zuständig. Im Fokus liegt die Erreichung einer nachhaltigen Abfall- und Ressourcenwirtschaft in der Steiermark, sowie die Erfüllung der europäischen und nationalen Ziele und der Übergang in die Kreislaufwirtschaft nach Vorgaben der europäischen Union. Durch Koordination und Organisation der abfallwirtschaftlichen Strukturen auf Landesebene, werden grundlegende Strukturen geschaffen, die Sammlung, Sortierung, Verwertung und Beseitigung betreffen. Auf dieser Ebene wird somit das Fundament für die Sammel- und Recyclingquotenentwicklung für das Bundesland gelegt. Das Amt hat weiters zur Aufgabe Informationstätigkeiten und Bewusstseinsbildung zur effizienten Ressourcennutzung, –schonung und Umweltschutz auf Basis der Entsorgungswirtschaft durchzuführen. Vertretung in Fachgremien auf Landes-, Bundes und EU-Ebene, Prüfung der gemeldeten Abfallbilanzen der Abfallwirtschaftsverbände und Gemeinden, sowie die fachliche Betreuung dieser Instanzen sind weitere Punkte, die in der Verantwortlichkeit des Referats liegen. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 32)

Dachverband und Abfallwirtschaftsverbände

Der Dachverband ist ein Zusammenschluss aller 16 Abfallwirtschaftsverbände und der Landeshauptstadt Graz, die die Funktionen und Aufgaben eines eigenständigen Abfallwirtschaftsverbandes durch das Abfallwirtschaftsgesetz der Steiermark (2004) übernommen hat. Er fungiert als Schnittstelle zwischen dem Amt der Steiermärkischen Landesregierung und den Abfallwirtschaftsverbänden und ist für die Kommunikation im Interesse der Abfallwirtschaftsverbände auf allen politischen Ebenen zuständig. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, o.J.)

Abfallwirtschaftsverbände sind Verbände aus Gemeinden, die dem Abfallwirtschaftsgesetz der Steiermark (2004) und dem Gemeindeverbandsorganisationsgesetz (1997) unterliegen, wobei deren Grenzen größtenteils den politischen Grenzen der steirischen Bezirke gleichen (Abbildung 6). Verantwortlich sind sie für die fachliche Beratung und Unterstützung der Gemeinden bei Fragen und Problemen innerhalb der verpflichtenden Entsorgung und Problemstoffsammlung, sowie für die Beratung für Abfallvermeidung und –trennung von privaten Haushalten und Gewerbebetrieben, Erstellung regionaler Abfallwirtschaftspläne, Verwertung, Behandlung und Beseitigung von Siedlungsabfällen und Planung und Umsetzung von Maßnahmen für eine nachhaltige Abfallwirtschaft.

Darüber hinaus haben Verbände Umwelt- und Abfallberater angestellt, die die Gemeinden bei Öffentlichkeitsarbeit bezüglich Abfallvermeidung und getrennter Sammlung von Altstoffen, sowie bei Re-Use Strategien unterstützen. Beratende Tätigkeiten werden auch für Bürger, in Bildungseinrichtungen und in anderen Institutionen durchgeführt und stellen somit eine wichtige unterstützende und bürgernahe Instanz zur Erreichung einer hohen Sammelquote und verbesserten Trennmoral dar. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 34f; StAWG 2004)

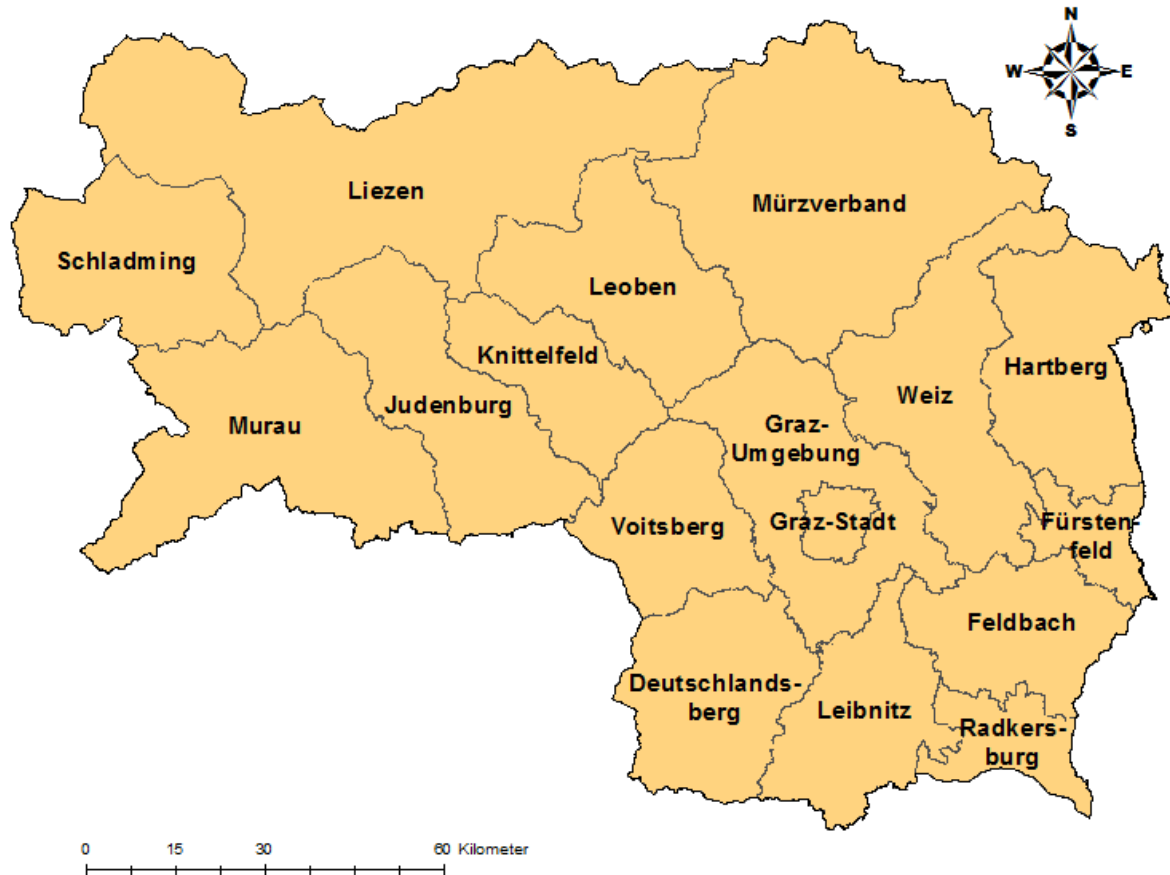


Abbildung 6: Abfallwirtschaftsverbände in der Steiermark (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Open Data Österreich 2020)

Gemeinden und private Entsorgungswirtschaft

Die steirischen Gemeinden innerhalb eines Verbandes stellen die Grundstruktur nach gesetzlicher Vorgabe auf. Sie sind für die Sammlung von nicht gefährlichen Siedlungsabfällen mittels Hol- und Bringsystem verantwortlich. Eine angediente Liegenschaft kann über Altstoffsammelzentren oder Problemstoffstellen Abfälle wie Sperrmüll, oder auch gefährliche Problemstoffe in Haushaltsmengen abgeben. Problemstoffe müssen mindestens zwei Mal jährlich abgegeben werden können. Das Holsystem funktioniert über eine öffentliche Abfuhr, die über die Gemeinde, private Entsorger oder innerhalb eines PPP-Modells eingerichtet werden muss. Sie ist ebenso verantwortlich Sammelbehälter bereitzustellen, diese zu reinigen, zu erhalten und in regelmäßigen Abständen abzuholen oder zu entleeren. Jede Gemeinde muss auch eine Abfuhrordnung erstellen, in welcher das Abfuhrintervall und die Abfallarten von Siedlungsabfällen und Problemstoffen, sowie die Abfuhrbereiche von Siedlungsabfällen geregelt werden. Weiters haben Gemeinden für die Sammlung von Verpackungsmaterialien aus privaten Haushalten Lizenzverträge mit Sammel- und Verwertungssysteme abzuschließen. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 35; StAWG 2004)

Ebenso sind die Gebührengestaltung und Kostenersätze für die Entsorgung innerhalb der Gemeinde zu verordnen. (StAWG 2004) Diese Gebühren sind Kosten, die von den Gemeinden verursachergerecht, kostendeckend und variabel gestaltet werden. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2008, S. 7) Der verpflichtende Beitrag für die Entsorgung bei einer Liegenschaft in der Gemeinde wird für Leistungen, wie die Bereitstellung von Altstoffsammelzentren, Sammelinseln, Problemstoffsammelstellen, die getrennte Sammlung, Behandlung und Aufbereitung von Siedlungsabfällen, Verwaltung und Organisation eingehoben. (ebd., S. 10) Dabei können durch die sorgfältige Trennung von Abfällen die Kosten deutlich gesenkt werden, da der Aufwand in der Aufbereitung und Behandlung minimiert wird und durch Erlöse von Karton, Eisenschrott, Aluminium und Kupfer ein Gewinn erzielt werden kann. (ebd., S. 6)

Da die Gemeinden, und auch die Abfallwirtschaftsverbände, dazu verpflichtet sind eine öffentliche Entsorgung einzurichten, greifen einige auf private Entsorgungsbetriebe oder PPP-Modelle zurück. In der Steiermark waren es im Jahr 2018 rund 130 Betriebe mit fast 2900 Mitarbeiter, die für die steirische Abfallwirtschaft tätig waren. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 40f) Das Modell des Public-Private-Partnership (öffentlich-private Partnerschaft) ist im Wesentlichen als Zusammenarbeit zwischen öffentlichen Instanzen und privaten Akteuren in Bezug auf Finanzierungen, Renovierungen, Betrieb einer Infrastruktur oder Bereitstellung einer Dienstleistung zu verstehen. Diese Beziehungen sind für einen längeren Zeitraum gedacht, wobei die Zusammenarbeit für beide Seiten aus mikroökonomischer Sicht Vorteile bezüglich Finanzierung und Leistungen bringen kann. (EU 2004, S. 3f) In dieser Form gibt es keine Vollprivatisierung, sondern die Verantwortung eines Projektes oder eines Betriebes innerhalb des PPP-Modells liegt in den Händen beider Akteure. (Roth 2005, S. 220) Kooperationen, wie sie beispielsweise in Deutschlandsberg, Hartberg, Kapfenberg oder in Voitsberg zu finden sind, dienen als Beispiele für eine gemeinsame Zusammenarbeit zwischen einem privaten Unternehmen und einer oder mehreren Gemeinden. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 39).

Diese aufgebauten Strukturen von der Verwaltungsinstanz bis zu den privaten Entsorgern und den Gemeinden, sind im Wesentlichen das Herzstück einer potentiellen nachhaltigen und kreislauforientierten Abfallwirtschaft. Durch eine individuelle und finanziell angepasste Gestaltung der Entsorgungsmöglichkeiten werden die Sammelquoten auf Haushaltsebene bestimmt und in weiterer Folge die Recyclingquoten auf Landes- und Bundesebene wesentlich beeinflusst.

4.2. Faktoren der Sammelinfrastruktur und deren Einfluss auf die Sammel- und Recyclingquote

Siedlungsabfälle werden je nach Beschaffenheit und Zusammensetzung mittels Hol- oder Bring-system getrennt gesammelt und transportiert. Das Holsystem funktioniert durch die Abholung des Abfalls beim Haushalt oder Gewerbe meist mittels verschiedenen Behältersystemen und dazu angepassten Fahrzeugen und ist mit Kosten über die verordneten kommunalen Müllgebühren verbunden. (Kranert 2017, S. 146; Salhofer 2001, S. 126) Die dafür verwendeten Sammelbehälter, wie Umleer-, Wechsel- und Einwegbehälter, unterscheiden sich je nach Fraktion in der Größe, wobei besonders Einwegbehälter (Säcke) kostengünstig und einen geringen logistischen Zeitaufwand während der Sammlung bedeuten. (Kranert 2017, S. 153f; S. 158) Für eine bessere Sammelqualität eignet sich die Entsorgung über das Holsystem gut, da die Sammel-mengen steigen, das Behältervolumen höher ausgelastet wird und die Restmüllmengen sinken. (Abfallwirtschaftsverband Knittelfeld 2009, S. 14) Das Holsystem ist in Österreich für Restmüll verpflichtend und für sperrigen Siedlungsabfall eine optionale Möglichkeit, wobei die zuständige Gemeinde dazu verpflichtet ist, Sammelbehälter bereitzustellen und diese auch in regelmäßigen Abfuhrintervallen zu entleeren. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 35; StAWG 2004) In den Behältern darf nur jener Abfall entsorgt werden, für den er ausgelegt und nur so gefüllt sein, dass der Deckel schließbar ist, um eine reibungslose Sammlung und eine spätere hochwertigere Verwertung zu garantieren. (StAWG 2004)

Beim Bringsystem, meistens für Sperrmüll und Problemstoffe, muss der Abfallerzeuger seine Abfälle in eine dafür ausgelegte Einrichtung, wie Sammelstellen, Altstoffsammelzentren, oder Problemstoffstellen - je nach Abfallart - bringen. (Kranert 2017, S. 146) Dabei müssen die Gemeinden dafür sorgen, dass eine angediente Liegenschaft seinen Abfall in Haushaltsmengen über dafür eingerichtete Abgabestellen entsorgen kann, die, wie in Kapitel 4.1. erwähnt, von der Gemeinde selbst, oder von privaten Entsorgern und PPP-Modellen eingerichtet werden muss. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 35; StAWG 2004)

In der nachfolgenden Darstellung (Abbildung 7) sind die Abfuhrintervalle und Behältersysteme bei der Restmüllsammlung von 117 Gemeinden in der Steiermark zu sehen. Das 4-wöchentliche Intervall wird von den meisten Gemeinden angewandt, gefolgt von der 6-wöchentlichen und 2-wöchentlichen Abfuhr. Die Behältergrößen unterscheiden sich zwischen 80, 120, 240, 770 und 1100 Liter. Ebenso werden von 3 % der Gemeinden Säcke als Behältnis verwendet. Der 120 Liter

Behälter gilt bei der Restmüllsammlung mit 55% als am meisten genutzt. Große Behälter wie 770 und 1100 Liter werden besonders bei Mehrparteienhäuser und gewerblichen Einrichtungen genutzt. (Kranert 2017, S. 156; Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2010, S. 55)

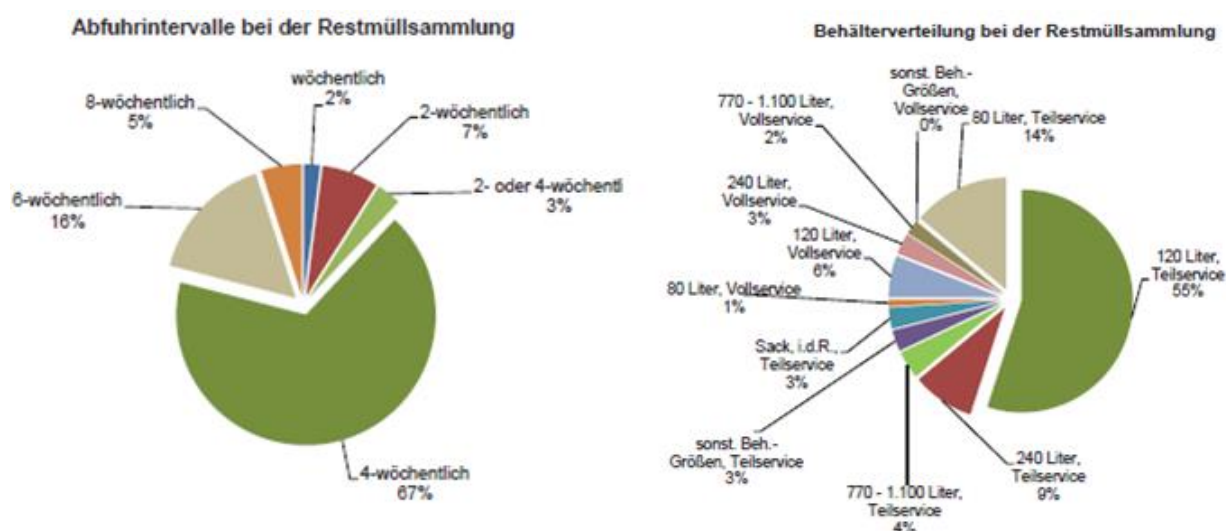


Abbildung 7: Abfuhrintervalle und Behälterverteilung bei der Restmüllsammlung in der Steiermark (Quelle: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2010, S. 56)

Eine getrennte Sammlung mittels Hol- und Bringsystem über verschiedene Sammelbehälter von Siedlungsabfällen ist eine essentielle Voraussetzung für eine qualitativ hochwertige und eine quantitativ, potentiell höhere stoffliche Verwertung, wobei das System und dessen Komplexität für die Erfassungsquote ausschlaggebend sind. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 48) Dabei gilt es das haushaltsnahe Sammelsystem in seiner Komplexität niedrig zu halten. Je einfacher und bequemer das Sammelsystem für den Bürger ist, desto höhere Sammelquoten und eine bessere Qualität des Materials für Recyclingverfahren können erzielt werden. Der Grat zwischen der Vereinfachung der Erfassung für den Bürger und die Ausweitung getrennter Systeme zur Erreichung besserer Sammel- und Recyclingquoten ist sehr schmal. Eine zu große und ausgedehnte getrennte Sammlung für die unterschiedlichsten Fraktionen bedeutet, bezüglich der Sammelbehälteraufstellung, Gebühren und Transport, nicht nur einen höheren Logistikaufwand, sondern kann auch eine Überforderung des Bürgers bewirken, wobei dies dazu führt, dass die Sammelqualität sich wiederum verschlechtert. Eine stärkere gemischte Sammlung jedoch ist zwar mit geringerem Erfassungsaufwand seitens der Bürger verbunden, würde aber eine deutliche Verschlechterung der Recyclingfähigkeit der Materialien bewirken. (Cord-Landwehr et al. 2010, S. 92f; Fritz et al. 2019, S. 10; Kranert 2017, S. 145) Ebenso müssen Altstoffsammelzentren und Sammelseln so attraktiv gestaltet und modernisiert werden, so dass die Akzeptanz der notwendigen Trennung erhöht wird. Ein erhöhter Aufwand in der öf-

fentlichen Kommunikation seitens der Gemeinden und Verbände über die Effizienz der getrennten Sammlung und eine stärkere Bewusstseinsbildung, sowie der Einsatz innovativer Entsorgungstechnologien sind ebenfalls von Nöten. (Fritz et al. 2019, S. 10)

4.3. Exkurs: Innovative, technologische Entwicklungen in der Abfallwirtschaft

Die Digitalisierung in der Abfallwirtschaft setzt besonders auf Informationsteilung über, unter anderem, Produkte, Materialien und dem Aufwand zu Recycling und Behandlung. Das Digitalisieren könnte einen wertvollen Beitrag von Daten bezüglich der Herstellung und der Verwertung von Produkten und deren Eigenschaften liefern. Durch die Kommunikationsmöglichkeiten wird die Kreislaufführung eines Produktes oder Stoffes erheblich verbessert. (Wilts et al. 2019, S. 52f) Auch die Abfallsammlung in der Entsorgungswirtschaft könnte (nachfolgend mit den Konzepten „Wertstoffscanner“ und „intelligente Abfalltonnen“ beschrieben) dadurch profitieren, indem sie mit sensorgestützten Abfalltonnen den Füllgrad messen und die Daten weitervermitteln, wenn der Behälter den maximalen Befüllungsgrad erreicht hat. Dadurch könnte die Routenplanung flexibel und zeitsparend gestaltet werden. (ebd., S. 54)

Konzept Wertstoffscanner

Wie in Kapitel 3.2. kurz erwähnt, landen fälschlicherweise wertvolle Wertstoffe in der falschen Fraktion. Ebenso sind auch nur 25 bis 30% tatsächlicher Restmüll in der dafür vorgesehenen Tonne vorzufinden, der restliche Anteil teilt sich in rund 35% biogene und 41% Wertstoffe auf. Um diese Problematik zu lösen kann man einerseits bei der Trennmoral der Bevölkerung, andererseits bei einer optimalen Strategie zur Abfallsortierung und –aufbereitung oder, im Idealfall, bei beiden ansetzen. (Mittermayr et al. 2019, S. 15f) Um die vorgegebenen Recycling-Ziele der EU erreichen zu können, sind neue Konzepte und Technologien auf Seiten der Bürger und der Abfallwirtschaft gefordert. Eine Innovation ist der sogenannte Wertstoffscanner, welcher am Sammelfahrzeug angebracht ist. Der Scanner arbeitet mittels Bildaufnahme durch unterschiedliche Sensoren und Kameras. Der Abfall wird in spektralen Kanälen, in Echtfarben und in dreidimensionaler Darstellung aufgenommen und liefert somit Informationen über den Inhalt des Fahrzeuges. Dabei werden auch das Volumen und, durch eine Spektralanalyse, des Materials bestimmt, wobei dies Aufschluss über die Zusammensetzung des Abfalls gibt. (ebd., S. 19) Analysen zum testweise eingesetzten Wertstoffscanner bei einer Restmüllabfuhr ergaben einen Anteil von 61% gemischter Siedlungsabfall, 10% Papier-, 4% Metall- und 17% Leichtverpackun-

gen, sowie 8% biogene Abfälle. Nach erfolgter Einsetzung von Bewusstseinsbildungsmaßnahmen und Kommunikation sind die Trennquoten mit 70% Restmüll und 30% biogene und Verpackungsabfälle leicht gestiegen. (ebd., S. 21f)

Konzept Intelligente Abfalltonne

Als weiterer Ansatz zum technologischen Fortschritt ist die Intelligente Abfalltonne zu nennen. Ein an der Innenseite des Deckels befestigter Sensor misst auf Basis von Ultraschall den Füllstand, den Temperaturanstieg und das Bewegungsmuster. Der Grad der Befüllung bestimmt, wann die Tonnen entleert werden müssen, wobei dadurch individuelle und bedarfsgerechte Abfuhrintervalle gestaltet werden können. Durch die Messung der Temperatur in der Tonne soll eine frühzeitige Brandgefahr, die durch, zum Beispiel, einer falschen Entsorgung von Batterien verursacht werden kann, erkannt und dem Besitzer mittels App mitgeteilt werden. Nicht nur für Haushalte, sondern auch für den gewerblichen Bereich ist dies eine innovative Methode um verstärkt recyclingfähige Materialien zu sammeln. (ebd., S. 19 - 21)

Sensorgestützte Sortierung

Um mehr sortenreines Material einem Recyclingverfahren zuführen zu können, sind Entwicklungen und Innovationen in der sensorgestützten Sortierung von Bedeutung. Sortieranlagen setzen dabei besonders auf Nahinfrarot Spektroskopie (NIR), um bestimmte Abfälle voneinander zu trennen und auszusortieren. Neben den verschiedenen Kunststoffsorten wie, unter anderem, Polyethylen (PE), Polystyrol (PS), Polypropylen (PP) und Polyethylenterephthalat (PET) werden diese Verfahren auch für Altpapier, Folien, Holz, Biomasse und Ersatzbrennstoffe angewendet. (Uepping 2013, S. 373) Die Nahinfrarottechnik funktioniert mittels Transmissions- bzw. Reflexionsstrahlung von elektromagnetischer Strahlung. Da jedes Material eine andere spezifische Wellenlänge im Nahinfrarotbereich besitzt, können diese nach Farbe und Intensität sortiert werden. Diese Form von Sortierung ist berührungslos und arbeitet gleichmäßiger als herkömmliche Verfahren, wobei dadurch hohe Reinheitsgrade erzielt werden können. (Gschaider et al. 2008, S. 220) Für Siedlungsabfälle, an denen ein NIR-Sortierverfahren nicht angewandt werden kann, werden Farbzeilenkameras und Röntgentechniken verwendet. Mit intelligenten Softwarelösungen ist es möglich hochwertiges, sortenreines und recyclingfähiges Material schneller und effizienter zu erkennen und zu klassifizieren. (Kreindl o.J., S. 2) Im Zusammenhang mit den voranschreitenden Digitalisierungsprozessen innerhalb der Entsorgungswirtschaft, können mittels diesen Innovationen nicht nur Materialien sortiert, sondern auch Daten effizient ausgetauscht werden, um ein passendes Recyclingverfahren anzuwenden.

Recycling 4.0

Unter Industrie 4.0 versteht man eine zunehmende Digitalisierung von Prozessen aus Industrien, wobei ihre Daten für neue und innovative Planungs-, Prognose- und Auswertungsmethoden dienen kann. Dabei können solche Strukturen auch für Recyclingtechnologien angewandt werden. (Goldmann 2019, S. 3) Recycling 4.0 soll ein Informationsmarktplatz zum Austausch von effiziente Recycling- und Verwertungskreisläufe und Material-, Produkt- und Prozessdaten sein, um Leistungssysteme besser zu gestalten. Auch sollen Informationen zum Thema Verkehr und Infrastruktur auf Plattformen geteilt werden. Letztendlich ist das Ziel der Digitalisierung von Recycling, einen globalen Austausch und Optimierungen zu Produktion- und Verwertungsketten einzuführen, um eine weltweite Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen. (ebd., S. 11f)

5. Allgemeine und spezifische Betrachtung der Siedlungsabfälle in der Steiermark

Das Aufkommen und die Zusammensetzung von Siedlungsabfällen, die nach der EU (2018a, S. 120) als getrennt gesammelte Abfälle aus Haushalten oder ähnlichen Einrichtungen definiert werden, beeinflussen in weiterer Folge auch die Sammel- und Recyclingquoten, wobei die Mengen und die Art des Abfalls von verschiedensten Faktoren innerhalb der Bevölkerung und der Infrastruktur abhängen. In den nachfolgenden Kapiteln werden die Einflussfaktoren, sowie das anfallende Aufkommen in der Steiermark beschrieben und dargestellt. Weiters werden die absoluten Mengen und die Siedlungsabfälle nach Kilogramm pro Einwohner spezifisch innerhalb aller Abfallwirtschaftsverbände analysiert. Darüber hinaus werden auch die Stoffströme, Behandlungsarten und –anlagen für die ausgewählten Fraktionen in der Steiermark näher betrachtet.

5.1. Abfallaufkommen und dessen Einflussfaktoren

Allgemein unterscheiden sich die Aspekte des Abfallaufkommens zwischen der Einwohneranzahl und der Infrastruktur eines Gebiets, sowie zwischen der Herkunft des Abfalls aus Haushalt, Betrieb oder Tourismus. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 90) Das Aufkommen von Siedlungsabfällen aus Haushalten differenziert besonders nach der Haushaltsgröße bzw. die Anzahl an Personen, die in einem Haushalt leben. Demnach verursachen Wohnsitze in einer Stadt- oder Stadtgemeinde mit Ein- oder Zweipersonenhaushalte einen höheren Mengenanteil, als jene mit hoher Haushaltsgröße in ländlichen Gebieten. (Beigl 2018, S. 8) Die durchschnittliche Menge pro Kopf reduziert sich jedoch bei einem Haushalt mit drei Personen. Somit

haben Haushaltsgößen mit zwei Personen ein Aufkommen von bis zu 500 Kilogramm pro Einwohner und pro Jahr, während 3 Personen durchschnittlich eine Menge bis zu 270 Kilogramm verursachen (Abbildung 8).



Abbildung 8: Einflussfaktoren der kommunalen Sammelmenge (Quelle: Beigl 2018, S. 8)

Weitere Einflussfaktoren sind das Pendeln, die Steuerkraftquote und der Arbeitsplatz, sowie die Mengen aus Klein- und Mittelbetrieben, die nach dem steirischen Abfallwirtschaftsgesetz (2004) ebenso der Andienungspflicht an die öffentliche Sammlung und Abfuhr unterliegen. Demnach verursachen Betriebe zusätzlich ein Abfallaufkommen bis zu 100 Kilogramm pro Arbeitsplatz. Der Tourismus im Land spielt ebenso eine große Rolle, wobei bis zu zwei Kilogramm pro Übernachtung von Gästen anfallen. (Beigl 2018, S. 8) Dies ist vergleichbar mit dem mittleren Abfallaufkommen einer Person pro Tag in der Steiermark, das zusätzlich anfällt. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 90)

Der touristische Aspekt spiegelt sich auch innerhalb der Fraktionen der Abfallsammlung wieder. Der Bezirk Liezen weist durch den Ski- und Bergtourismus im Winter und Sommer eine ausgesprochene hohe Anzahl an Nächtigungen in der Steiermark von über 4,9 Millionen im Tourismusjahr 2018 auf. Dies entspricht einen Zuwachs in Liezen von 4,6% gegenüber dem Jahr 2017. Im Vergleich dazu verzeichnen andere Bezirke weniger Übernachtungen innerhalb des Touris-

mus. In Voitsberg waren es 159.000, in Leibnitz 550.000 und in Deutschlandsberg 204.000, wobei auch hier ein Zuwachs seit 2017 zwischen 3% bis nahezu 6% festgestellt werden kann. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019d) Durch den Unterschied in der Anzahl der genannten Übernachtungen gibt es auch Differenzen bezüglich des Abfallaufkommens innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände, welche im Diagramm (Abbildung 9) mit dem Beispiel Liezen, Deutschlandsberg, Voitsberg und Leibnitz dargestellt werden. Durch den Tourismus entsteht nicht nur eine höhere Abfallmenge pro Person, sondern es ist auch deutlich zu erkennen, dass in einem Gebiet mit hohen Übernachtungszahlen mehr gemischte Siedlungs- als Verpackungsabfälle (Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackung) anfallen.

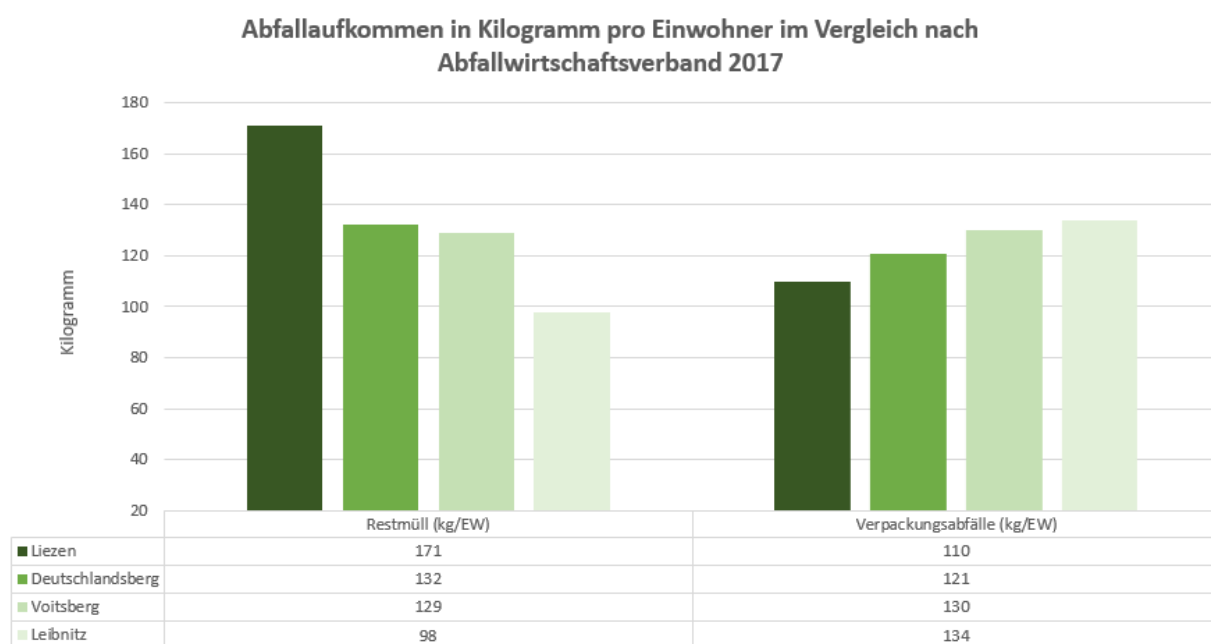


Abbildung 9: Unterschiede im Abfallaufkommen und in der Zusammensetzung in Kilogramm pro Kopf des AWV Liezen, Deutschlandsberg, Voitsberg und Leibnitz im Jahr 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Demnach verzeichnet Liezen 171 Kilogramm Restmüll pro Person, während Deutschlandsberg bei 132 Kilogramm, Voitsberg bei 129 Kilogramm und Leibnitz sogar bei 98 Kilogramm liegen. Dementsprechend ist die Sammelquote für Verpackungsabfälle in Leibnitz mit 134 Kilogramm pro Person höher als die in Liezen mit 110 Kilogramm. Wie im Kapitel 3.2. kurz beschrieben, kann ein höherer Teil an Restmüll das Recyclingpotential stark einschränken, da ein erheblicher Anteil Verpackungsmaterial fälschlicherweise in den Restmüllbehälter entsorgt und somit als recyclingfähiges Material kaum zu gebrauchen ist. (Kranzinger et al. 2017, S. 155)

Die Berücksichtigung dieser Einflussfaktoren innerhalb einer Bevölkerungs- und Siedlungsstruktur lässt darauf schließen, dass das fraktionsspezifische Abfallaufkommen und die Sammelquote innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände sehr unterschiedlich und die Verbände demnach auch nicht miteinander vergleichbar sind. Diese Schlussfolgerung wird durch die Betrachtung der Abbildungen der Mengen in den Abfallwirtschaftsverbänden (Details dazu in Kapitel 5.4.) und dessen Sammelquoten (Details dazu in Kapitel 7.4.) nochmals verdeutlicht.

5.2. Gesamtabfallaufkommen in der Steiermark

Das Siedlungsabfallaufkommen in der Steiermark ist von 430.413 Tonnen im Jahr 2003 bis 2017 auf 558.837 Tonnen gestiegen (Abbildung 10), wobei dies rund 13% des gesamten Siedlungsabfallaufkommens in Österreich entspricht. (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2019b, S. 19)

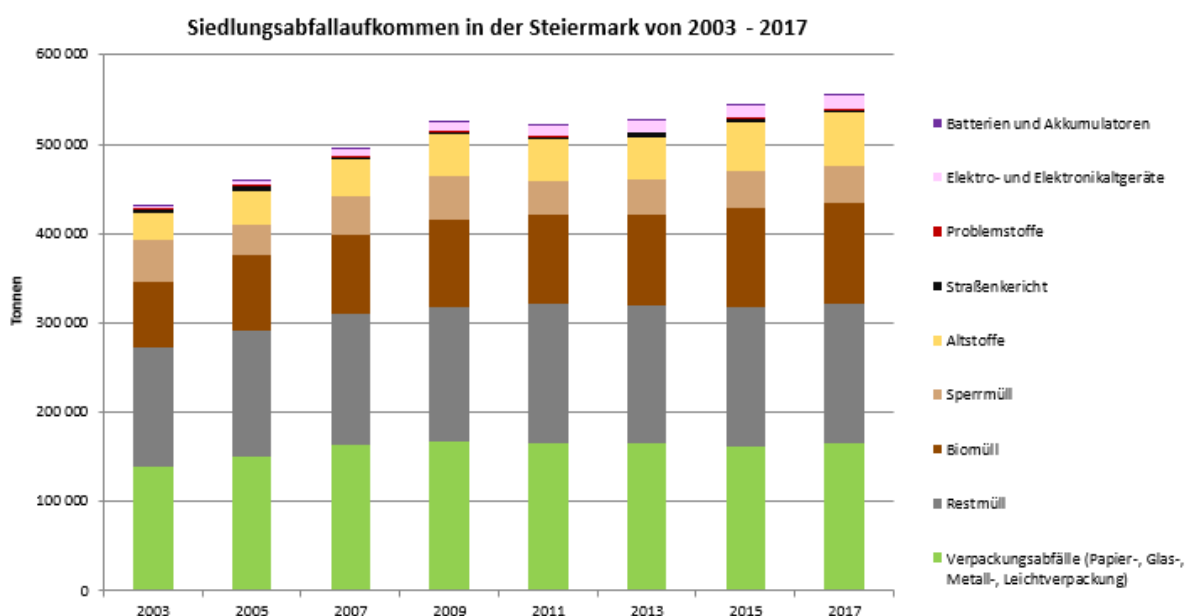


Abbildung 10: Siedlungsabfallaufkommen nach Fraktionen in der Steiermark von 2003 – 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019b und 2019c)

Auch das Aufkommen der Siedlungsabfälle pro Einwohner ist in der Steiermark von 2006 bis 2017 von 356 auf 445 Kilogramm pro Einwohner gestiegen, wobei das Land im nationalen Vergleich nach Vorarlberg und Kärnten am drittwenigsten Abfallaufkommen pro Einwohner aufweist. (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2019b, S. 19) Die Zusammensetzung des Siedlungsabfalls in der Steiermark setzt sich zum Großteil aus Verpackungsabfällen (Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackung), gemischten und biogenen Siedlungsabfällen zusammen. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Tab. 6: Abfallaufkommen nach Abfallart in der Steiermark 2017 (Quelle: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Abfallart	Aufkommen (t)	Anteil (%)
Gemischter Siedlungsabfall	155.817	28%
Biogener Siedlungsabfall	113.119	20%
Sperriger Siedlungsabfall	41.486	7%
Verpackungsabfälle (*)	165.417	30%
Elektro- und Elektronikaltgerä- te	14.616	3%
Batterien und Akkumulato- ren	910	>1%
Problemstoffe (**)	1.729	>1%
Altstoffe (***)	59.540	11%
Straßenkehrsicht	2.616	>1%
Anmerkungen:		
(*) Papier-, Glas-, Metall-, Leichtverpackungen		
(**) Mineralische Altöle, Altmedikamente, Problemstoffe – nicht einzeln angeführt		
(***) Textilien, Altmetall, Altholz, Kunststofffolien, Flachglas, Nichteisenmetalle, Verbund- glas, Kabel, Altspeiseöl und -fette, Kunststoffe (Hart), Styropor, sonstige Altstoffe – nicht einzeln angeführt		

Obwohl es einen Zuwachs des Aufkommens von über 20 % gab, wurden auch in der Steiermark, die Quoten für die getrennte Sammlung aufgrund der Verordnungen in den Jahren 1990 – 1995 und des Ausbaus der dazu benötigten Infrastruktur deutlich erhöht. Dazu gehören die Einrichtungen von Hol- und Bringsystemen, wie Altstoffsammelzentren und eine separate Abfuhr einzelner Fraktionen, sowie auch die Rücknahmeverpflichtung der Inverkehrsetzer von Verpackungsmaterialien und Elektronikaltgeräten mittels eines Sammel- und Verwertungssystems. Die Mengen des Restmülls sind im Laufe der Jahre 2003 bis 2017 gegenüber der gesamten Menge relativ gleichbleibend. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 46) Die Erhöhung der Sammelquote von recyclingfähigen und kompostierbaren Abfällen ist auch für die zukünftige Erreichung der Recycling-Ziele eine essentielle Basis, obwohl die potentielle Sammelquote auf Basis von Analysen der Zusammensetzung des Restmülls in der Steiermark deutlich höher sein kann.

Demnach setzt sich der kommunale Restmüll aus 21 Fraktionen zusammen und spiegelt das, teils fehlende, Bewusstsein innerhalb der Mülltrennung und der richtigen Entsorgung wider. 18,6 % sind Fehlwürfe aus Verpackungsabfälle aus Glas, Metall, Papier und Kunststoff. Weitere 11,4% sind Nicht-Verpackungen aus demselben Stoff und aus Holz, die innerhalb der Restmüllanalyse in der Steiermark gefunden wurden. Biogene und organische Abfälle, wie Lebensmittel, werden zu über 30% falsch entsorgt. In Bezug auf die Einflussfaktoren von Abfallaufkommen (Details dazu in Kapitel 5.1.) sind auch bei der Zusammensetzung des Restmülls deutliche Unterschiede innerhalb der ländlichen und städtischen Strukturen zu sehen. Der Anteil an biogenen Abfällen im Restmüll ist in der Stadt, wie Graz, besonders hoch. Hier werden pro Kopf 26 Kilogramm organische Abfälle falsch entsorgt. Wird dies mit ländlichen Strukturen verglichen, so fallen die biogenen Abfälle im Restmüll auf 9 Kilogramm pro Person. Die Analyse zeigt somit, dass durch Fehlwürfe wertvolle Materialien für Recycling und Kompostierung verloren gehen. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 53 – 55)

5.3. Stoffstrom der gesamten steirischen Siedlungsabfälle

Siedlungsabfälle werden nach Sammlung und Transport je nach Abfallart zunächst in verschiedenen Behandlungsanlagen sortiert und aufbereitet bevor sie zur stofflichen oder thermischen Verwertung, Kompostierung, oder Beseitigung gelangen. Welche Behandlung innerhalb des Entsorgungszyklus für den Abfall gewählt wird, muss nach Abfallwirtschaftsgesetz (2002) insgesamt abgewogen werden. Faktoren wie die Sinnhaftigkeit auf ökologischer und ökonomischer Ebene, Ressourcenschonung, sowie die Beschaffenheit des Abfalls aus stofflicher Sicht sind für Verwertung oder Beseitigung entscheidend. (Umweltbundesamt 2009)

In der Steiermark (Abbildung 11) werden Siedlungsabfälle zu 40,3% einer stofflichen und 32,9% einer thermischen Verwertung zugeführt. Altstoffe und Verpackungsabfälle aus getrennter Sammlung machen mit 35,7% den Großteil der stofflichen Verwertung aus. Der restliche Anteil aus diesem Abfallstrom wird nach Aufbereitung zur thermischen Verwertung, oder zur Kompostierung gebracht. Gemischte und sperrige Siedlungsabfälle (Restmüll und Sperrmüll) werden überwiegend einer thermischen Behandlung unterzogen. 73,3% des gesamten Aufkommens von Rest- und Sperrmüll werden nach Aufbereitung in einer Splitting- oder einer Anlage zur mechanisch-biologischen Abfallbehandlung (MBA) direkt in die Verbrennung gebracht, wobei 3,2% direkt und ohne Vorbehandlung verbrannt werden. Weitere 6,7% werden dem Recycling und 1,7% der Deponierung zugeführt. Die restlichen 15,1% gehen innerhalb des Aufbereitungsprozesses verloren.

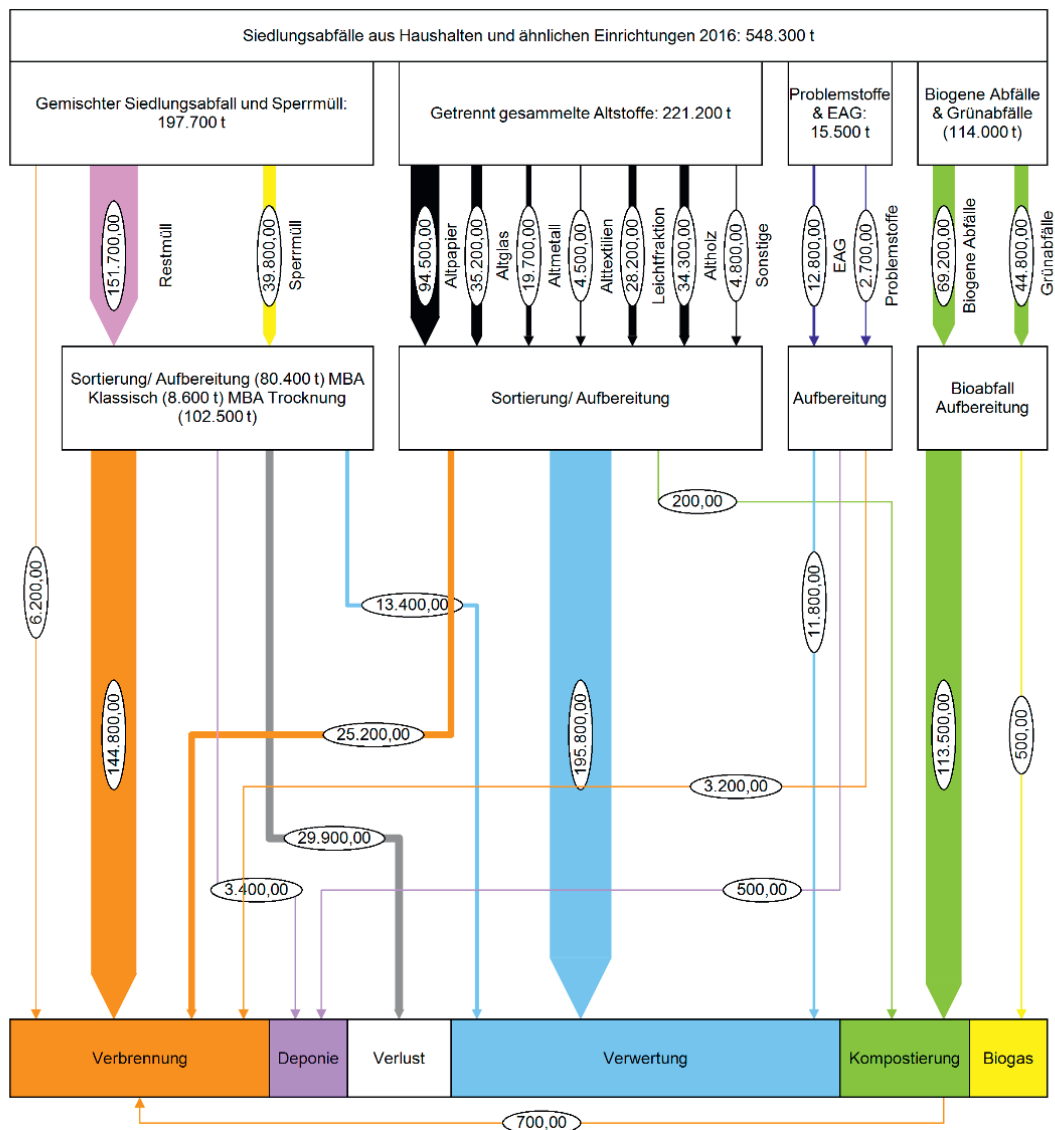


Abbildung 11: Stoffstrom von haushaltsähnlichen Abfällen in der Steiermark im Jahr 2016 (Quelle: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 49)

Biogene Siedlungs- und Grünabfälle werden mittels aerober und anaerober Behandlung auf die Kompostierung vorbereitet, wobei ein Bruchteil von 0,5% nach der Aufbereitung einer Biogasanlage zugeführt wird. Aus der Kompostierung geht ein ebenso minimaler Anteil von 0,6% in die thermische Verwertung. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 49) Getrennt gesammelte Altstoffe, darunter auch Verpackungen aus Glas, Papier, Kunststoff und Metall werden innerhalb des Stoffstroms zu 88,5% einer stofflichen Verwertung zugeführt. Die restlichen Abfälle werden thermisch verwertet oder zu 0,1% der Kompostierung hinzugefügt. Bei Betrachtung der Behandlungswege aller Abfallströme gelangen 20,6% der, großteils biogenen Siedlungsabfälle, zur Kompostierung, 40,3% in ein Recyclingverfahren, 33% in eine thermische Verwertung und 0,7% zur Deponierung. Der restliche Anteil von 5,4% geht durch Aufarbeitungsprozesse verloren. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 49)

5.4. Fraktionsspezifische Betrachtung nach Abfallwirtschaftsverbänden

5.4.1. Gemischte und sperrige Siedlungsabfälle

Im Jahr 2017 verzeichnete das Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2019c) 155.817 Tonnen gemischte und 41.486 Tonnen sperrige Siedlungsabfälle. Den größten Anteil (Abbildung 12) mit fast 50.000 Tonnen gemischte und 8.800 Tonnen sperrigen Abfällen weist die Landeshauptstadt Graz auf, gefolgt vom Abfallwirtschaftsverband Graz-Umgebung mit rund 14.000 Tonnen Rest- und 4.400 Sperrmüll und dem Mürzverband mit über 12.000 Tonnen gemischten 3.100 Tonnen sperrigen Abfall.

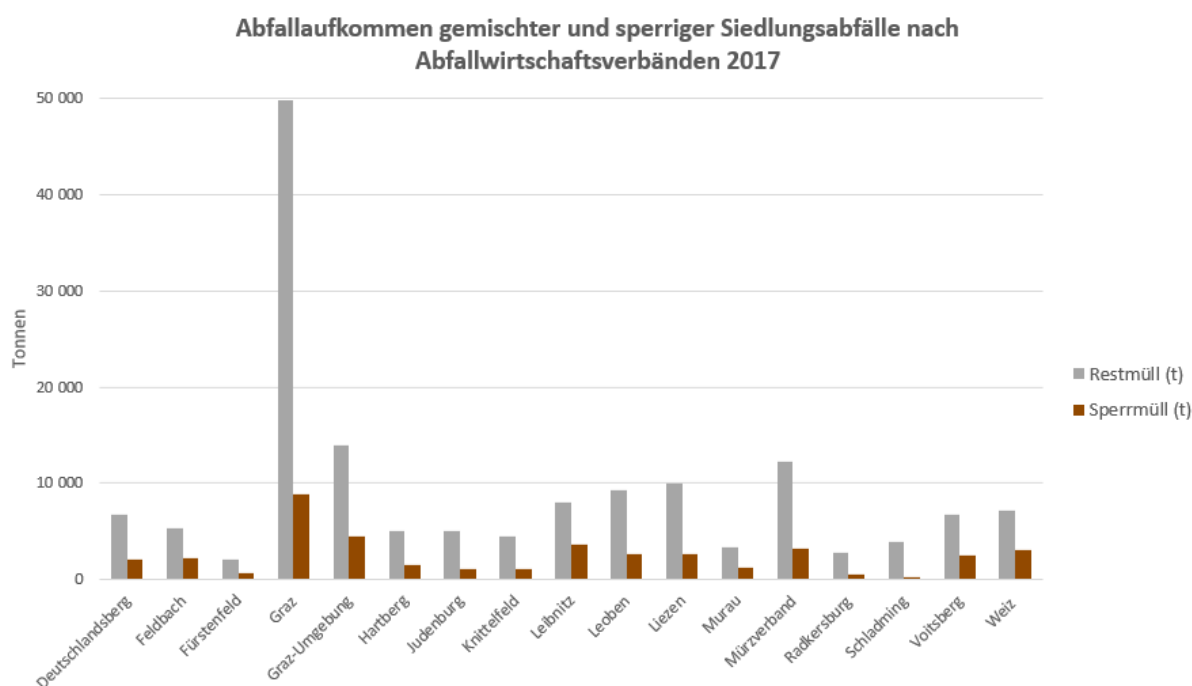


Abbildung 12: Abfallaufkommen gemischter und sperriger Siedlungsabfälle nach Abfallwirtschaftsverbänden im Jahr 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Diese Mengen, wie im Kapitel 5.1. beschrieben, unterscheiden sich stark zum relativen Aufkommen nach Kilogramm pro Kopf und sind in dieser Form besonders von der Bevölkerungszahl abhängig. In der Abbildung 13 ist zu erkennen, dass die Landeshauptstadt Graz und die touristisch geprägten Abfallwirtschaftsverbände Schladming und Liezen mit über 170 Kilogramm pro Einwohner Restmüll deutlich über den restlichen Verbänden liegen. Im Gegensatz dazu verzeichnen die Verbände Fürstenfeld, Feldbach, Hartberg und Weiz eine geringere Menge von rund 80 Kilogramm pro Einwohner. Bei Betrachtung der sperrigen Siedlungsabfälle ist Voitsberg mit 48 Kilogramm pro Einwohner an der Spitze. In dichter Folge mit über 44 Kilogramm sind Leibnitz, Liezen und Murau. Am wenigsten Sperrmüll fällt mit 11 Kilogramm in Schladming an. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

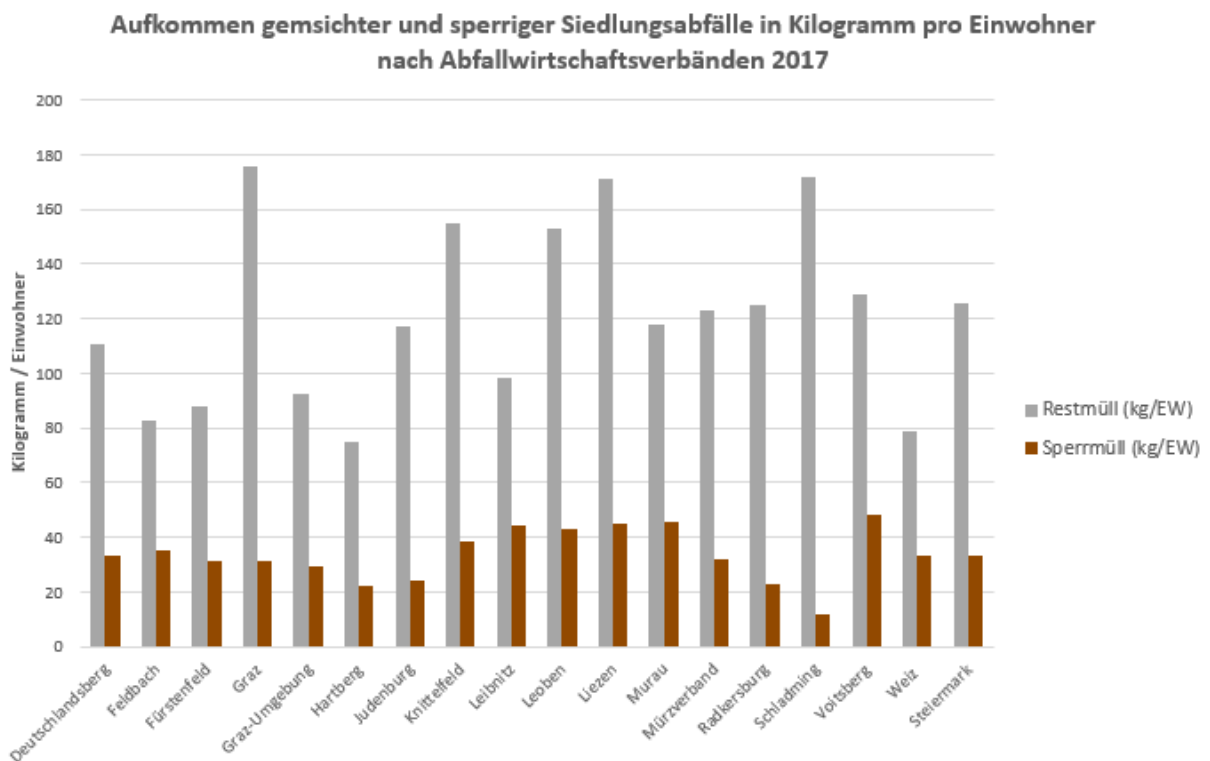


Abbildung 13: Aufkommen gemischter und sperriger Siedlungsabfälle in Kilogramm pro Einwohner nach Abfallwirtschaftsverbänden 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Beide Fraktionen werden zum Großteil in Anlagen zur mechanischen (Splitting) und zu mechanisch-biologischen Aufbereitung gebracht, bevor diese Menge stofflich oder thermisch verwertet, oder deponiert werden kann. In der mechanischen Anlage wird das Material vorsortiert und anschließend zerkleinert, gesiebt und einem Sichtungsverfahren zugeführt. (Kranert 2017, S. 388) Nach den Prozessen werden durch unterschiedliche Verfahrensschritte Metalle, Papier und Kunststoffe vom Rest getrennt, wobei diese einer stofflichen Verwertung zugeführt werden können. (ebd., S. 223f) In der mechanisch-biologischen Aufbereitung erfolgt durch biologische (aerobe und anaerobe) Prozesse eine Reduzierung der Masse, wobei diese anschließend deponiert werden kann, ohne die Umwelt zu belasten. Das Abfallgemisch wird durch Entfernung von Störstoffen homogenisiert, wobei durch das aerobe Verfahren ein sogenannter Rotteverlust entsteht. (ebd., S. 386 und S. 390) Wird das Material anaerob behandelt, entstehen neben Biogas zur Energiegewinnung auch Gärrückstände (ebd., S. 391f) Ein Großteil an Rest- und Sperrmüllmengen wird einer thermischen Behandlung zugeführt, wobei diese behandelt, oder auch teils unbehandelt sein können. (Umweltbundesamt 2006, S. 40)

Die mechanisch-biologische Aufbereitung von gemischten Siedlungsabfällen war in der Steiermark bereits vor der Deponieverordnung (2004), in welcher eine Ablagerung von unbehandelten Abfällen nicht mehr zulässig waren, relevant. Obwohl ein großer Anteil

unbehandelt deponiert wurde, wurden dennoch 25% zuvor mechanisch-biologisch aufbereitet. Ab 2004 wurden zusätzliche Anlagenstandorte zur mechanischen und biologischen Behandlung errichtet. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2005, S. 3 - 6)

Die Anlagenstandorte für Splitting-, mechanisch-biologischen-, Abfallverbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen sind in Abbildung 14 dargestellt. Die sechs Anlagenstandorte für eine reine mechanische Behandlung befinden sich in den Bezirken Hartberg-Fürstenfeld, Leoben, Graz, Weiz, Graz-Umgebung und Murtal. Insgesamt umfassen sie eine Kapazität von 269.900 Tonnen im Jahr. Graz in Verbindung mit Frohnleiten und St. Johann in der Haide verfügen ebenso über eine mechanisch-biologische Anlage. Weitere Standorte hierfür sind Halbenrain (Südoststeiermark), Liezen und Aich-Assach (Liezen). Diese können 212.700 Tonnen Restmüll im Jahr auf mechanisch-biologischem Weg behandeln. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2014; 2017)

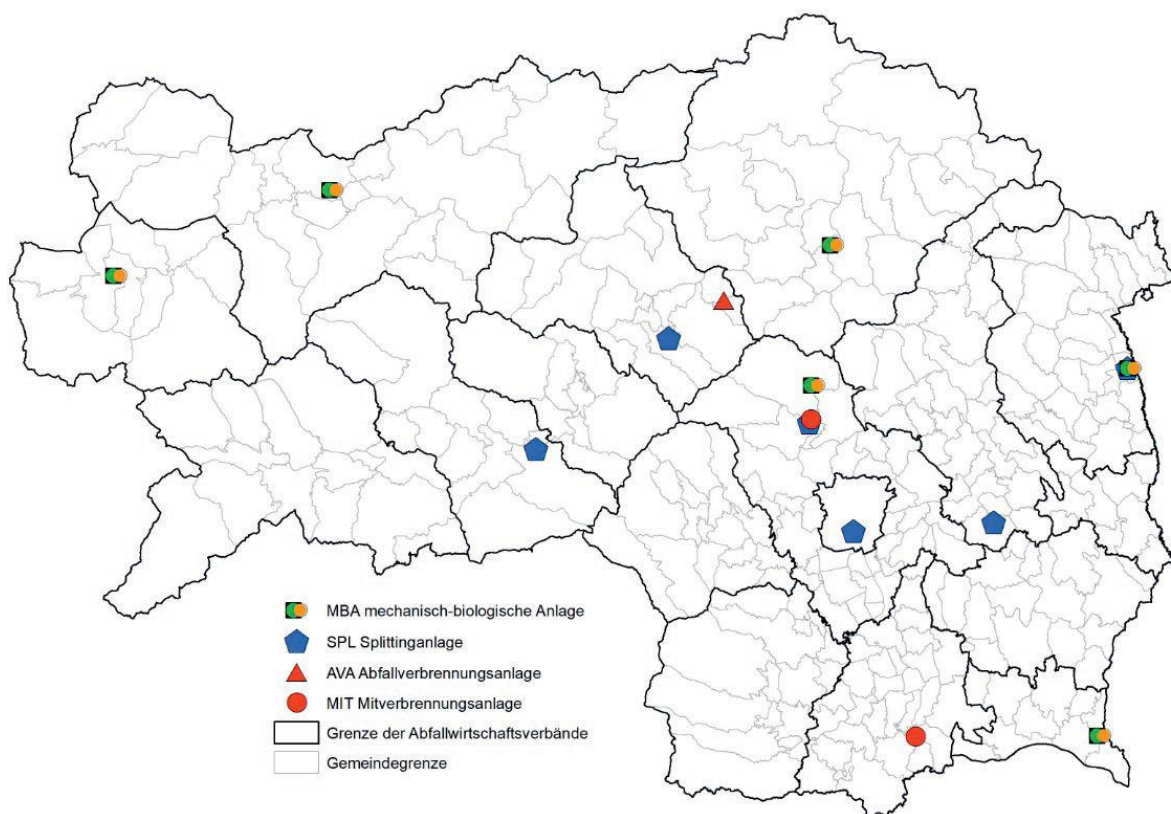


Abbildung 14: Anlagenstandorte von Splitting-, mechanisch-biologischen, Verbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen (Quelle: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 56)

Die Wirbelschichtenanlage in Niklasdorf (Leoben) steht mit einer Kapazität von 131.000 Tonnen im Jahr für die Abfallverbrennung zur Verfügung. Sie produziert Prozessdampf und Strom für die ebenfalls in Niklasdorf liegende Papierfabrik der Brigl & Bergmeister GmbH. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 57) Als Mitverbrennungsanlage ist das Lafarge Perlomooser Zementwerk in Retznei (Leibnitz) als Beispiel zu nennen. Ziel der

Mitverbrennungsanlagen ist es, aus ökologischen und ökonomischen Gründen, primäre Brennstoffe zu ersetzen. (ThermoTeam, o.J.)

Straßenkehricht

Innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände gibt es massive Unterschiede des Aufkommens. Einige geben keine Mengen an, da diese Fraktion mit dem Restmüll bei Sammlung und Nachsortierung mitgerechnet wird. Auch die Behandlung des Straßenkehrichts erfolgt mit der Aufbereitung des gemischten Siedlungsabfalls (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 68f) Die gesamte Menge an Straßenkehricht von acht Abfallwirtschaftsverbänden beläuft sich auf 2.616 Tonnen und durchschnittlich 2,1 Kilogramm pro Einwohner. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

5.4.2. Biogene Siedlungsabfälle

113.119 Tonnen biogene Abfälle, bestehend aus getrennter Erfassung, Friedhofsabfälle, sowie kommunale Garten- und Parkabfälle, wurden im Jahr 2017 in der Steiermark gesammelt. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c) In Graz (Abbildung 15) wurde mit über 27.000 Tonnen das höchste Aufkommen erfasst, gefolgt von Graz-Umgebung mit rund 13.000 Tonnen und dem Mürzverband mit ca. 11.000 Tonnen.

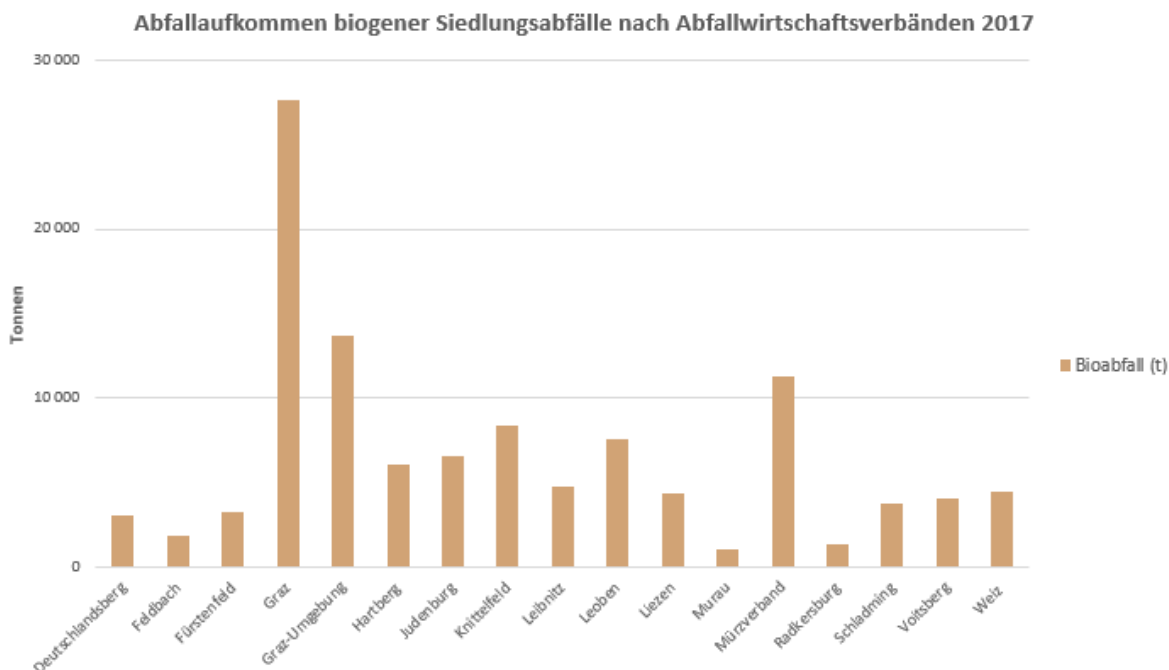


Abbildung 15: Bioabfallaufkommen innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Die geringste Menge verzeichnete Mürzu und Radkersburg mit über 1.000 bzw. 1.300 Tonnen biogenen Siedlungsabfällen. Zwischen 2003 und 2017 ist die Bioabfallmenge in der Steiermark um 37% gestiegen. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019b; 2019c) Das Aufkommen

des biogenen Abfalls nach Kilogramm pro Einwohner (Abbildung 16) unterscheidet sich durch eine erhöhte Menge mit 288 Kilogramm pro Kopf besonders in Knittelfeld. Schladming und Judenburg liegen an zweiter und dritter Stelle mit 166 bzw. 151 Kilogramm pro Einwohner. Das geringste Abfallaufkommen mit 29 Kilogramm pro Einwohner verzeichnet im Jahr 2017 Feldbach, dicht gefolgt von Murau mit 36 Kilogramm. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

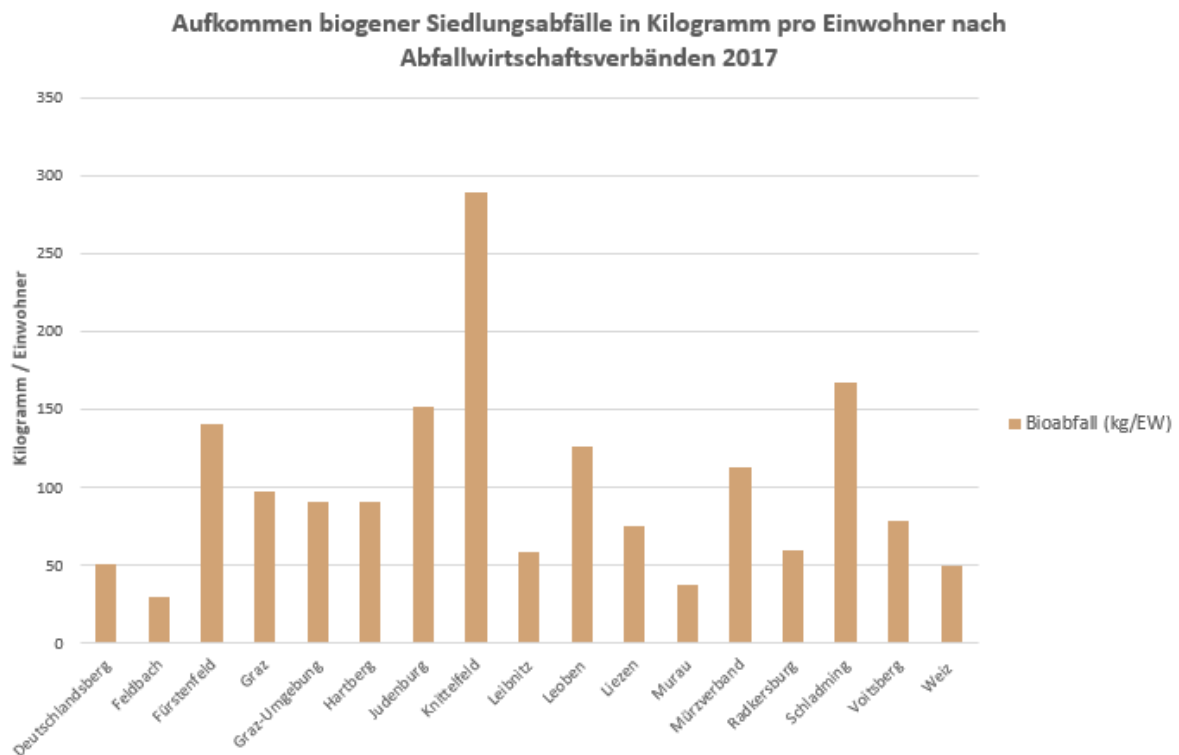


Abbildung 16: Aufkommen biogener Siedlungsabfälle in Kilogramm pro Einwohner nach Abfallwirtschaftsverbänden 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Biogene Siedlungsabfälle können mittels aerober (Kompostierung) oder anaerober (Vergärung) Behandlung stofflich verwertet werden, wobei die Vergärung in Biogasanlagen in der Steiermark nur minimal umgesetzt wird. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 64) Bei der Kompostierung (aerob) werden die organischen Substanzen mit Sauerstoff durch Mikroorganismen abgebaut, wodurch ein stabiler, hygienisierter Kompost entsteht, der als Sekundärrohstoffdünger, Bodenverbesserer oder als Komposterde verwertet werden kann. (Kranert 2017, S. 299) Eine anaerobe Behandlung (Vergärung) verläuft gänzlich unter Ausschluss von Sauerstoff. Die Produkte sind feste organische und Reststoffe (Gärrest), sowie eine Mischung aus Methan und Kohlenstoffdioxid, welches auch als Biogas verwendet wird. (ebd., S. 350) In der Steiermark gibt es 73 Kompostierungsanlagen mit einer gesamten Kapazität von 190.000 Tonnen im Jahr. Die Anlagen werden von gewerblichen und kommunalen, sowie von land- und forstwirtschaftlichen Betrieben geführt. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 65)

5.4.3. Verpackungsabfälle (Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackung)

Das gesamte Verpackungsabfallaufkommen in der Steiermark belief sich im Jahr 2017 auf 165.415 Tonnen, wobei die Menge sich in 34.937 Tonnen Glas-, 28.724 Tonnen Leicht-, 96.485 Tonnen Papier- und 5.269 Tonnen Metallverpackung unterteilt.

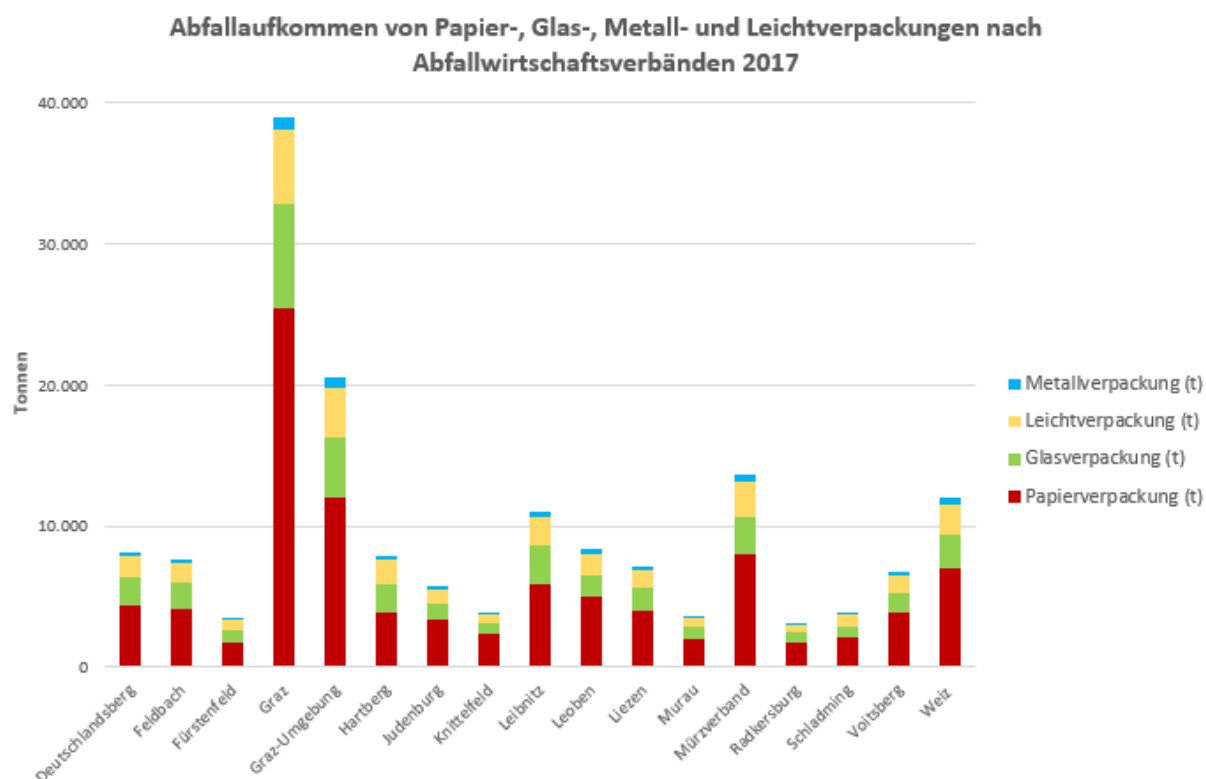


Abbildung 17: Verpackungsabfallaufkommen nach den Abfallarten Papier-, Metall-, Glas- und Leichtverpackungen innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Auch in diesen Fraktionen (Abbildung 17) liegen die Stadt Graz mit rund 39.000 Tonnen, Graz-Umgebung mit über 20.000 Tonnen und der Mürzverband mit fast 14.000 Tonnen an der Spitze. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c) Papierverpackungen machen den Hauptanteil der Verpackungsabfälle aus (Abbildung 18). So verzeichnet der Verband Hartberg mit dem geringsten Abfallaufkommen pro Kopf einen Wert von 57 Kilogramm. Die höchsten Mengen sind in Schladming und Graz mit über 90 Kilogramm, sowie Leoben, Mürzverband und Knittelfeld mit über 80 Kilogramm pro Einwohner. Deutlich geringer sind die Mengen von Glas- und auch Leichtverpackungen. Mit über 34 Kilogramm sind Radkersburg und Fürstenfeld an der Spitze der Glasverpackungen, wobei Fürstenfeld mit 33 Kilogramm auch ein hohes Leichtverpackungsaufkommen aufweist und damit unter Schladming mit 36 Kilogramm ist. Die geringsten Mengen weisen die Verbände Knittelfeld, Leoben, Voitsberg und Mürzverband mit über 25 Kilogramm Glasverpackung auf. Die Landeshauptstadt Graz hat mit 18 Kilogramm das niedrigste Leichtverpackungsaufkommen. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Abfallaufkommen von Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackungen in Kilogramm pro Einwohner nach Abfallwirtschaftsverbänden 2017

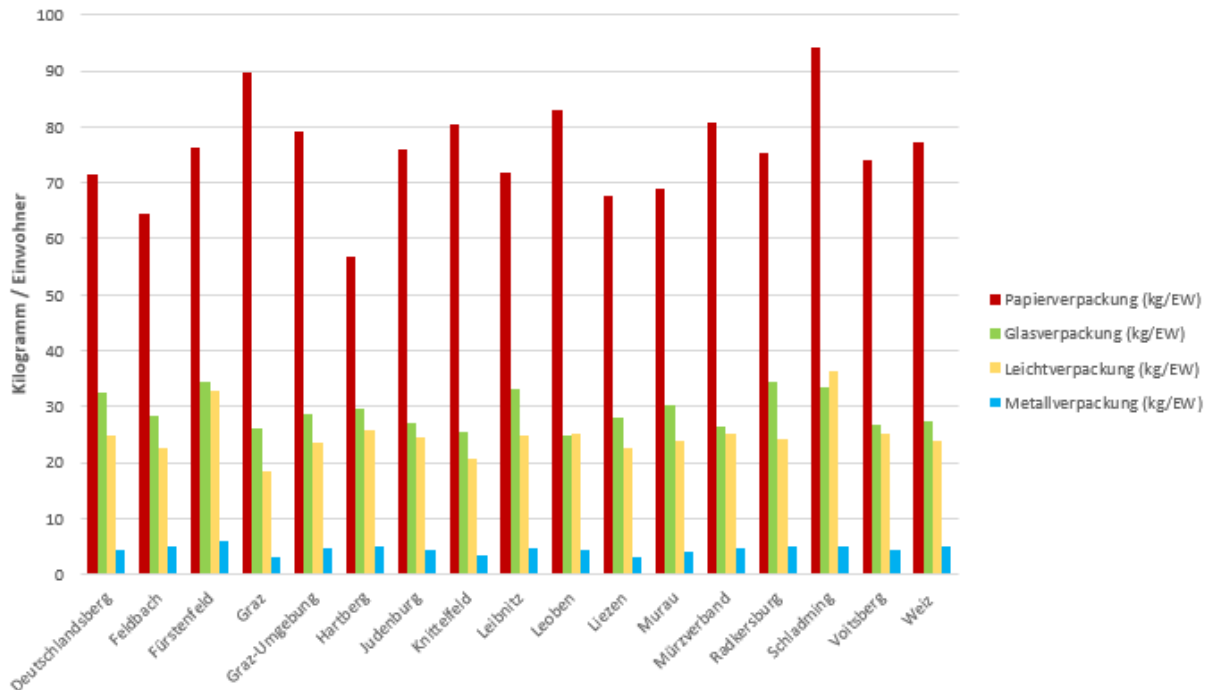


Abbildung 18: Aufkommen von Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackungen in Kilogramm pro Einwohner nach Abfallwirtschaftsverbänden 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Metallverpackungen haben mit 4,3 Kilogramm pro Einwohner in der Steiermark den geringsten Anteil an den Verpackungsabfällen. Die Spanne zwischen den Verbänden beläuft sich von 6 Kilogramm in Fürstenfeld bis 3 Kilogramm pro Einwohner in Graz. (ebd.)

Der Verwertungsweg von Altstoffen und Verpackungsabfälle führt über die Aufbereitung und Sortierung in die stoffliche oder thermische Behandlung. Ein Bruchteil aussortierter Reststoffe wird nach der Sortierung und nach der Verwertung deponiert. (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2017, S. 48) Nachfolgend werden die Behandlungswege der Verpackungsabfälle aus Papier, Glas, Metall und Kunststoff kurz betrachtet.

Glasverpackungen

Glasverpackungen werden in Behältern bei Sammelseln in getrennter Sammlung für Bunt- und Weißglas erfasst und in den drei Glaswerken Stölzle Oberglas GmbH in Köflach (Steiermark), Vetropack Austria GmbH in Pöchlarn (Niederösterreich) und Kremsmünster (Oberösterreich) stofflich verwertet. Der Großteil der Glasverpackungen besteht, in absteigender Reihenfolge, aus Grün-, Braun- und Weißglas (Austria Glas Recycling o.J.; Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2017, S. 62) Nach der Entfernung von Fremdstoffen und der Zerklei-

nerung wird das Altglas bei 1.600°C eingeschmolzen und gänzlich zu neuen Verpackungen recycelt, wobei die aussortierten Störstoffe einer weiteren Verwertung oder Beseitigung zugeführt werden. (Austria Glas Recycling; Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2019, S. 47f)

Papierverpackungen

Mittels Hol- oder auch Bringsystem können Papierverpackungen, Pappe und Kartonagen gesammelt werden. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 69) Da es 67 Altpapiersorten in Europa gibt, werden diese teilweise mithilfe von händischen und teilautomatisierten Sortierlinien, aber auch durch sensorgestützte Technologien (NIR) sortiert und in Ballen gepresst, wobei Störstoffe einer stofflichen oder anderen Verwertung zugeführt werden. (Martens 2011, S. 222f) Rund 75% können für ein Recycling genutzt werden. In der Steiermark werden diese in Papierfabriken stofflich verwertet. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 69) Altpapier ist nicht nur ein wichtiger Sekundärrohstoff für die Industrie, sondern grundsätzlich auch für den internationalen Handel ein wichtiges Gut. (Martens 2011, S. 222) Jedoch haben Europäische Länder seit 2019 das Problem, dass China als größter Abnehmer von überschüssigem Altpapier nicht mehr zur Verfügung steht und von 56,7 Millionen Tonnen gesammelten Papier in der gesamten EU nur 48,8 Millionen Tonnen gebraucht werden können. (320° 2019) Dies hat zur Folge, dass nicht nur der Preis von rund 88 € für sortiertes gemischtes Altpapier auf ca. 38€ gesunken ist, sondern durch den Überschuss wird auch die Recyclingwirtschaft eingebremst und wirkt sich demnach negativ auf die Erreichung der Recyclingquoten aus. (320° 2018; 320° 2020)

Metallverpackungen

Metallverpackungen werden in der Steiermark mit dem Holsystem über eingerichtete, zentrale Sammelinseln, oder in Altstoffsammelzentren getrennt erfasst. Dazu gibt es aber innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände Schladming und Liezen ein anderes Sammelverfahren. Hierfür werden die Metallverpackungen zusammen mit Leichtverpackungen gesammelt (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 72) Nach der Sammlung werden Metallverpackungen sortiert, geschreddert, in Ballen gepresst und mit dem verdichteten Schreddermaterial einem Recyclingverfahren zugeführt, wobei die Metalle zu 100% stofflich verwertet werden können. (Altstoff Recycling Austria o.J.)

Leichtverpackungen

Leichtverpackungen werden meist über reine Holsysteme durch eine Tonne, oder auch mittels Sackabfuhr gesammelt. Dazu gibt es ebenso die Möglichkeit Leichtverpackungen über das Altschrottsammelzentrum abzugeben, wobei bei der Übernahme der Abfall durch eine getrennte Sammlung aus den Kunststoffsorten Folien, Styropor, PET, Getränkeverbundkarton und Hartkunststoffe erfasst werden muss. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 74) Im Gegensatz zu den Recyclingverfahren von Glas-, Papier-, und Metallverpackungen gestaltet sich das Verwerten von Kunststoff als Herausforderung, da es nicht nur heterogene Kunststoffgruppen mit unterschiedlichen thermischen und mechanischen Eigenschaften, und somit auch dafür angepasste Verwertungsverfahren, gibt, sondern auch Kunststoffverbunde, die sich aus gemischten Arten zusammensetzen und über aufwändige Aufbereitungsprozesse getrennt und aufgeschlossen werden müssen. (Martens 2011, S. 162 und S. 164) Unterschieden wird zwischen werkstofflicher, rohstofflicher und thermischer Verwertung, die je nach Kunststoffsorte angewendet werden kann. Beim werkstofflichen Recycling entsteht ein Regranulat, das zu neuen Produkten verarbeitet werden kann. (Hopmann et al. 2015, S. 295; Ecoplast 2013) Dieses Verfahren hat zum Vorteil, dass auch durch das Schmelzen die chemische Zusammensetzung des Kunststoffes gleichbleibt und ein Recycling besser möglich ist. (Martens 2011, S.168) Eine rohstoffliche Verwertung setzt das Material in ihre Ausgangsbestandteile zurück und wird dann verwendet, wenn Kunststoffe stark verschmutzt oder in ihrer Zusammensetzung gemischt sind. Durch das chemische Aufspalten entstehen Öl und Gas zur Herstellung weiterer Kunststoffe, chemische Produkte oder werden zur energetischen Verwertung eingesetzt. (Hopmann et al. 2015, S. 295f) Thermisch verwertet werden Kunststoffe, wenn sie den anderen beiden Verfahren auf Grund von Verschmutzung oder Heterogenität nicht mehr zugeführt werden können. (Martens 2011, S. 163)

In der Steiermark wird Kunststoff werkstofflich recycelt und durch die Mitverbrennung als Ersatzbrennstoffe, welche auch aus Kunststoffabfällen gewonnen werden, verwertet. (Ecoplast 2013; ThermoTeam o.J.) Eine weitere Möglichkeit wäre das chemische Recycling von besonders heterogenen und verschmutzten Kunststoffen, die einem werkstofflichen Recyclingverfahren nicht mehr zugeführt werden können. Dabei wird der Kunststoff (Polymer) in seine Einzelbestandteile zerlegt (Monomer) und kann somit für neue Kunststoffproduktionen verwendet werden. (EU-Recycling 2019, S. 34) Diese Art von Recycling wird in der Steiermark noch nicht angewandt, wobei dies ein großes Potential zur Steigerung der Recyclingquoten mit sich bringt. Ein

innovatives Beispiel ist das Projekt ReOil des Konzerns OMV, das Anfang 2018 in einer Pilotanlage in Betrieb ging. Dabei werden Kunststoffe in einer eigens dafür ausgerichteten Anlage in der Raffinerie Schwechat zu synthetischem Rohöl umgewandelt und zu Treibstoffen oder zu Stoffen für die Kunststoffindustrie recycelt. (OMV 2018)

5.4.4. Elektro- und Elektronikaltgeräte, Problemstoffe und sonstige Altstoffe

Elektro- und Elektronikaltgeräte

Elektro- und Elektronikaltgeräte weisen in der Steiermark ein Gesamtaufkommen von 14.616 Tonnen auf. Dies beinhaltet Elektro-Groß-, Elektro-Klein-, Kühl-, Gefrier- und Bildschirmgeräte, sowie Gasentladungslampen. (EAK 2017, S. 66) Die Sammelmenge von Elektronikaltgeräten stieg seit 2010 um 29%, wobei das Aufkommen pro Kopf ebenso von 9,4 Kilogramm pro Einwohner auf 11,8 Kilogramm stieg. Wie in Kapitel 3.1.2. bereits erwähnt, schreibt die EU eine Mindestsammelquote von 65% für die Mitgliedstaaten ab 2019 vor. Bereits 2017 erreichte Österreich 62,5%. Eine spezifische Betrachtung auf Abfallwirtschaftsverbandsebene gibt es für die Steiermark nicht, da die Daten nur für das Bundesland erhoben werden. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 82f) Nach der Richtlinie für Elektro- und Elektronikaltgeräte (2012) müssen Sammelstellenbetreiber die Geräte, die einer Vorbereitung zur Wiederverwendung zugeführt werden sollen, mindestens zweimal jährlich getrennt erfassen und anschließend selbst zu Wiederverwendungszwecken vorbereiten, oder Re-Use Betrieben übergeben. Nicht wiederverwendbare Geräte sollen großteils stofflich verwertet werden. (EAK 2017, S. 19) Metallische Anteile wie Aluminium, Kupfer, Eisen und Kunststoff werden in der Steiermark zu 86% stofflich und 10% thermisch verwertet. Die restlichen 4% werden deponiert. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 83)

Altbatterien und Akkumulatoren

Die Sammelmenge von Altbatterien und Akkumulatoren, die sich aus Geräte- und Fahrzeugbatterien zusammensetzt, betrug in der Steiermark 2017 910 Tonnen, wobei 480 Tonnen Geräte- und 430 Tonnen Fahrzeugbatterien gesammelt wurden. Insgesamt verursacht ein Steirer ein Pro-Kopf-Aufkommen von 0,7 Kilogramm. Eine spezifische Betrachtung nach Abfallwirtschaftsverbänden ist nur für Fahrzeugbatterien möglich. Demnach verzeichneten die Verbände Graz und Graz-Umgebung mit über 55 Tonnen und Weiz mit 48 Tonnen das höchste Aufkommen. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c) Gerätealtbatterien haben wie Elektroaltgeräte eine ab 2016 zu erreichende Mindestsammelquote von 45%, wobei dies 2017 in Österreich

erreicht wurde. Die Bestandteile Blei, Nickel, Cadmium, Lithium und Kunststoffe werden in Österreich bis zu 80% recycelt. In der Steiermark gibt es eine Sortieranlage für Gerätebatterien, wobei das Recycling im Ausland erfolgt. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 81-83)

Problemstoffe

2017 wurden in der Steiermark 1.729 Tonnen Problemstoffe durch mobile oder dafür eingerichtete Problemstoffsammelstellen erfasst. Davon sind 615 Tonnen mineralische Öle, rund 7 Tonnen Altmedikamente und 1.107 Tonnen Problemstoffe, die nicht einzeln angeführt werden.

Abfallaufkommen von Problemstoffen nach Abfallwirtschaftsverbänden 2017

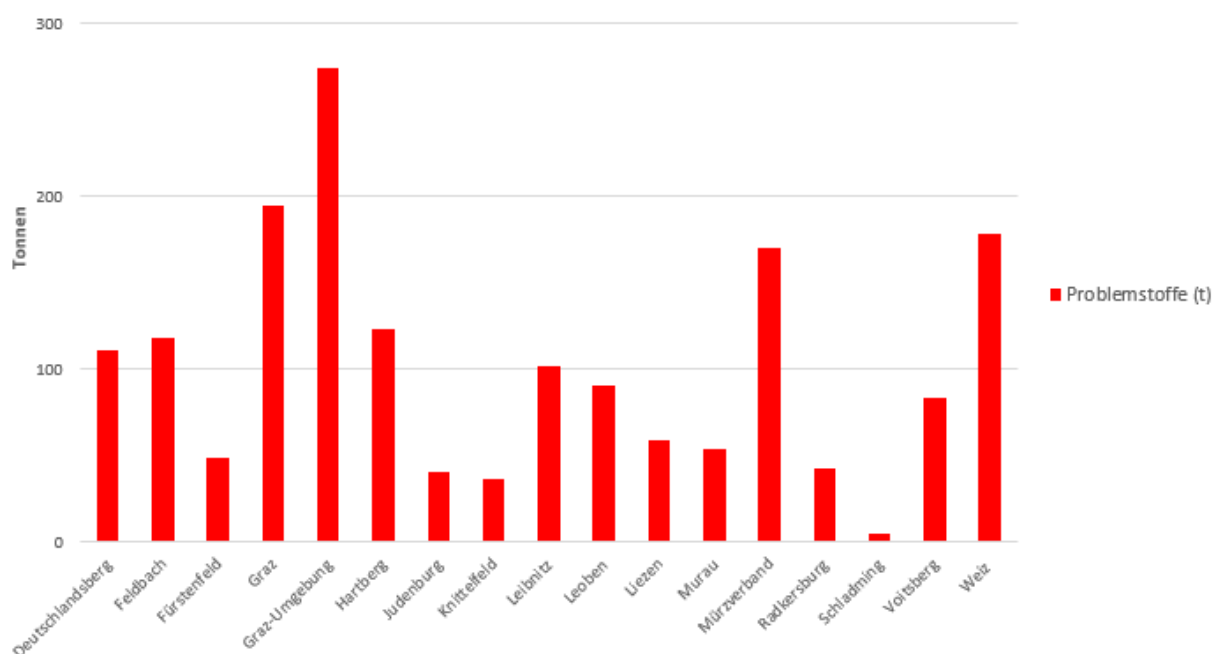


Abbildung 19: Problemstoffaufkommen innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Die Erhöhung zwischen 2010 und 2017 erfolgte mit rund 1,4% nur geringfügig. Das höchste Aufkommen mit 274 Tonnen wurde in Graz-Umgebung erfasst, gefolgt von Graz mit 195 Tonnen (Abbildung 19). Am geringsten fiel die Menge in Schladming mit 5 Tonnen aus. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c) Das größte Pro-Kopf-Aufkommen verzeichneten die Verbände Fürstenfeld und Weiz mit über 2 Kilogramm pro Einwohner. Eine sehr geringe Menge pro Einwohner ist in Schladming mit 0,2 Kilogramm, Graz mit 0,7 Kilogramm und Judenburg mit 0,9 Kilogramm vorzufinden (Abbildung 20). (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Abfallaufkommen von Problemstoffen in Kilogramm pro Einwohner nach Abfallwirtschaftsverbänden 2017

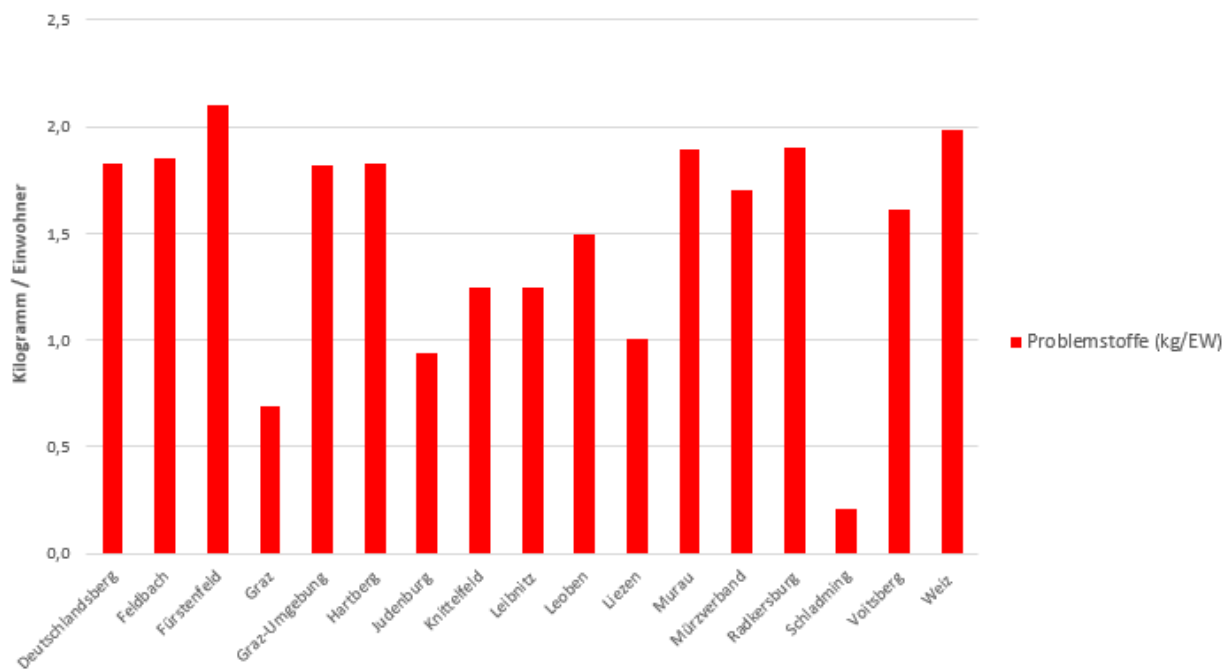


Abbildung 20: Aufkommen von Problemstoffen in Kilogramm pro Einwohner nach Abfallwirtschaftsverbänden 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Problemstoffe sind in ihrer Beschaffenheit und Art sehr unterschiedlich und bestehen aus sehr differenzierten chemischen Eigenschaften. Der Großteil besteht aus Altölen, Lösemittel, Chemikalienreste und Altmedikamente, wobei diese thermisch verwertet, oder einer chemisch-physikalisch behandelt. (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2017, S. 53)

Sonstige Altstoffe

Altstoffe oder verwertbare Siedlungsabfälle machen 11% des gesamten Siedlungsabfallsaufkommen in der Steiermark aus und belaufen sich somit auf 59.540 Tonnen. Darunter zu zählen (

Tab. 6) sind Textilien, Altmetalle, Altholz und Altspeiseöle und -fette. Die höchste Menge (Abbildung 21) mit 9.708 Tonnen ist in Graz zu sehen, wobei 7.066 Tonnen aus Altholz und 1.290 aus Altmetall sind. Das geringste Aufkommen ist in Schladming mit 242 Tonnen und Fürstenfeld mit 1.224 Tonnen verzeichnet, wobei auch hier der Großteil aus Altholz und Altmetall besteht. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

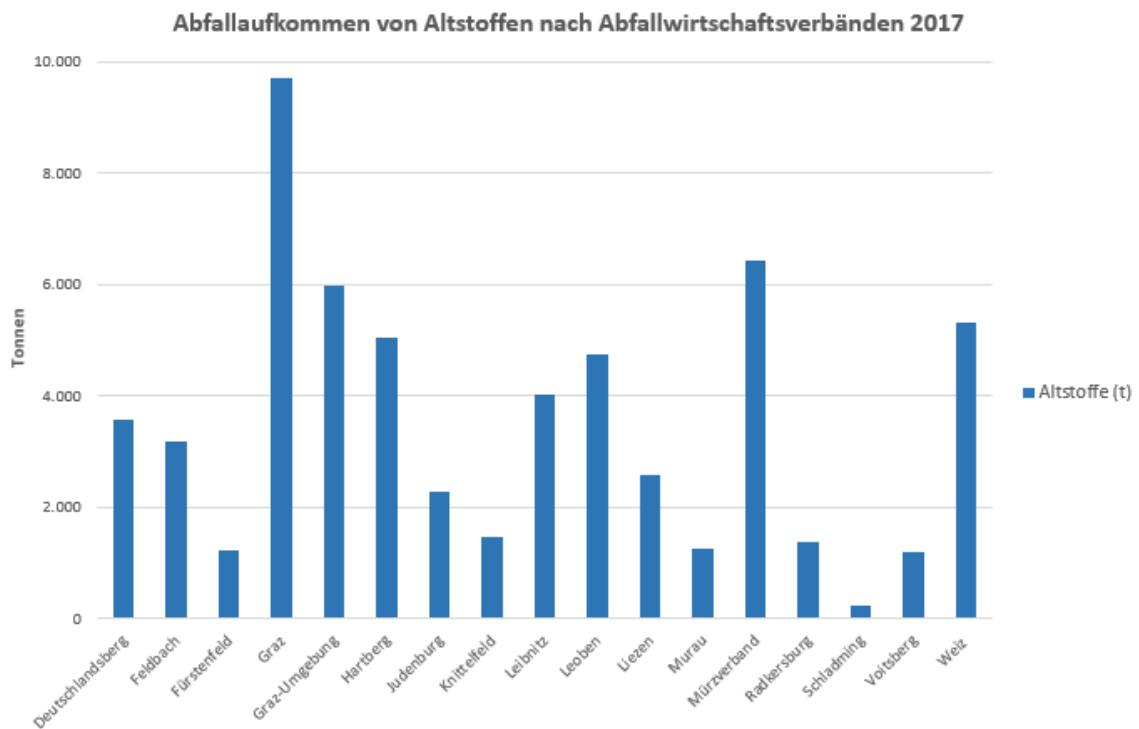


Abbildung 21: Altstoffaufkommen innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

In Leoben und Hartberg sind das Aufkommen pro Einwohner (Abbildung 22) mit über 70 Kilogramm am höchsten. Die meisten Abfallwirtschaftsverbände liegen zwischen 45 und 60 Kilogramm pro Einwohner. Schladming und Voitsberg haben einen niedrigen Wert von 10 bzw. 23 Kilogramm. (ebd.)

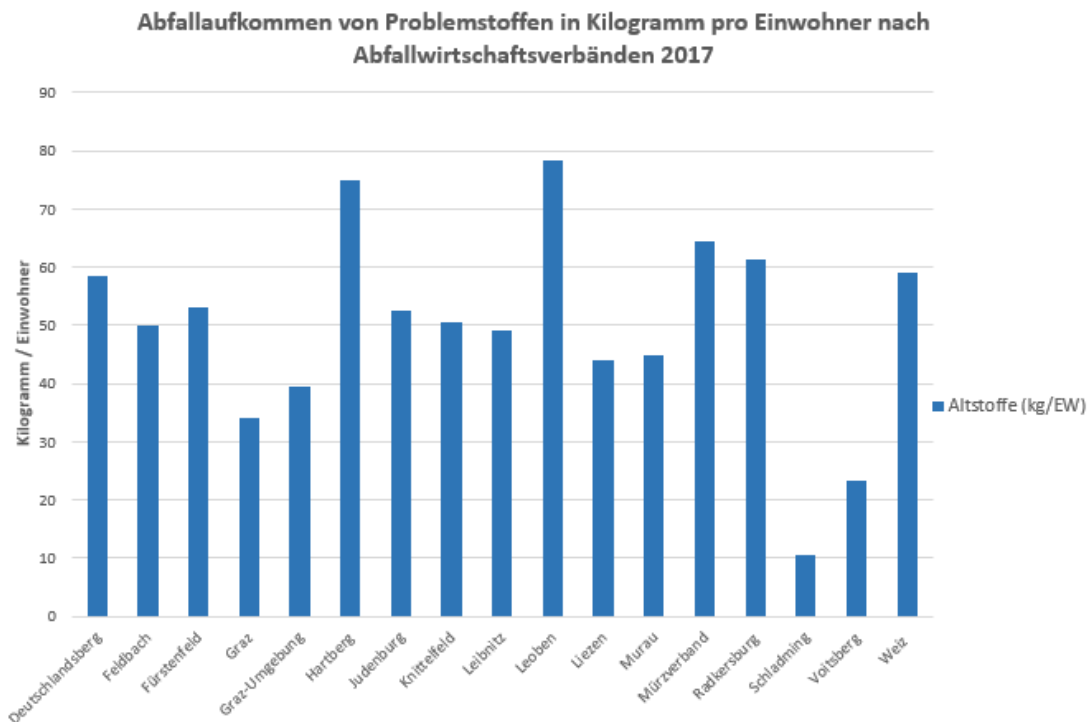


Abbildung 22: Aufkommen von Altstoffen in Kilogramm pro Einwohner nach Abfallwirtschaftsverbänden 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Altholz wird zunächst aufbereitet und anschließend einer thermischen Verwertung oder einem Recyclingverfahren in einer Spannplattenindustrie zugeführt. Dabei wurden über 92% stofflich verwertet und 8% thermisch behandelt. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 67f) Altmetalle hingegen werden nach der Aufbereitung oder auch zum Teil ohne Aufbereitung in österreichischen und ausländischen Betrieben zu 100% recycelt. (ebd., S. 74) Textilien werden über Altkleidercontainer von Humana, Caritas, Saubermacher und FCC, sowie über Altstoffsammelzentren erfasst und bis zu 10%, je nach Qualität des Textils, in Secondhand Geschäften in Österreich verkauft oder an Bedürftige verteilt, wobei weitere 40% bis 50% als Kleidung ins Ausland verkauft wird. 35% werden dazu noch als Dämmstoff oder Putzlappen recycelt. (ebd., S. 76f) Altspeiseöle und -fette, die getrennt erfasst werden, werden zur Erzeugung von Biodiesel, Seifen, Reinigungs- und Schmiermittel stofflich verwertet und haben somit eine 100 prozentige Recyclingquote. (ebd., S. 78)

6. Entwicklung der Recyclingquoten auf europäischer und nationaler Ebene

Das von der Europäischen Union geschnürte Kreislaufwirtschaftspaket und die neuen Recycling-Ziele für Siedlungsabfälle (Kapitel 3.1.2.) sind für die Mitgliedstaaten herausfordernde Vorgaben. Obwohl sich durch die bereits bestehenden Strukturen innerhalb der Richtlinien und Verordnungen auf europäischer Ebene eine positive Entwicklung hinsichtlich der stofflichen und energetischen Verwertung sehen lässt, ist für viele Länder das Erreichen der Recyclingquote von 55% bis zum Jahr 2025 eine große Herausforderung. Im letzten Kapitel zu den theoretischen Grundlagen und auch als Übergang zur praktischen Analyse innerhalb der Steiermark, wird die bisherige Entwicklung der Recyclingquoten auf europäischer und nationaler Ebene kurz erläutert und beschrieben.

6.1. Europäische Union

In der Europäischen Union fallen innerhalb der 28 Mitgliedstaaten insgesamt rund 2,5 Milliarden Tonnen Abfälle an. Davon entfallen ein Zehntel des gesamten Aufkommens auf Siedlungsabfälle. (Europäisches Parlament 2018d) Im Jahr 2018 wurden pro Kopf durchschnittlich 489 Kilogramm Abfall verursacht, wobei das Aufkommen sich zwischen den Staaten deutlich unterscheidet. Während Dänemark 766 Kilogramm pro Kopf verzeichnet, liegt Rumänien im unteren Teil bei 272 Kilogramm. Diese Differenzen sind besonders auf den Konsum, Tourismus und dem wirtschaftlichen Wohlstand, aber auch auf das abfallwirtschaftliche System innerhalb des Staates zurückzuführen. Länder wie Rumänien, Ungarn, Bulgarien und Spanien verzeichnen von

2005 bis 2018 einen deutlichen Rückgang des Aufkommens pro Person im Jahr, während die Menge pro Kopf, unter anderem, in Dänemark, Finnland und Kroatien gestiegen ist. (Eurostat 2019a) Insgesamt ist das durchschnittliche Abfallaufkommen von 2005 bis 2016 um 7% zurückgegangen. (Europäisches Parlament 2018d)

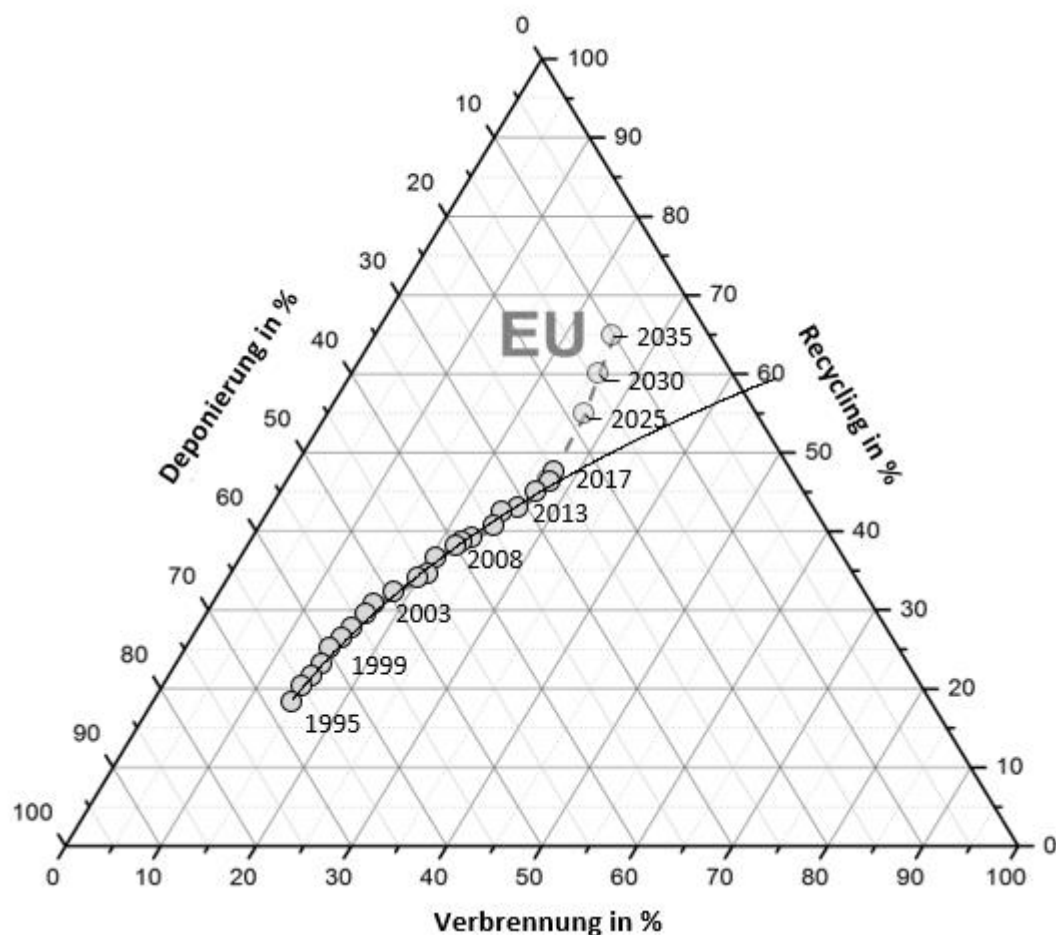


Abbildung 23: Recyclingquotenentwicklung der EU-28 bis 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Pomberger 2019 nach Eurostat 2019b)

In der Abbildung 23 ist die Recyclingquotenentwicklung der 28 Länder der Europäischen Union dargestellt. Deutlich zu erkennen ist Rückgang der Deponierungsrate von 67% 1995 auf 23% im Jahr 2017, während die Recyclingquote im gleichen Zeitraum von 18% auf 47% gestiegen ist. Auch die thermische Behandlung von Siedlungsabfällen stieg von 15% auf 29% und hat sich somit fast verdoppelt. Wie bereits in Kapitel 3.1.2. erwähnt müssen alle Mitgliedstaaten innerhalb des Kreislaufwirtschaftspaketes und der neuen Abfallrahmenrichtlinie der Europäischen Union (2018) Siedlungsabfälle bis 2025 zu 55%, bis 2030 zu 60% und bis 2035 zu 65% einem Recycling Verfahren zuführen, wobei der derzeitige Trend, wie auch in der Abbildung 24 nochmals besser zu sehen ist, nicht die gewünschte Richtung einschlägt. (EU 2018a, S.129)

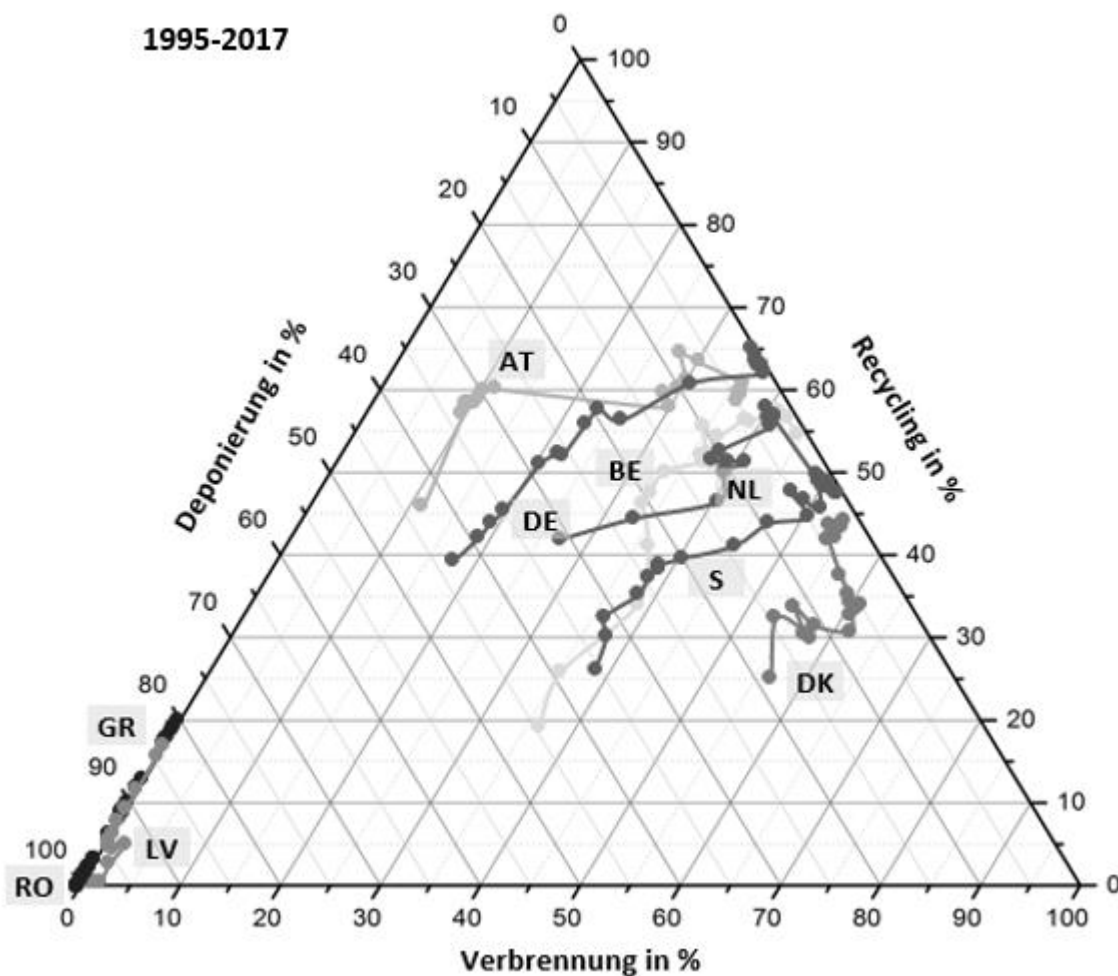


Abbildung 24: Recyclingquotenentwicklung im Ländervergleich 1995-2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Pomberger 2019 nach Eurostat 2019b)

Vergleicht man verschiedene Länder in der Europäischen Union (Abbildung 24), so ist der Unterschied zwischen den Nationen merklich zu sehen. Die Deponierung von Abfällen ist in Ländern wie Belgien, Österreich, Deutschland, Schweden, Niederlande und Dänemark kaum relevant. Sie gelten als Vorreiter der Umsetzung der Recycling-Ziele, wobei eine deutlich positive Entwicklung der Recyclingrate zu sehen ist. Hier wird besonders auf Recycling, Kompostierung und (energetische) Verwertung durch Verbrennung gesetzt. Im Gegenzug dazu werden in Bulgarien, Malta, Griechenland, Lettland und Rumänien mehr als 60%, teilweise sogar über 90% deponiert. Estland, Finnland, Belgien, Niederlande und Dänemark setzten neben dem Recycling besonders auf die Verbrennung des Siedlungsabfalls. (Europäisches Parlament 2018d; Eurostat 2019) Bis 2018 waren lediglich Deutschland, Niederlande, Österreich und Slowenien über den 55% der geforderten Recyclingquote bis 2025. 12 Länder weisen hingegen einen Anteil von unter 40% an recycelten Abfälle auf. (Eurostat 2019)

6.2. Österreich und Deutschland im Vergleich

Deutschland

In Deutschland sind im Jahr 2017 über 51 Millionen Tonnen Siedlungsabfälle angefallen, wobei der Wert seit 2000 nur leicht schwankt. (Umweltbundesamt 2019; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2018, S. 7) Dabei entfallen rund 30% auf gemischte Siedlungsabfälle, 16,9% auf Altpapier, 12,4% auf Leichtverpackungen, 5,6% auf Glas- und 4,9% auf metallische Abfälle aus haushaltsähnlichen Einrichtungen, wobei unter diesem Prozentsatz auch Verbunde und Alttextilien mitberechnet wurden. (Umweltbundesamt 2019) Insgesamt produziert jeder deutsche Bürger 455 Kilogramm Haushaltsabfälle im Jahr, wobei 187 Kilogramm aus gemischten Siedlungsabfällen sind. Weitere 68 Kilogramm pro Kopf wurden als getrennt erfasste Verpackungsabfälle gesammelt. (DeStatis 2020)

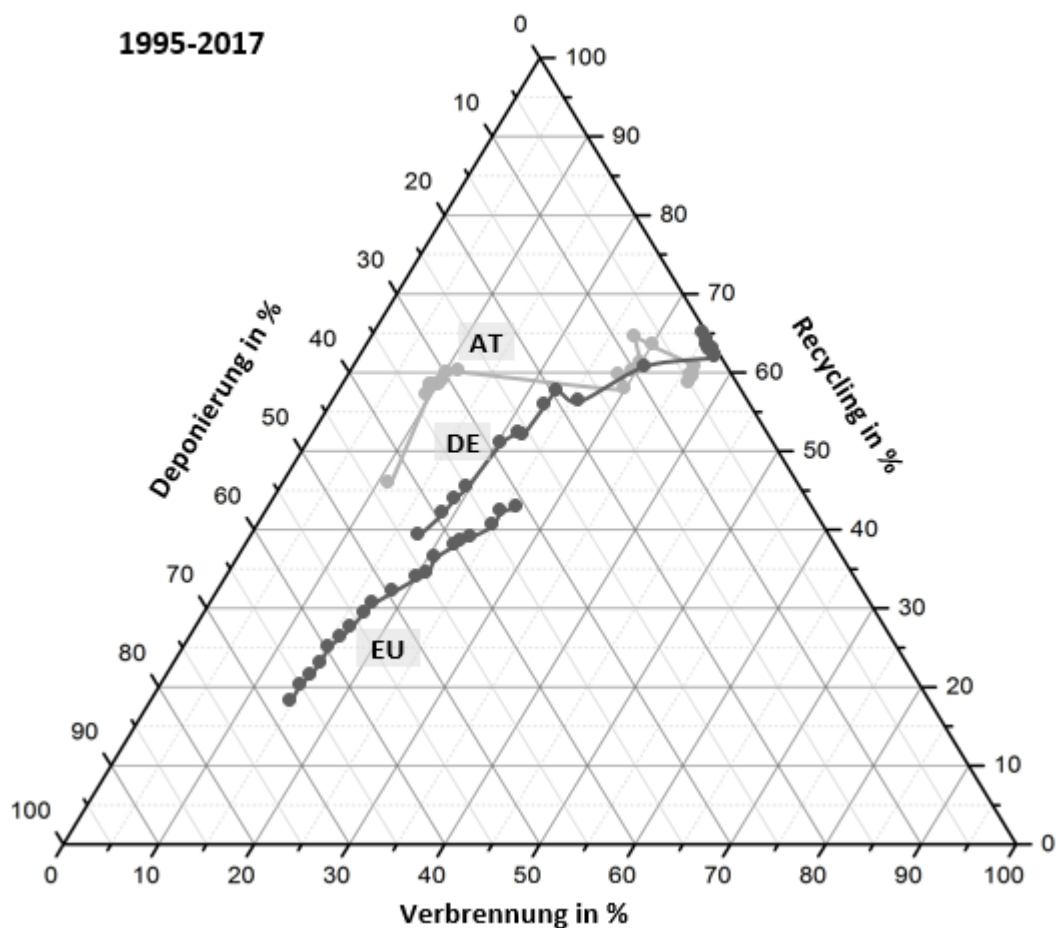


Abbildung 25: Ländervergleich Deutschland, Österreich und EU-27 von 1995 – 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Pomberger 2019 nach Eurostat 2019b)

Der größte Teil der gemischten Siedlungsabfälle wird auch in Deutschland mit und ohne mechanisch-biologische Vorbehandlung thermisch verwertet (Abbildung 25). Zu 25% werden die gesamten gemischten und sperrigen Siedlungsabfälle aus Haushalten und gewerblichen Betrieben in einem Recyclingverfahren (R2 – R13) verwertet. Weitere 72% werden einem thermischen

Verfahren, mit und ohne energetischer Verwertung, zugeführt. Die restlichen 3% werden auf Deponien abgelagert. Verpackungen aus Glas und Papier werden bis zu 100%, Kunststoff zu 85% und Metalle zu 80% recycelt. (Obermeier et al. 2019, S. 89) Deutschland weist deswegen so hohe Verwertungsquoten auf, da zunächst der Input der Abfallströme in Verwertungsanlagen als Basis für die Ermittlung der recycelten Abfälle gilt. Das heißt, dass die Menge der Fremdstoffe aus getrennt gesammelten Fraktionen, die auch nach Vorbehandlung und Sortierung nicht stofflich verwertet werden können, in die Recyclingquote miteinfließen. Zur Berechnung, wie in Kapitel 3.1.2. erwähnt, dürfen nur Mengen einfließen, die, bevor sie einer Recyclinganlage zugeführt werden, auch geprüft, sortiert und vorbehandelt wurden. (Obermeier et al. 2019, S. 88) Somit liegt Deutschland mit einer Recyclingquote von 67% innerhalb der Siedlungsabfälle deutlich über dem Durchschnitt der EU (47%) und auch weit über der österreichischen Quote von 59%.

Österreich

In Österreich werden die Recyclingquoten aus dem Haushaltsaufkommen und nicht aus dem gesamten Siedlungsabfallaufkommen berechnet, wobei hier nicht der Input wie in Deutschland, sondern der Output nach mechanischer Sortierung herangezogen wird. Wertstoffe und auch die heizwertarme Fraktion, die nach mechanisch-biologischer Behandlung hervorgehen, werden zu den recycelten Mengen gezählt. (Obermeier et al. 2019, S. 89) Insgesamt ist Österreich mit einer durchschnittlichen Recyclingquote von 59% (Abbildung 25) mit Deutschland, Niederlande und Slowenien im Spitzenfeld. 17% der gesammelten gemischten und sperrigen Abfälle aus Haushalten und gewerblichen Einrichtungen werden einem Recyclingverfahren unterzogen. Die restlichen 82% werden thermisch behandelt. (ebd., S. 90) Verpackungsabfälle werden in Österreich zum Großteil weit über den für 2025 gesetzten Zielen recycelt, wobei die Quoten aus neuer Berechnung innerhalb des Kreislaufwirtschaftspaketes stammen. Lediglich Kunststoff stellt eine Herausforderung dar. In Österreich lag die Recyclingquote für Kunststoff bei 34%, jedoch minderte sich das Ergebnis durch die neue Berechnung auf 25%, wobei das zu erreichende Ziel für Kunststoff bis 2025 bei 50% liegt. (Altstoff Recycling Austria 2019, S. 52)

Im Vergleich liegen Deutschland mit 67% und Österreich mit 59% Recyclingquote weit über dem Durchschnitt von 47% der Länder der Europäischen Union.

6.3. Herausforderungen und Maßnahmen auf Bundes- und Landesebene zur Erreichung der Recycling-Ziele

Um die europäischen Vorgaben innerhalb der neuen Abfallrahmenrichtlinie (2018) und des Kreislaufwirtschaftspakets (2018) zu erfüllen, werden auf nationaler und Landesebene mehrere Maßnahmen einer nachhaltigen Abfallwirtschaft getroffen. Auf nationaler Ebene liegt das Hauptaugenmerk auf dem Vorsorgeprinzip und der Nachhaltigkeit. So werden, in Hinblick auf der 5-stufigen Abfallhierarchie, ein bestmögliches Vorgehen zur Abfallvermeidung, Vorbereitung zu Wiederverwendung, Recycling, energetische Verwertung und Beseitigung getroffen, wobei im Sinne der Recycling-Ziele besonders die Steigerung der Recyclingraten im Fokus liegt. Die Herausforderung dieser Umsetzung liegt in gesellschaftlichen, technischen, ökonomischen und ökologischen Grenzen. Bei der Betrachtung des gesamten Lebenszyklus eines Produktes und dessen Designveränderung, hinsichtlich Materialwahl, Reparaturfähigkeit und Rezyklierbarkeit, zugunsten der Kreislaufwirtschaft, könnte dies maßgeblichen Einfluss auf die Nutzung des Produktes haben. Ebenso werden technische Anforderungen bei mehrfacher Kreislaufführung eines Stoffes immer höher, da neue und recycelte Materialien zunehmend komplexer werden. Dies hat auch Einfluss auf ökologische Grenzen, da Rohstoffe, die in mehreren Zyklen eingesetzt werden, einen gewissen Schadstoffausstoß bedingt. Ebenso läuft die Preisgestaltung von Primärrohstoffen bei verstärkter Nutzung von Sekundärrohstoffen zuwider der Wirtschaftlichkeit von Aufbereitungsverfahren. (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2017, S. 165f)

Auf nationaler Ebene werden innerhalb des Abfallwirtschaftsgesetzes (AWG 2002) Maßnahmen zur Reduktion der Mengen und Schadstoffgehalte, sowie deren schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesundheit getroffen. Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling und sonstige Verwertungen von Abfällen, aus umweltgerechter und volkswirtschaftlicher Sicht, sollen gefördert und Maßnahmen zur Beseitigung nicht vermeidbarer Abfälle, sowie die Verbringung nach oder aus Österreich zur Verwertung oder Beseitigung, getroffen werden. (ebd., S.168) Konkrete Maßnahmen, die, unter anderem, für das Erfassen, Sortieren und Verwerten getroffen wurden, sind nach Altstoff Recycling Austria (2019, S. 53):

- Ausbau der Infrastruktur zur getrennten Sammlung aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, sowie Evaluierung von Umstellungen der Sammelfraktion
- Neukonzeption der Erfassung von Verpackungen aus Gewerbebetrieben, Verwertungsgebot

- Ergänzung der getrennten Erfassung durch Sortierung von Restmüll und Gewerbeabfälle
- Digitalisierung von Prozessen
- Öffentlichkeitsarbeit und Bewusstseinsbildung
- Abfallvermeidung und Re-Use forcieren

Auch auf Landesebene innerhalb der Steiermark liegt der Fokus auf Strategien zur Erreichung einer ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft im Sinne der Abfallhierarchie. Daher ist ein Teil der Strategien die Abfallvermeidung durch ein nachhaltiges Produktdesign, um dessen Lebensdauer zu verlängern, sowie ein verantwortungsvoller Umgang mit natürlichen Ressourcen. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019, S. 123f) Konkrete Maßnahmen zur Abfallvermeidung, wären ein verursachergerechtes, kommunales Abfallgebührensysteem, Bewusstseinsbildung und Öffentlichkeitsarbeit über die Kreislaufwirtschaft und potentielle Abfallvermeidung, durch, unter anderem, nachhaltiges Einkaufs- und Konsumverhalten, sowie Umwelt- und Abfallberater der Abfallwirtschaftsverbände für Betriebe und ähnliche Einrichtungen. (ebd. 126f)

Die Recyclingquote von 65% bis 2035 kann erreicht werden, wenn, unter anderem, Fehlwürfe von Bioabfall und Verpackungsmaterialien im Restmüll halbiert werden. Damit wäre ein höheres Recyclingpotential möglich. (ebd., S. 125) Maßnahmen zur Vorbereitung zur Wiederverwendung und Recycling sind, unter anderem, die Erstellung von Anleitungen zur Bewertung Re-Usefähiger Produkte, sowie die Etablierung einer Online-Börse für diese Güter, der Ausbau der Sammelinfrastruktur hinsichtlich innovativer und moderner Technologien, Bewusstseinsbildung für private Personen, Organisationen, Dienststellen und in Schulen, Maßnahmen gegen Fehlwurfquoten und Bereitstellung von Informationen zu Abfalltrennung und Ressourcenwirtschaft. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019, S. 128f)

Als zusätzliche Maßnahme in Österreich wäre die Ausweitung des bereits bestehenden Pfandsystems für Mehrwegflaschen mit einem Einwegpfand-System für Getränkeflaschen aus Kunststoff von Nutzen. Durch die Rücknahme von Einwegflaschen steigen nicht nur die Sammelquoten, sondern auch die Recyclingraten. Die getrennte Erfassung und die Verringerung von Fehlwürfen bei gemischten Abfällen erhöhen die Qualität der Materialien. Diese sind in der Regel sauberer und damit leichter werkstofflich zu verwerten. Dieses System konnte in zehn europäischen Ländern bereits mit Erfolg genutzt werden. Deutschland, Dänemark oder Kroatien erzielten durch das Einwegpfand-System eine Sammelquote von über 90%, während in Ländern ohne

dieses System, wie in Österreich oder Schweiz, eine Quote von 70% bzw. 82% vorzufinden ist. (Bundesministerium für Klimaschutz 2020, S. 36 – 38)

7. Praktische Analyse der Recyclingquotenentwicklung und –prognose in der Steiermark

In der praktischen Analyse der Recyclingquotenentwicklung und –prognose in der Steiermark, werden anhand von RIL-Tenärdiagrammen und thematischen Karten die Ergebnisse der Datenaufbereitung visualisiert und interpretiert. In den nächsten Kapiteln erfolgt eine genaue Beschreibung der Methode zur Auswertung, der Modelle und der dafür verwendeten Daten, wobei auch die Gründe zur Methodenauswahl angegeben werden. Anschließend wird die Recyclingquotenentwicklung und –prognose auf Basis des Tenärdiagrammes für Siedlungsabfälle allgemein, sowie auch gesondert für gemischte Siedlungs-, Verpackungsabfälle und Leichtverpackungen ausgewertet. Zuletzt erfolgt die Darstellung der Sammelquotenentwicklung und –prognose innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände mit einer thematischen Karte.

7.1. Methodische Vorgehensweise und Modelle

RIL-Tenärdiagramm

Wie in Kapitel 1.3. kurz beschrieben werden innerhalb der Analyse der Recyclingquotenentwicklung und -prognose der Steiermark auf Landes- und Abfallwirtschaftsverbandsebene zwei verschiedene Methoden angewandt. Für die Visualisierung in der Steiermark wird das RIL-Tenärdiagramm verwendet, wobei durch die Darstellung im gleichseitigen Dreieck die drei Komponenten *Deponierung (A)*, *Verbrennung (B)* und *Recycling (C)* gleichzeitig eingesetzt werden können. Jede dieser Komponenten stellt einen Teilwert dar, wobei die Summe aller 3 Komponenten eines Punktes 100% ergibt. Ist ein Punkt direkt an der Kante des Dreiecks, bedeutet dies, dass diese Komponente gleich 0 und das Dreieck ein Zwei-Komponentensystem ist. Je näher sich der Punkt an einer Komponente befindet, desto höher ist der Teilwert der Komponente. (Pomberger et al. 2017, S. 563f) Das Dreieck beinhaltet ein Rastersystem, dessen Hauptintervalle in 10%-Schritten und Hilfsintervalle in 5%-Schritten aufgeteilt ist. Der beispielhafte Punkt im Dreieck in Abbildung 26 stellt in einem Kalenderjahr eine 50% Recycling-, eine 30% Verbrennungs- und eine 20% Deponierungsrate dar.

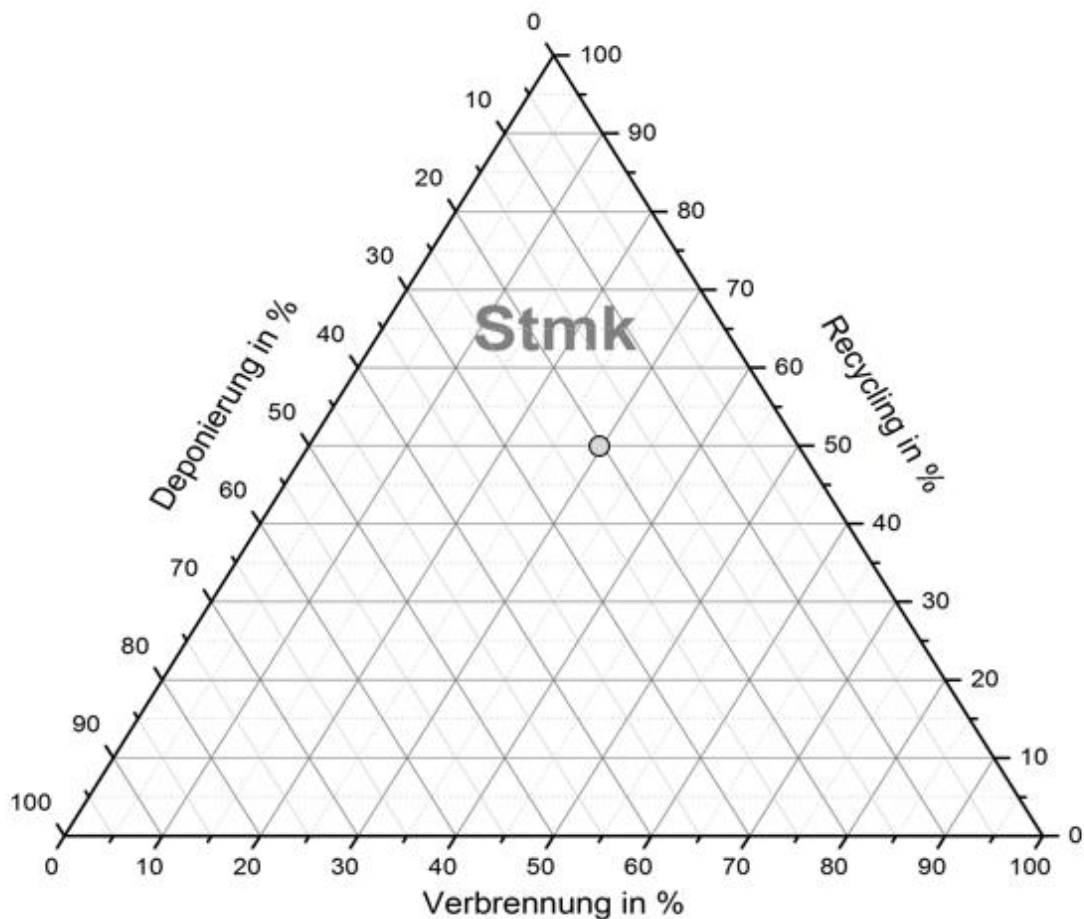


Abbildung 26: Beispielhaftes Modell des RIL-Tenärdiagrammes (Quelle: eigene Darstellung 2020)

Zur Interpretation eignet sich, auf Basis der Datengrundlage (Details dazu in Kapitel 7.2.), ein Drei-Komponentensystem zur Darstellung der Recycling-, Verbrennungs- und Deponierungsarten am besten, da es möglich ist, eine schnelle und aussagekräftige Interpretation über vergangene, gegenwärtige und zukünftige Quoten wiederzugeben. Es bietet nicht nur einen Überblick über die zeitliche Entwicklung, sondern auch eine konkrete Information darüber, welche Behandlungsverfahren in einem Jahr für die Abfälle herangezogen wurden und in welchem Verhältnis die einzelnen Punkte zueinander stehen. Mit Hilfe des zuvor erwähnten Rasters ist auch eine Aussage über den genauen Prozentwert eines Punktes innerhalb des Dreiecks möglich.

Für die Auswertung auf Landesebene werden die gesamten Siedlungsabfälle betrachtet, wobei dies gemischte, biogene und sperrige Siedlungsabfälle, Verpackungsabfälle (Papier-, Glas-, Metall-, Leichtverpackung), Altstoffe, Elektro- und Elektronikaltgeräte, Batterien und Akkumulatoren, Problemstoffe und Straßenkehrriecht beinhaltet. Darüber hinaus werden spezifische Darstellungen zu den gemischten Siedlungsabfällen und den gesamten Verpackungsabfällen (Papier-, Glas-, Metall-, Leichtverpackung) analysiert, wobei es auch noch eine zusätzliche Einzel-Visualisierung der Leichtverpackungen gibt. Wie im Kapitel 7.3. zu sehen, liegt der Grund der gesamten

und individuellen Darstellungen darin, dass die Dynamiken in den Entwicklungen sehr unterschiedlich sind und sich dadurch teilweise Erfolge, aber auch Stagnationen feststellen lassen, wobei besonders dort noch Handlungsbedarf besteht.

Methodische Vorgehensweise für die mittelfristige Prognose mittels RIL-Tenärdiagramm am Beispiel der Betrachtung der Siedlungsabfälle

Werden die Daten für die Entwicklung aus unterschiedlichen Quellen entnommen (Details dazu in Kapitel 7.2.) und visualisiert, bedarf es bei der Prognose eine weitere Vorgehensweise, um diese anschließend darzustellen. Basierend auf den gleichen Daten, werden innerhalb der Recycling-, Verbrennungs- und Deponierungsquoten unterschiedliche Annahmen getroffen, um eine zukünftige Entwicklung zu prognostizieren. Zur Berechnung der mittelfristigen Prognose wurden, auch auf Basis der Datenquellen (siehe Tab. 8), Daten aus der alten Berechnungsmethode herangezogen. Der Grund liegt darin, dass bis zu diesem Zeitpunkt die neuen Recycling-Ziele und demnach auch die Methode (Details dazu in Kapitel 3.1.2.) noch nicht im nationalen Gesetz verankert sind. Da die Daten nach neuer Berechnung noch fehlen, ist es auch in dieser Arbeit auf Basis dessen nicht möglich die zukünftige Quotenentwicklung nach neuer Berechnungsmethode darzustellen.

Zunächst basieren die Annahmen für die Prognose auf das Wachstum und der Abnahme der Quoten seit 1993. Durch neue rechtliche Rahmenbedingungen auf europäischer, nationaler und Landesebene, sowie der Ausbau der abfallwirtschaftlichen, kommunalen Strukturen und neue technische Innovationen in der Sammlung, Sortierung und Verwertung, war eine deutliche Erhöhung der Recyclingquoten und Reduzierung der Deponierung möglich. Innerhalb dessen etablierte sich, als Ersatz zur Deponierung, die energetische Verwertung. (Details dazu in Kapitel 7.3.) Auf Basis dessen kann auch eine fortlaufende, leichte Erhöhung der Recyclingraten für die zukünftige Entwicklung angenommen werden. Für die Prognose der Recyclingquoten bis 2035 wurde somit als konstantes Wachstum die durchschnittliche Zunahme pro Jahr seit 1993 angenommen und für jedes Jahr bis 2035 aufgerechnet. Als zweites wurde eine Stagnation der Deponierungsrate auf 1% im gleichen Zeitraum angenommen. Obwohl die Deponierungsrate seit 1993 massiv gesunken ist, wird die Ablagerung von Abfällen stets ein wesentlicher Bestandteil einer nachhaltigen Abfallwirtschaft sein und dient auch zur Sicherstellung sauberer Kreisläufe. Nicht jeder Abfall aus Behandlungsanlagen ist für eine Rückführung in den Kreislauf geeignet, wobei es auch für diese Abfälle noch keine weiteren Aufbereitungsmöglichkeiten gibt. Daher müssen diese zu einem Bruchteil deponiert werden. (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und

Tourismus 2017, S. 167) Eine Verschlechterung der Rate ist nicht vorgesehen, aber eine komplette Auflösung des Beseitigungsverfahrens ebenso nicht, daher resultiert die Annahme einer Stagnation auf 1%. Zuletzt wurde die Verbrennungsrate aus der Differenz der gesamten 100% mit der Recycling- und Deponierungsrate errechnet. Dadurch, dass auf Basis der Recycling-Ziele der europäischen Union der Fokus auf die Steigerung der Recyclingquoten liegt und die Deponierung stagniert, muss folglich angenommen werden, dass die Quote für energetische Verwertung durch Verbrennung bis 2035 sinkt. Für die Prognose der Verpackungs- und gemischten Siedlungsabfällen wurde die gleiche Methode angewandt, jedoch unterscheiden sie sich in ihren Anteilen des Verwertungs- und Beseitigungsverfahrens, sowie in den Entwicklungen.

Kartographische Visualisierung

Auf Ebene der Abfallwirtschaftsverbände wird als zweite Methode die Visualisierung der Sammelquoten in einer thematischen Karte angewandt. Als Kartengrundlage dienen die Grenzen der Abfallwirtschaftsverbände (Abbildung 27), die als Gesamtes in einer Karte des Landes dargestellt sind.

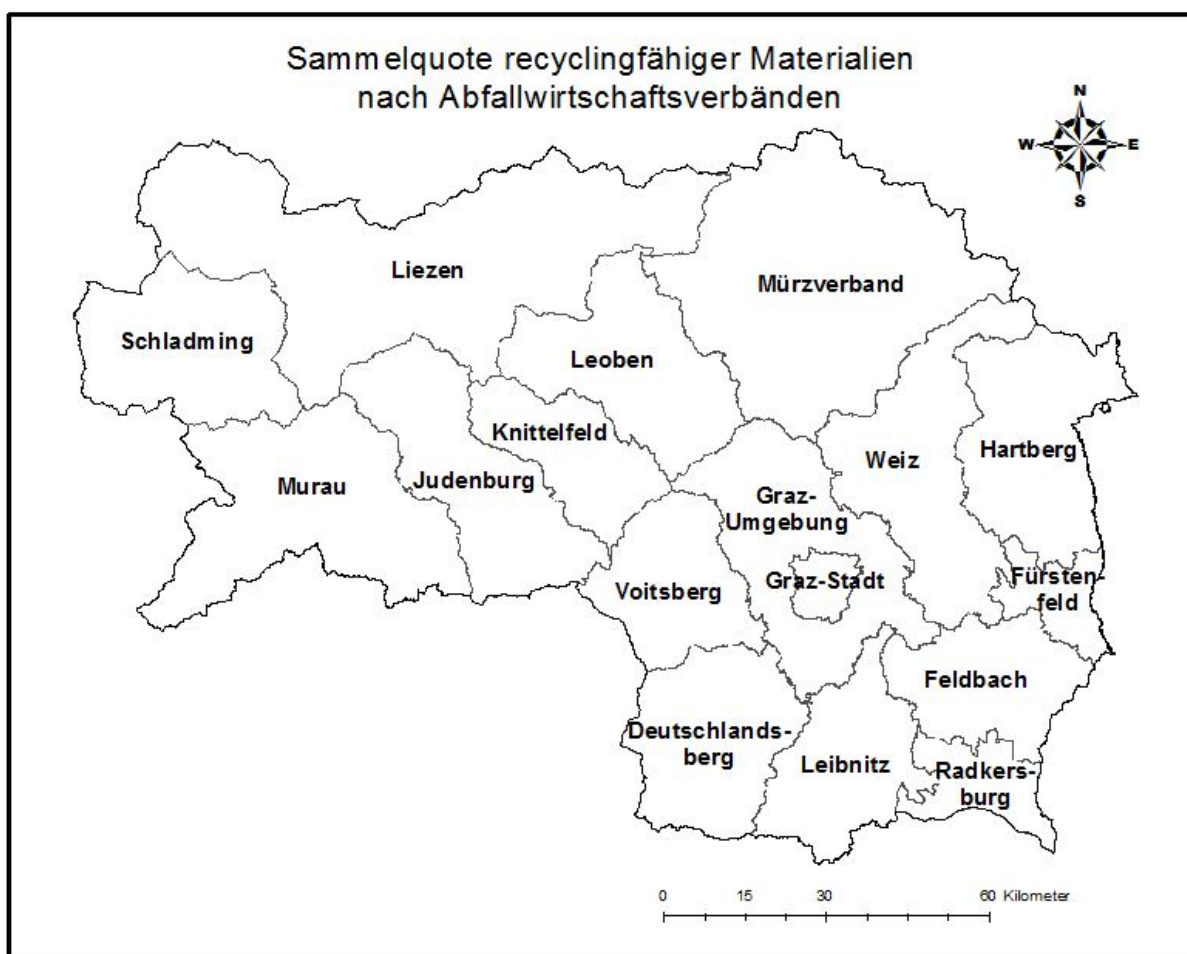







Abbildung 27: Beispielhafte Darstellung der thematischen Karte für die Sammelquotenentwicklung (Quelle: eigene Darstellung 2020)

Als Datengrundlage dient das Aufkommen von einer Auswahl an Siedlungsabfällen (Details dazu in Kapitel 7.2.), die mittels eines einfachen Schemas bewertet und anschließend visualisiert werden. Die darin behandelten Siedlungsabfälle wurden nach Recyclingfähigkeit ausgesucht. Der Grund für die Wahl liegt in der Fehlwurfquote von wertstofflich verwertbaren Materialien in eine nicht dafür vorgesehene Tonne. Wie im Kapitel 5.2. erwähnt, beeinflusst die sortenreine und getrennte Sammlung die Recyclingquote erheblich. Demnach können sich Fehlwürfe von 35% an Verpackungsmaterialien und Altstoffen innerhalb des Restmülls negativ auf die Recycling-Bilanz auswirken. Daher wurden auf Basis dessen die Sammelquoten für Altstoffe, Verpackungsmaterial und Restmüll ermittelt. Die Fraktion der Altstoffe setzt sich aus Textilien, Altmittel, Altholz, Kunststofffolien, Flachglas, Nichteisenmetalle, Verbundglas, Kabel, Altspeseöl und –fette, Kunststoffe (Hart), Styropor und sonstige Altstoffen zusammen. Innerhalb der Verpackungsabfälle sind Papier-, Glas-, Metall-, und Leichtverpackungen zu finden. Die Daten der Verpackungsabfälle und Altstoffe (recyclingfähige Materialien) wurden dabei summiert und mit dem Aufkommen der gemischten Siedlungsabfälle verglichen. Die daraus errechneten Quoten wurden mit folgendem Schema bewertet:

Tab. 7: Bewertungsschema der Sammelquotenentwicklung innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände (Quelle: eigene Darstellung 2020)

Sammelquote recyclingfähiger Materialien (%)	Bewertung
<50%	
51-55%	
56-59%	
60-64%	
>65%	

Das Schema richtet sich nach den recyclingfähigen Materialien. Je höher die Quote der gesammelten Altstoffe und Verpackungsmaterialien im Gegensatz zum Restmüll ist, desto höher ist die Bewertung. Liegt die Quote unter 50% ist der Verband orange und ist sie über 65%, ist er grün hinterlegt. Der Grund für diese Herangehensweise basiert auf die Datengrundlage und die begrenzten Möglichkeiten auf Abfallwirtschaftsverbandsebene. (Details dazu im Kapitel 7.2.) Dennoch kann bei der Auswertung ein Überblick über die Sammelquoten und demnach auch über die potentielle Recyclingfähigkeit innerhalb der Steiermark gegeben werden.

Methodische Vorgehensweise für die mittelfristige Prognose mittels kartographischer Darstellung

Für die mittelfristige Prognose der Sammelquoten mittels kartographischer Visualisierung für die Jahre 2025 und 2035 wurde, ähnlich wie für die Darstellung der zukünftigen Entwicklung mithilfe des RIL-Tenärdiagrammes, das durchschnittliche Wachstum der Erfassungsrate von Altstoffen (inklusive Verpackungsabfälle) und Restmüll pro Abfallwirtschaftsverband zwischen 1995 und 2017 errechnet und anschließend mit der Bewertung verglichen. Dies ergibt, in der Annahme, dass sich das leichte Wachstum ab 2017 fortsetzt, eine konstante Steigerung. Einflussfaktoren, wie eine Verbesserung der Trennung durch die Bürger, oder den Einsatz von innovativen Technologien, um eine höhere Trennquote zu erhalten, konnten nicht berücksichtigt werden, daher ist dies nur eine Abschätzung für die Entwicklung bis 2035.

7.2. Datengrundlage und -kritik

Als Datengrundlage für die Recyclingquotenentwicklung und für die Berechnung der Prognose wurden Berichte und Abfallwirtschaftspläne auf nationaler und steirischer Ebene, Eurostat, sowie Leistungsberichte von der Altstoff Recycling Austria herangezogen. In folgender Tabelle sind alle Datenquellen angeführt, die für die Visualisierung im Tenärdiagramm benutzt wurden, wobei zur besseren Darstellung in der Praxis die Datenquellen auch hier zu entnehmen sind.

Tab. 8: Datenübersicht für die Darstellung der Recyclingquotenentwicklung und –prognose in der Steiermark (Quelle: eigene Darstellung 2020)

Herausgeber	Bericht	Seite
Bundesministerium für Umwelt (1995)	Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995	27
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2001)	Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2001	21/22
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2006)	Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2006	35/36/39
Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2011)	Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2011	40/41/45/49
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2015)	Statusbericht 2015	16
Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2017)	Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2017	47/50/51/55
Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2018c)	Statusbericht 2018	17

Altstoff Recycling Austria (2005)	Leistungsreport 2005	15/24
Altstoff Recycling Austria (2006)	Leistungsreport 2006	15/24
Altstoff Recycling Austria (2007)	Leistungsreport 2007	15/23
Altstoff Recycling Austria (2008)	Leistungsreport 2008	26/29
Altstoff Recycling Austria (2009)	Leistungsreport 2009	24/27
Altstoff Recycling Austria (2010)	Leistungsreport 2010	30/36
Altstoff Recycling Austria (2011)	Leistungsreport 2011	31/36
Altstoff Recycling Austria (2012)	Leistungsreport 2012	33/41
Altstoff Recycling Austria (2013)	Leistungsreport 2013	33/41
Altstoff Recycling Austria (2014)	Leistungsreport 2014	33/41
Altstoff Recycling Austria (2016)	Leistungsreport 2016	35/39-42
Altstoff Recycling Austria (2017)	Leistungsreport 2017	33/37-40
Altstoff Recycling Austria (2018)	Leistungsreport 2018	32/33/44/45
Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2005)	Landes-Abfallwirtschaftsplan 2005	
Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2010)	Landes-Abfallwirtschaftsplan 2010	62/87
Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2019a)	Landes-Abfallwirtschaftsplan 2019	49/55/63/65
Eurostat (2019)	European Statistics	

Innerhalb dieser Quellen (Tab. 8) gibt es Datentabellen, die das Verwertungs- und Beseitigungsverfahren von Abfällen angeben. Dabei gelten innerhalb der Berechnungen der Daten Abfälle als recycelt, wenn sie einem dementsprechenden Verfahren zugeführt wurden. Dies gilt für Altstoffe, biogene Abfälle und aus anderen Fraktionen aussortierten Altstoffen. Großteils thermisch behandelt wurden die Fraktionen Rest- und Sperrmüll, die entweder direkt oder nach der Aufbereitung in die dafür entsprechende Anlage gebracht wurden. Ebenso nicht recyclingfähige Altstoffe, Bestandteile von Elektroaltgeräten, biogene Abfälle und heizwertreiche Fraktionen aus biologischer Behandlung sind Teil davon.

Für die Darstellung wurde für die Entwicklung und Prognose jeglicher Bezug aus diesen Tabellen genommen, wobei die neue Berechnung innerhalb der europäischen Recycling-Ziele (Kapitel 3.1.2.) aus fehlenden Datenzugängen nicht berücksichtigt wurde. Für die Visualisierung auf Abfallwirtschaftsverbandsebene und als Grundlage für die Berechnung der Sammelquoten, wur-

den vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung zur Verfügung gestellte Datentabellen verwendet. Diese Tabellen beinhalten alle Fraktionen und das gesamte Aufkommen von 1995 bis 2017. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019b; 2019c)

Datenkritik

Die Möglichkeiten der Datenakquisition zur Darstellung auf Landes- und Abfallwirtschaftsverbandsebene waren sehr begrenzt. Zu Beginn der Arbeit wurde eine Einholung der Daten bei den Verwertungsbetreibern in der Steiermark angestrebt. Demnach war es Ziel Verwertungsdaten der Abfallwirtschaftsverbände durch private Betriebe und Verbände zu erlangen. Jedoch gibt es auf Abfallwirtschaftsverbandsebene keine Daten zu Recyclings- oder Verbrennungsquoten, da Material aus unterschiedlichen Verbänden zu den Sortier- und Verwertungsanlagen gebracht und demnach, während dem Prozess, nicht danach unterschieden wird. Außerdem gaben einige der Behandlungsanlagen bekannt, dass aufbereitete Abfälle zu weiteren, vielen unterschiedlichen Aufbereitungs- und Verwertungsanlagen weitergegeben werden, sodass es kaum möglich sei auf diesem Weg Daten zu erlangen. Ein weiteres Hindernis war auch der Datenschutz der Betriebe, die aus Gründen des Mitbewerbs keine Daten freigeben konnten.

Ebenso gibt es keine Verwertungsdaten für Verpackungsabfälle auf Landesebene. Nach einem Gespräch mit der Altstoff Recycling Austria (2020), gibt es genaue Recyclingdaten für Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackungen nur auf Bundesebene. Demnach ist auch hier in der Arbeit die Darstellung in den Tenärdiagrammen, die Verpackungsabfälle enthalten, auf Bundesebene ausgelegt.

Da es auf Verbandsebene keine Verwertungsdaten gab, wurde die Darstellung einer Sammelquote herangezogen, da diese die Recyclingquoten erheblich beeinflussen. Das Aufkommen der Siedlungsabfälle innerhalb der Steiermark wurde vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung in zwei Datentabellen zur Verfügung gestellt. Da durch die Benutzung von unterschiedlichen Quellen die Datenlage nicht immer ideal und einheitlich ist, kann die Darstellung auf Landesebene mit anderen Berechnungen und Methoden abweichen oder variieren.

7.3. Recyclingquotenentwicklung in der Steiermark

Siedlungsabfälle

Gesetzliche Rahmenbedingungen auf europäischer, nationaler und Landesebene, der Ausbau der Sammelinfrastruktur auf kommunaler Ebene und die laufende Entwicklung von innovativen Sortier- und Verwertungsverfahren führten die Steiermark weg von Ablagerungen auf Deponien zu laufender Verbesserung der Recyclingraten. In Abbildung 28 ist deutlich zu sehen, dass die Deponieverordnung 1996 (2004), die das deponieren von unbehandelten Abfällen untersagte, eine massive Auswirkung auf das Bundesland hatte. Vor 2004 wurde ein Großteil auf Deponien abgelagert, jedoch setzte das Bundesland bereits vor der Verordnung auf die mechanisch-biologische Aufbereitung von Siedlungsabfällen, um diese nicht unbehandelt abzulagern.

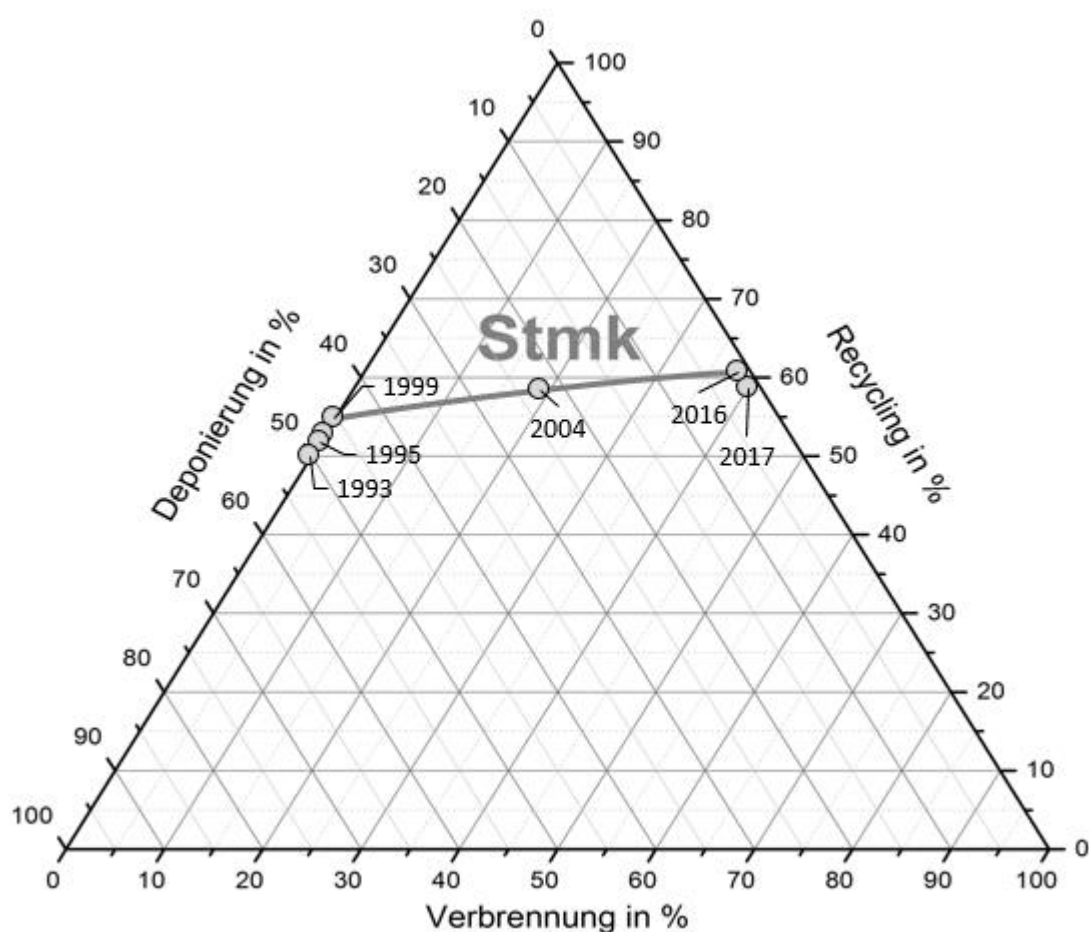


Abbildung 28: Recyclingquotenentwicklung der Siedlungsabfälle in der Steiermark von 1993 bis 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: s. Kapitel 7.2.)

Schon 1993 wurden zu 50% Altstoffe, wie Papier, Glas, Metall, Kunststoffe und Textilien, sowie biogene Abfälle einem Verwertungsverfahren zugeführt. (Bundesministerium für Umwelt 1995, S. 27) Zu diesem Zeitpunkt wurden keine Abfälle thermisch verwertet, sondern sind direkt oder nach Aufbereitung auf der Deponie abgelagert worden. Bei gleichbleibender, fehlender thermischer Verwertung stieg die Recyclingquote um 5% bis 1999, wobei 45% dennoch auf Deponien

abgelagert wurden. Besondere Wirkung hatte zwischen 1993 und 1999 unter anderem die verordnete getrennte Sammlung von biogenen Abfällen (1992) und auch die Verpackungsverordnung (1994). Darin wurden nicht nur erstmals die Verpflichtungen eines Inverkehrsetzers von Verpackungen durch Rücknahme-, Sammel- und Verwertungssysteme definiert, sondern auch Zielvorgaben für die Erreichung von Recyclingquoten gesetzt, wobei nach Veröffentlichung innerhalb von 5 Jahren alle Verpackungsmaterialien zu 65% verwertet werden mussten. Darüber hinaus sollten zwischen 25% und 45% einem Recyclingverfahren zugeführt werden. Bis 2004 wurde eine Recyclingquote von 59% bereits erreicht, wobei über 22% deponiert und 19% thermisch verwertet wurden. Laufend wurden neue Maßnahmen zur Erreichung eines effektiveren Sammel- und Verwertungssystems gesetzt. Darunter zählen zum Beispiel auch eine weitere Aufgabenverteilung von öffentlichen und privaten Akteuren in der Entsorgungswirtschaft und bessere Behandlungs-, Recyclings- und Beseitigungstechnologien. (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2011, 123f) Bis 2016 konnte eine Recyclingrate von 61% erreicht werden, wobei die Steiermark damit über dem gegenwärtigen Schnitt von Österreich mit 59% lag. Der Rest wurde zu über 38% thermisch behandelt und zu unter 1 % deponiert. Bis 2017 ist die Recyclingquote bei 59% vorzufinden und liegt auf dem Niveau des Staates.

Bei Betrachtung der Quoten auf europäischer, nationaler und Landesebene (Abbildung 29) lässt sich ein deutlicher Unterschied zur Europäischen Union erkennen. Während Österreich und Steiermark mit 59% im Jahr 2017 die Recycling-Ziele für 2025 von 55% bereits erreicht haben, ist der Durchschnitt aller Mitgliedstaaten mit 47% weit unter diesem Niveau. Die Deponierungsrate auf Ebene der EU ist zwischen 1995 und 2017 von 67% auf 23% gesunken, jedoch wird diese durch Mitgliedstaaten wie Rumänien und Griechenland, die über 80% auf Deponien ablagern, weiter erhöht. Im Vergleich dazu weisen Österreich und Steiermark eine Deponierungsquote von 2% bzw. 1% auf. Thermisch verwertet werden innerhalb der Mitgliedstaaten durchschnittlich 29%, wobei in der Steiermark 40% auf diese Weise behandelt werden. Darunter zählen vor allem energetische Verwertungen durch Verbrennung von Abfällen und durch Herstellung von Ersatzbrennstoffen. Auf Ebene der Europäischen Union stellt, trotz gut ersichtlicher Entwicklung, die Ausweitung der abfallwirtschaftlichen Strukturen eine Herausforderung dar. Demnach gibt es Lücken bei einer effektiven getrennten Sammlung, erweiterte Verantwortlichkeiten für Hersteller von Produkten, sowie teils fehlende ökonomische Strukturen durch Gebührenerhebungen. (EU-Recycling 2018, S. 5)

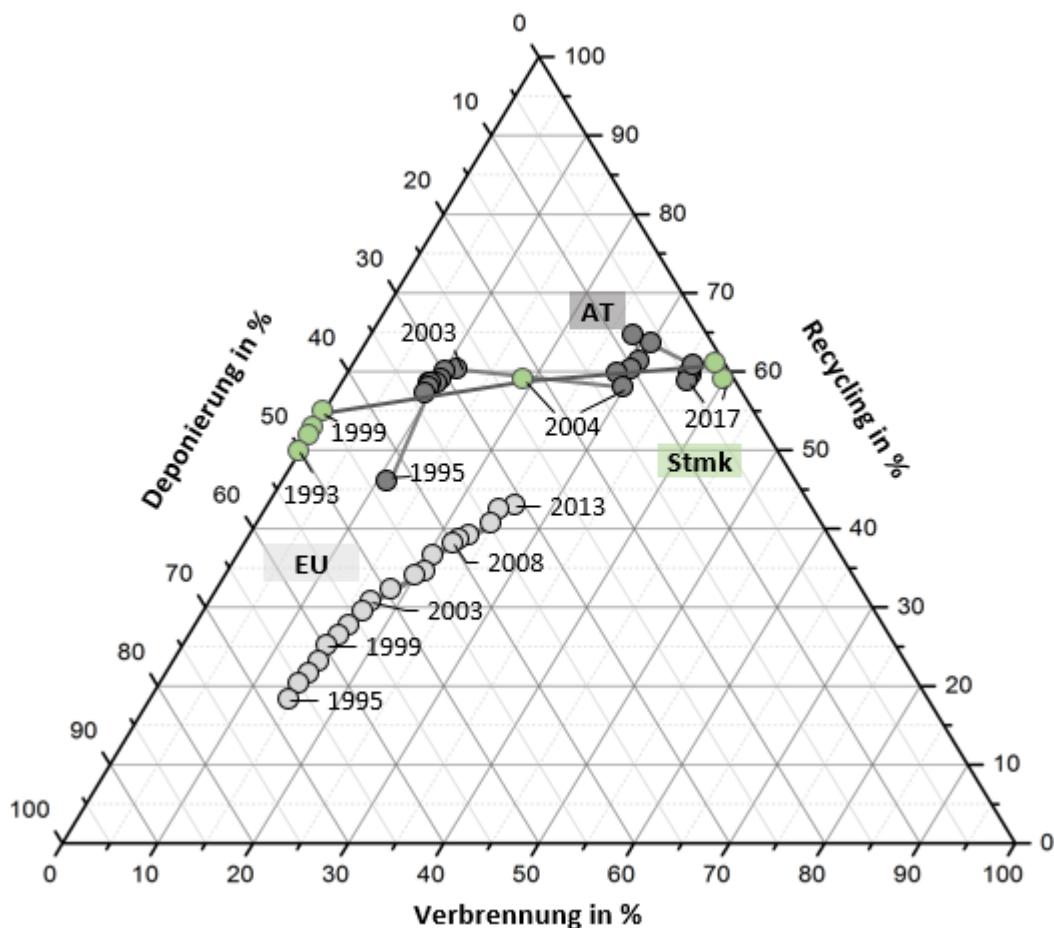


Abbildung 29: Recyclingquotenentwicklung der Siedlungsabfälle im Vergleich EU, Österreich und Steiermark von 1993 bis 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: s. Kapitel 7.2.)

Auf Bundes- und Landesebene sind diese Strukturen grundlegend vorhanden und führen durch dessen Umsetzung seit 1995 zu einer nachhaltigen und effizienten Entsorgungs- und Verwertungswirtschaft. Dennoch gilt es auch hier Maßnahmen und innovative Lösungen zur effektiveren Sammlung und Verwertung zu finden. Um eine höhere Sammelquote zu erreichen, die in den Abfallwirtschaftsverbänden noch teils verbessert werden muss (Details dazu im Kapitel 7.4.), sind haushaltsnahe und zukunftsorientierte Lösungen wie, in Kapitel 4.3. beschrieben, Wertstoffscanner in den Sammelfahrzeugen, oder intelligente Mülltonnen, die eine bessere Trennmoral der Bürger hervorrufen soll, notwendig. Durch den Einsatz von intelligenten Mülltonnen konnten bereits durch Probeläufe in zwei steirischen Gemeinden positive Ergebnisse erzielt werden. Demnach wurden Restmüllbehälter mit Sensoren ausgestattet, um die Anteile des Restmülls zu bestimmen. Nach bereits einem Monat konnte der tatsächliche Restmüllinhalt um 9 % erhöht und Altstoffanteile um weitere 9% reduziert werden. (Mittermayr et al. 2019, S. 21f) Durch die Informationsweitergabe über Kommunikationsmittel, Sensibilisierungsmaßnahmen und Bewusstseinsbildung war es möglich die Sammelquote zu erhöhen, wobei solch Innovationen die Sammel- und Recyclingquote auf Landesebene wesentlich beeinflussen könnte.

Verpackungsabfälle (Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackung)

Werden die Recyclingquoten von Verpackungsabfällen (Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackungen) gesondert betrachtet, so kann man erkennen, dass die Entwicklung zwischen 2005 und 2017 relativ konstant ist. Bereits 2005 wurden 76% einer stofflichen Verwertung zugeführt. Besonders Papier- und Glasverpackungen werden nahezu zu 100% recycelt. Metallverpackungen werden je nach Beschaffenheit und Verschmutzungsgrad zu 80% stofflich verwertet. Im Gegenzug dazu wurden Leichtverpackungen lediglich nur zu 33,4 % einem Recyclingverfahren zugeführt und zu 66,6% energetisch verwertet.

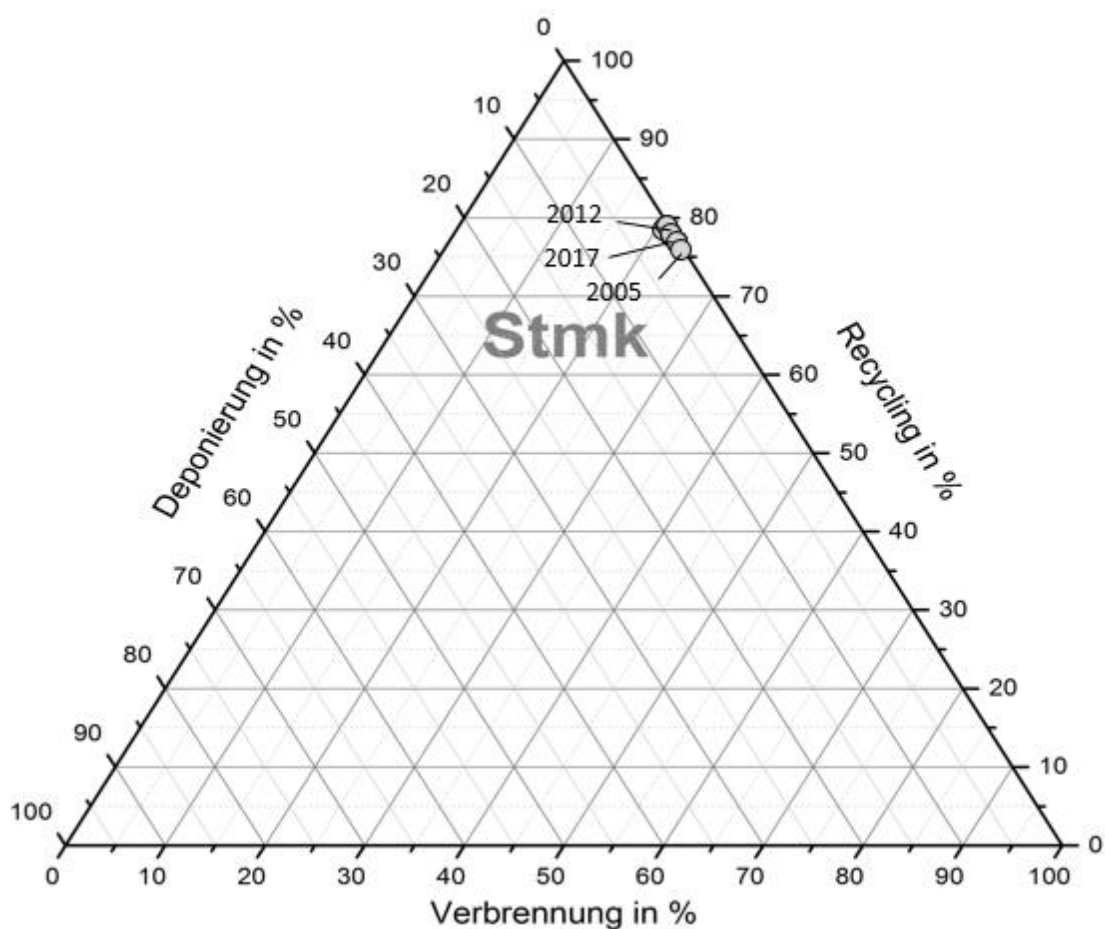


Abbildung 30: Recyclingquotenentwicklung der Verpackungsabfälle in der Steiermark von 2005 bis 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: s. Kapitel 7.2.)

Die Quote für die gesamten Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackungen, die in Abbildung 30 dargestellt sind, erhöhte sich bis 2012 auf 79%, wobei die teils vorhandene thermische Behandlung von 24% im Jahr 2005 bis 2012 auf 21% gesunken ist. Bis 2017 sank die Recyclingquote leicht um 1%, blieb aber im Laufe der Jahre relativ konstant. Deponierungsraten sind bei Verpackungsabfällen nicht aufzufinden. Alles was nicht stofflich verwertet werden kann, wird einem thermischen Verfahren unterzogen, wobei dies besonders für Leichtverpackungen gilt. Wie im Kapitel 3.2. erwähnt, wurden in Österreich mit der Verpackungsverordnung (2014) nationale Recyclingquoten festgelegt. Demnach sollten pro Kalenderjahr Papier zu 60%, Glas zu

60%, Metalle zu 50% und Kunststoffe zu 22,5% recycelt werden. Betrachtet man das RIL-Tenär-diagramm wurden die Quoten bereits 2005 erreicht. Glas- und Papierverpackungen wurden zu 100% recycelt und Metallverpackungen zu 76%. Kunststoffe lagen bei einer Quote von 36,7%.

Leichtverpackungen

Leichtverpackungen sind, durch ihre komplexe Materialzusammensetzung, schwieriger einem Recyclingverfahren zuzuführen, da die Produkte teilweise aus zu unterschiedlichen und zu vielen Mischkunststoffen hergestellt werden. Somit sind sie wegen ihrer Heterogenität, während des Prozesses, kaum zu separieren, wobei die ökonomischen und ökologischen Kosten höher sind, je komplexer der Stoff ist. Auch Verschmutzungsgrade der Kunststoffe durch, zum Beispiel, falsche Entsorgung in die Restmülltonne beeinflussen die Möglichkeit zum Recycling. (EU-Recycling 2019, S. 34) Daher werden diese Kunststoffe zu über 66% einer thermischen Behandlung zugeführt.

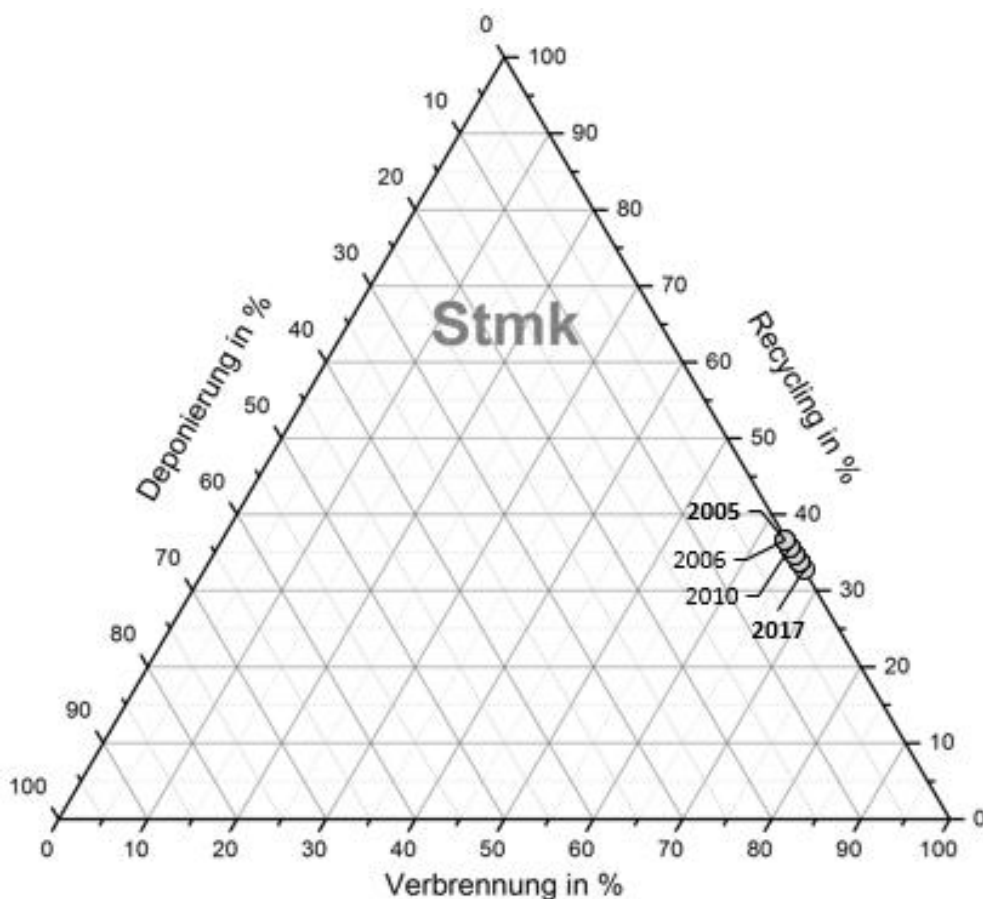


Abbildung 31: Recyclingquotenentwicklung der Leichtverpackungen in der Steiermark von 2005 bis 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: s. Kapitel 7.2.)

Betrachtet man nur die Entwicklung der Leichtverpackungen in Abbildung 31, so kann man auch hier eine fast stagnierende Dynamik erkennen. Wurden 2005 noch 36,7% recycelt und 63,3% thermisch verwertet, so liegen die Quoten im Jahr 2017 nur mehr bei 33,4% bzw. 66,6%. Wie

bereits schon in Kapitel 6.3. erwähnt, liegt der Hauptfaktor bei den haushaltsnahen Sammelsystemen, die besonders durch Fehlwürfe beeinflusst werden und das Material in seiner Qualität nicht für ein Recyclingverfahren ausreicht. Ebenso sollten die Produkte bei der Herstellung einfacher gestaltet werden, damit eine bessere Sortierung und Recycling möglich sind. An dieser Stelle spielt die Digitalisierung und Datenkommunikation innerhalb von Recycling 4.0 eine wesentliche Rolle. Dabei werden Material-, Produkt- und Prozessdaten ausgetauscht, um die Leistungssysteme, beginnend von der Herstellung von Produkten bis zu Recycling- und Verwertungskreisläufen, besser zu gestalten. (Goldmann 2019, S. 11f) Weitere Maßnahmen wären innerhalb des Kreislaufwirtschaftspakets Produkte aus Kunststoff so herzustellen, dass diese auch leichter zu trennen und einem Recycling zuzuführen sind. In der Sortierungstechnik werden bereits, unter anderem, Maßnahmen zur Detektions- und Separationsverfahren, Techniken zur Bild- und Formerkennung und der Einsatz von künstlicher Intelligenz angewandt, um effizienter recyclingfähiges Material zu bekommen. (ARA 2019, S. 62) Ein weiterer Aspekt, der im Kapitel 5.4.3. erwähnt wurde, ist die rohstoffliche Verwertung, die in der Steiermark noch nicht praktiziert wird. Projekte, wie das ReOil Projekt der OMW, ermöglichen eine weitere Erhöhung der Recyclingquoten. Als zusätzliche Maßnahme wäre die Ausweitung des Pfandsystems in Österreich auf Getränkeflaschen aus Kunststoff zu nennen, um durch diese Sammlung sortenreines Material zu erlangen.

Gemischte Siedlungsabfälle (Restmüll)

Gemischte Siedlungsabfälle konnten bis Ende 2003 auf Massenabfalldeponien abgelagert werden. Seit Anfang 2004, nach der Änderung der bereits bestehenden Deponieverordnung (1996) im Jahr 2004, ist eine Ablagerung nur möglich, wenn der Abfall vorsortiert und in mechanisch-biologischen Anlagen vorbehandelt wird. Es müssen Abfälle, die hohe Heizwerte haben, vorher entfernt und Schadstoff-Grenzwerte eingehalten werden. (Deponieverordnung 2004) Obwohl schon davor einige Vorkehrungen zur mechanisch-biologischen Behandlung von gemischten Siedlungsabfällen getroffen wurden, ist das Wirksamwerden der Deponieverordnung in der Recyclingquotenentwicklung der Steiermark deutlich zu sehen. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2005, S.3f) Die Behandlungsquoten von gemischten Siedlungsabfällen entwickelten sich zwischen 2003 und 2016 von einer fast reinen Ablagerung auf Deponien zu nahezu 100 % thermische Verwertung. (Abbildung 32)

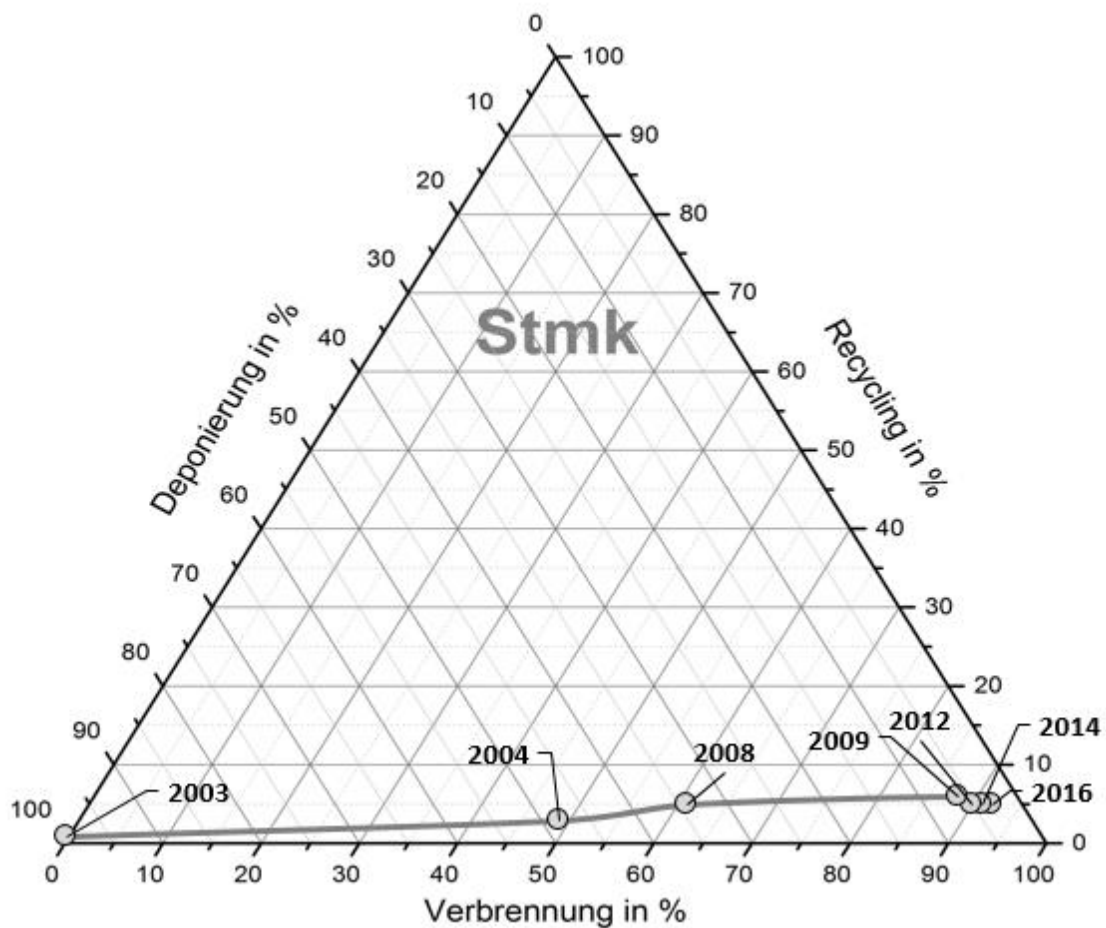


Abbildung 32: Recyclingquotenentwicklung der gemischten Siedlungsabfälle in der Steiermark von 2003 bis 2016 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: s. Kapitel 7.2.)

Mit Vorbehandlung in der mechanisch-biologischen Anlage, wurden gemischte Siedlungsabfälle zu 99% deponiert und zu 1% stofflich verwertet. 2003 gab es keine thermische Behandlung der Abfälle. Vom gesamten Input wurden 25% zuvor mechanisch-biologisch behandelt, der Rest wurde direkt zur Deponie transportiert. Ab 2004 wurden die Abfälle zu 66% einer Splittinganlage und 34% einer mechanisch-biologischen Anlage zugeführt. Dabei wurden aus der rein mechanischen Aufbereitung 3% stofflich und 43% thermisch verwertet, wobei aus letzterer Behandlung wiederum ca. 9% auf die Deponie gelangten. Weitere 53% gelangten in die mechanisch-biologische Anlage, wobei daraus 3% stofflich, 38% thermisch verwertet und 44% deponiert wurden. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2005) Nur ein Jahr später gab es einen massiven Umschwung durch die Deponieverordnung 1996 (2004). Demnach wurden nur mehr 48% deponiert und 49% thermisch behandelt. Die restlichen 3% wurden einem Recyclingverfahren zugeordnet. Bis 2008 ist eine leichte Steigerung des Recyclings und der thermischen Behandlung auf 5% bzw. auf 61% zu sehen, wobei der Anteil der Deponierung bei 34% liegt. Um 2009 ist nochmals eine hohe positive Dynamik zur thermischen Behandlung zu sehen. Mit der Deponieverordnung (2008) durften keine Rückstände mehr aus thermischen Prozessen auf Massenabfalldeponien abgelagert werden. Dies bewirkte abermals eine Veränderung, da es ab

2009 nahezu keine Mengen mehr auf Deponien gibt. Lediglich 6% wurden nach Behandlung dorthin gebracht. Weiters erhöhte sich auch die Recyclingquote um 1%, jedoch bleibt diese bis 2016 auf 5% und stagniert somit. Die thermische Behandlung von gemischten Siedlungsabfällen entwickelte sich von 88% im Jahr 2009 zu 92% bis 2016.

Betrachtet man die Entwicklung der Verbrennungs- und Deponierungsquoten zwischen 2003 und 2016 extra, lässt sich eine Schere ab 2004 erkennen. Innerhalb von 13 Jahren reduzierte sich die Deponierungsrate von 99% auf nur mehr 3%, während sich die Rate zur thermischen Verwertung von 0% auf 92% erhöhte.

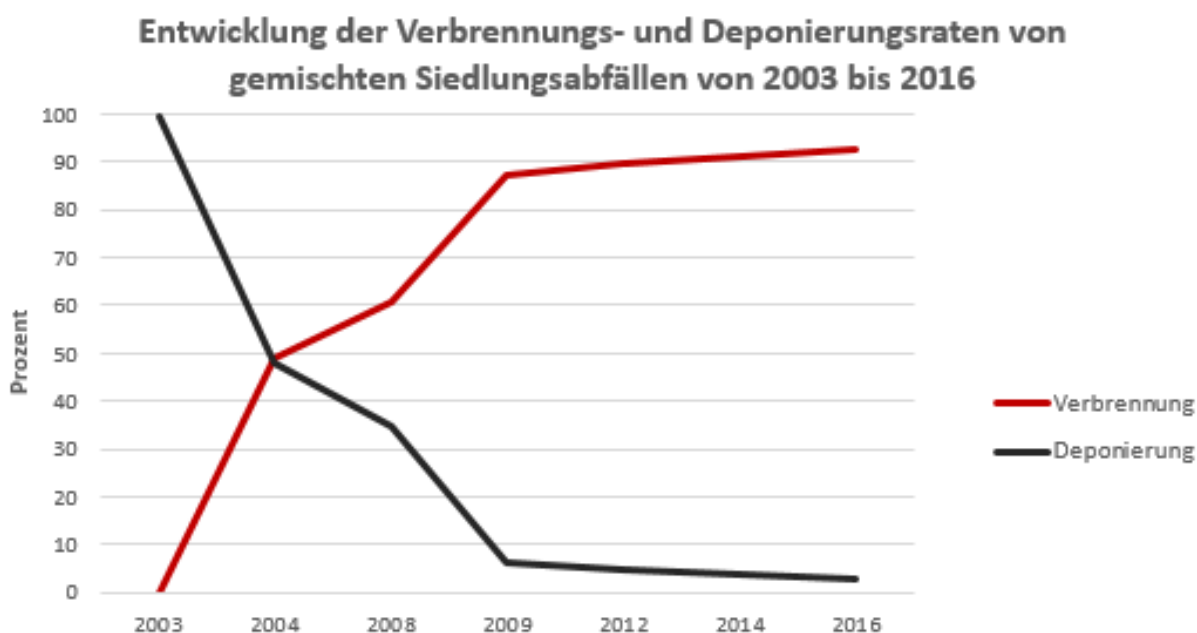


Abbildung 33: Entwicklung der Verbrennungs- und Deponierungsraten von gemischten Siedlungsabfällen von 2003 bis 2016 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: s. Kapitel 7.2.)

Diese deutliche Entwicklung spricht besonders für den Erfolg innerhalb der Steiermark und für die Deponierungsverordnung 1996 (2004). Mengen dürfen zwar nach Behandlung und Aufbereitung noch abgelagert werden, dennoch wurde die Deponierung fast zu 100% reduziert. Neben den besonderen Eckpunkten innerhalb der Deponieverordnungen 2004 und 2008, die auch in Abbildung 33 deutlich zu sehen sind, gab es in den letzten Jahren eine starke Verschiebung von der aeroben Aufbereitung von Restmüll in mechanisch-biologischen Anlagen, zur biologischen Trocknung des Abfalls. Dieser wird anschließend verbrannt, da eine thermische Verwertung effizienter und kostengünstiger ist, als Deponierung. Obwohl sich in den vergangenen Jahren die Deponiekapazitäten stark reduziert haben, gibt es, mit Stand Ende 2017, noch rund eine Million Kubikmeter freies Deponievolumen. Bleiben die Ablagerungsquoten gleich, reicht diese

Kapazität für bis zu weitere fünf Jahrzehnte. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019a, S. 57f)

Hintergründe und Maßnahmen zur Verringerung der Deponierung

Die Richtlinien 1999/31/EG über Abfalldeponien gab Maßnahmen und Strategien zur Verringerung der Deponierung von bestimmten biologisch abbaubaren Abfällen vor. Im Vordergrund sollen Maßnahmen getroffen werden, die Recycling, Kompostierung, Biogaserzeugung und die energetische Verwertung bevorzugen. Dafür wurde 1995 eine Verordnung in Österreich über das getrennte Erfassen von Bioabfällen geregelt, wobei 2001 eine Kompostverordnung folgte, um die Qualität des Komposts aus Abfällen zu steigern. Eine weitere wichtige Maßnahme war auch die Verpackungsverordnung 1994, die die getrennte Sammlung und Verwertung von Verpackungsabfällen vorgab, wobei dafür auch Sammel- und Verwertungssysteme eingerichtet wurden. Durch die im Jahr 2004 neu gefasste, zuvor erwähnte, Deponieverordnung von 1996 durften nur mehr Abfälle abgelagert werden, die mechanisch- biologisch vorbehandelt wurden und einen gewissen Brennwert unterschreiten. Bis 2006 mussten deponierte Mengen aus biologisch abbaubaren Siedlungsabfällen zu 75%, bis 2009 zu 50% und bis 2016 zu 35% reduziert werden, wobei der Bezug auf die erzeugte Menge von 1995 lag. (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2017, S. 224f) Betrachtet man die Abbildung 32, so wurden in der Steiermark im Jahr 2004 bereits nur mehr 48%, bis 2008 34% und bis 2016 nur 3% deponiert. Auf Basis dieser Hintergründe und gesetzlichen Maßnahmen konnten auf nationaler und Landesebene große Erfolge hinsichtlich der Reduktion von Abfallablagerungen auf Deponien verzeichnet werden.

7.4. Entwicklung der Sammelquoten auf Abfallwirtschaftsverbandsebene

Wie im Kapitel 7.1. beschrieben, werden auf Abfallwirtschaftsverbandsebene nicht die Recycling-, sondern die Sammelquoten berechnet und visualisiert, um zu sehen, welcher Abfallwirtschaftsverband durch Sammlung sortenreiner und verwertbarer Materialien eine besonders gute Basis für die Recyclingquotenentwicklung in der Steiermark gibt. Nochmals kurz beschrieben, werden dazu die Sammelmengen von Altstoffen und Verpackungsabfällen (Papier-, Metall-, Glas- und Leichtverpackungen) mit den gemischten Siedlungsabfällen eines jeden Verbandes verglichen. Je höher die Quote der gesammelten Altstoffe und Verpackungsabfälle gegenüber dem Restmüll ist, desto besseres Recyclingpotential weist der Abfallwirtschaftsverband auf, wobei in der Karte nach der Quote der Altstoffe und Verpackungsabfälle bewertet wird.

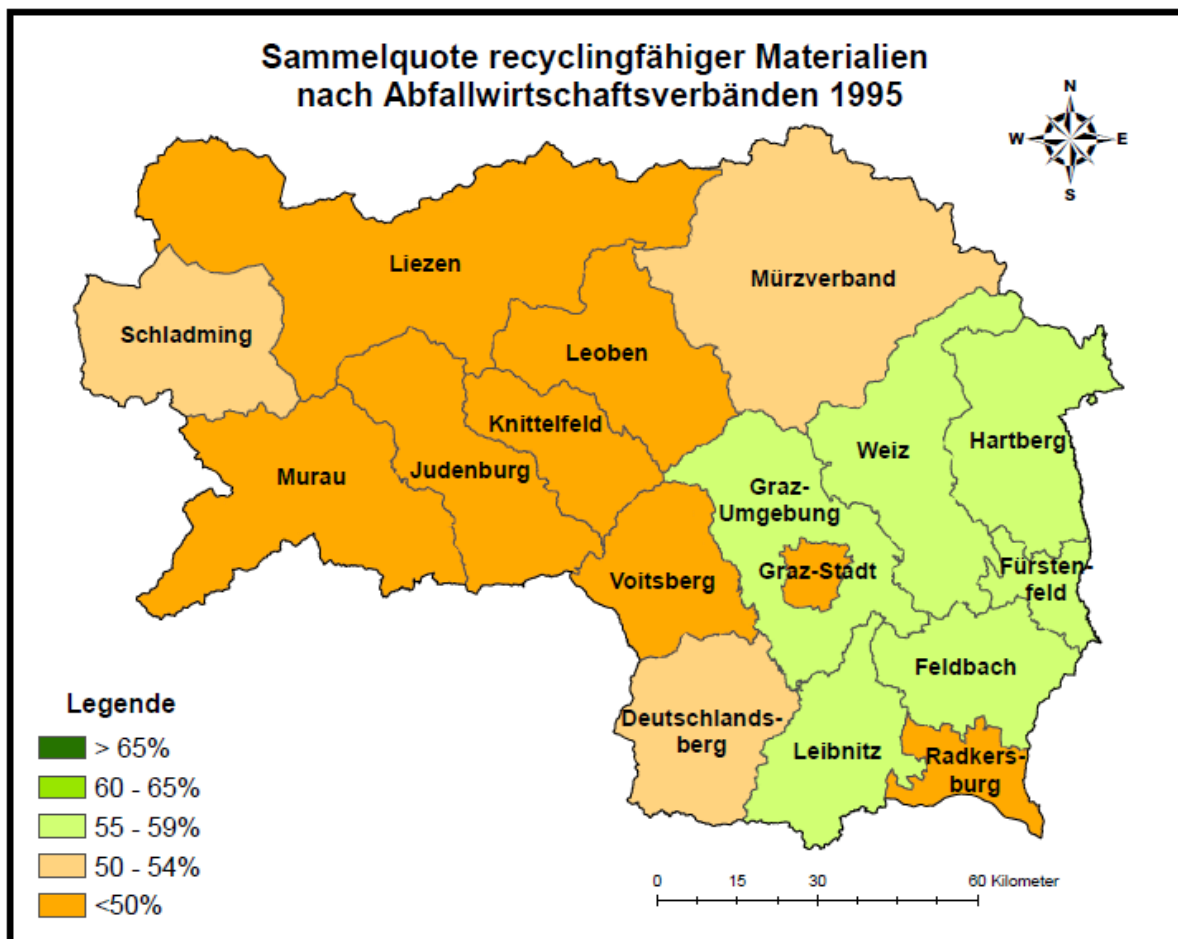


Abbildung 34: Sammelquotenentwicklung auf Abfallwirtschaftsverbandsebene 1995 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019b)

Die durchschnittliche Sammelquote in der Steiermark lag im Jahr 1995 bei 50%. Acht der 17 Abfallwirtschaftsverbände verzeichneten eine Quote von unter 50%, wobei Voitsberg und Knittelfeld bei unter 40% waren. Der Stand der Erfassungsrate von getrennt gesammelten Altstoffen und Verpackungsmaterialien in Leoben, Liezen, Murau, Judenburg, Graz und Radkersburg war zu diesem Zeitpunkt zwischen 45% und 49%. Die Verbände Schladming, Mürzverband und Deutschlandsberg hatten mit 52% bis 54% bereits höhere Sammelquoten von recyclingfähigem Material. Die restlichen Verbände Weiz, Hartberg, Fürstenfeld, Feldbach, Leibnitz und Graz-Umgebung hatten 1995 Quoten zwischen 55% und 59%, wobei keiner der 17 Verbände über 59% aufweisen konnte. Erst durch die entstehenden Sammelinfrastrukturen und den dafür eingeführten Systemen zur Rücknahme, Sammlung und Verwertung mit der Verpackungsverordnung 1994 (Richtlinie 94/62/EG), wurde langsam, aber stetig der Beginn einer getrennten Erfassung etabliert. Die Richtlinie richtete sich, wie im Kapitel 3.1.2. beschrieben, erstmals besonders, neben Abfallvermeidung, nach der stofflichen Verwertung von Verpackungsabfällen, wobei nach fünf Jahren der Veröffentlichung der Richtlinie zwischen 50% und 65% aller Verpackungsabfälle

verwertet und davon bis zu 45% recycelt werden mussten. Durch diese Vorgaben stiegen zwischen 1995 und 2003 die Sammelquoten in den einzelnen Abfallwirtschaftsverbänden teilweise stark an.

Die durchschnittliche Sammelquote von Altstoffen und Verpackungsabfällen auf Landesebene lag 2003 bei 56% und von gemischten Siedlungsabfällen bei 44%. Innerhalb von acht Jahren konnte eine durchschnittliche Erhöhung um 8% erreicht werden.

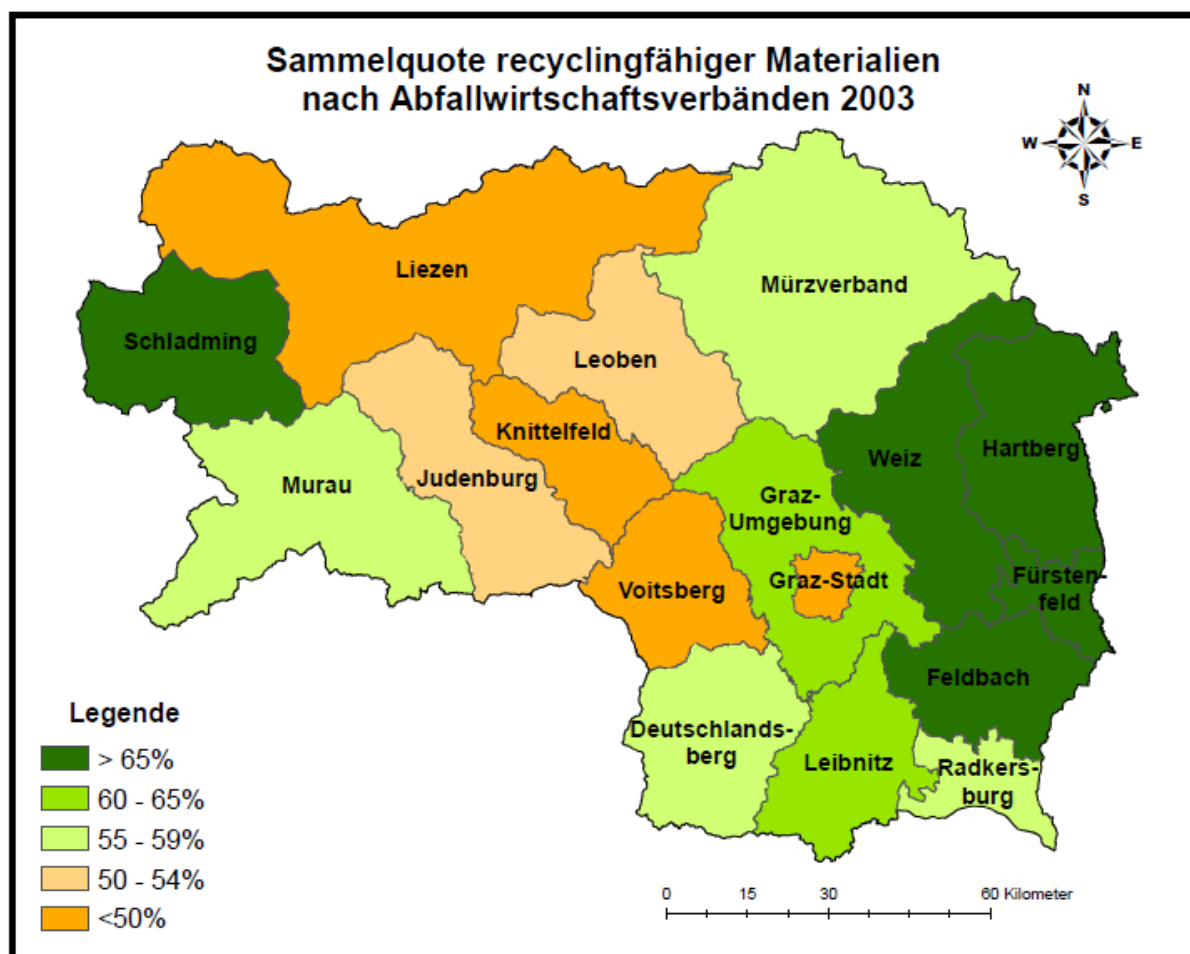


Abbildung 35: Sammelquotenentwicklung auf Abfallwirtschaftsverbandsebene 2003 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Liezen, Graz, Knittelfeld und Voitsberg weisen trotzdem eine sehr niedrige Rate im Jahr 2003 auf. Knittelfeld und Graz liegen bei 49% bzw. bei 48%, während Voitsberg eine Quote von 46% und Liezen nur 41% aufweist. Teilweise sind dies, besonders in Liezen und Graz den städtischen und touristischen Einflussfaktoren geschuldet. Wie im Kapitel 5.1. bereits beschrieben, fallen in Gebieten mit hoher Einwohner- und Tourismusedichte weniger Altstoffe an, wobei ein höheres Restmüllaufkommen zu sehen ist. Dies beweist auch das Pro-Kopf-Aufkommen von gemischten Siedlungsabfällen, das 2017 in Liezen bei 171 Kilogramm pro Einwohner und in Graz bei 176 Kilogramm lag. Auch Knittelfeld und Voitsberg haben ein hohes Aufkommen von 154 Kilogramm

bzw. 129 Kilogramm pro Einwohner. In Knittelfeld gab es ebenso eine Umstellung der Altpapiersammlung von einem Bring- zu einem Holsystem im Jahr 2008. Das Bringen von Karton und Papier in ein Altstoffsammelzentrum führt zwar zu einer sortenreinen Sammlung, ist aber für den Bürger umständlich und kann die Trennmoral senken. Durch die bequeme Entsorgung vor der Haustüre war auch das Erreichen einer besseren Sammelquote möglich. (Abfallwirtschaftsverband Knittel 2009, S. 14) Judenburg und Leoben wiesen 2003 etwas höhere Raten von je 54% auf. Nach Graz hat Leoben die zweithöchste Einwohnerdichte und weist mit den städtischen Strukturen eine wenig hohe Sammelquote für Altstoffe auf. (Statistik Austria 2019a; 2019b) Zwischen 55% und 59% Altstoffaufkommen gegenüber dem Restmüll weisen die Verbände Murau, Mürzverband, Deutschlandsberg und Radkersburg auf. Demnach wurden in allen Verbänden, bis auf den Verband Murau, der eine 59% Sammelquote von Altstoffen und Verpackungsmaterialien hat, eine Rate von 58% errechnet. In Leibnitz und Graz-Umgebung gab es 2003 Sammelquoten von über 62% bzw. 61%. Die höchsten Quoten mit über 67% bzw. 68% verzeichneten die Verbände Weiz, Fürstenfeld und Feldbach, sowie Hartberg mit 71% und Schladming mit 80%. Durch ihre Einwohnerdichte weisen diese eher ländliche Strukturen mit geringerer Einwohnerdichte als andere Verbände auf. Eine negative Entwicklung (Abbildung 36) bis 2017 besonders in im Tourismusgebiet Schladming zu sehen. (ebd.; 2019a; 2019b)

In Schladming ist besonders die Steigerung des Wintertourismus und die Anfrage von Nüchtingen von In- und Ausländer ein wesentlicher Faktor für die Reduzierung der Sammelquote. Demnach gab es eine Erhöhung der Nüchtingen zwischen 2000 und 2019 um 59%, was sich durch erhöhtes Aufkommen von Restmüll und verminderte Mengen von Altstoffen und Verpackungsabfällen äußert. (Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019e, S. 22f) Die Sammelquote für Altstoffe sank somit von über 65% auf 51%. So wies Schladming ein Altstoffaufkommen von 242 Tonnen im Jahr 2017 auf, wobei durchschnittlich in allen Verbänden 3.502 Tonnen gesammelt wurden. Das Verpackungsabfallaufkommen belief sich auf 3.855 Tonnen, wobei der Durchschnitt wiederum bei 9.730 Tonnen liegt. Auch in der Landeshauptstadt Graz und im touristisch angehauchten Liezen sind die Sammelquoten noch immer unter 50%, wobei die Rate in Liezen sich zwischen 2003 und 2017 um 7% erhöhte.

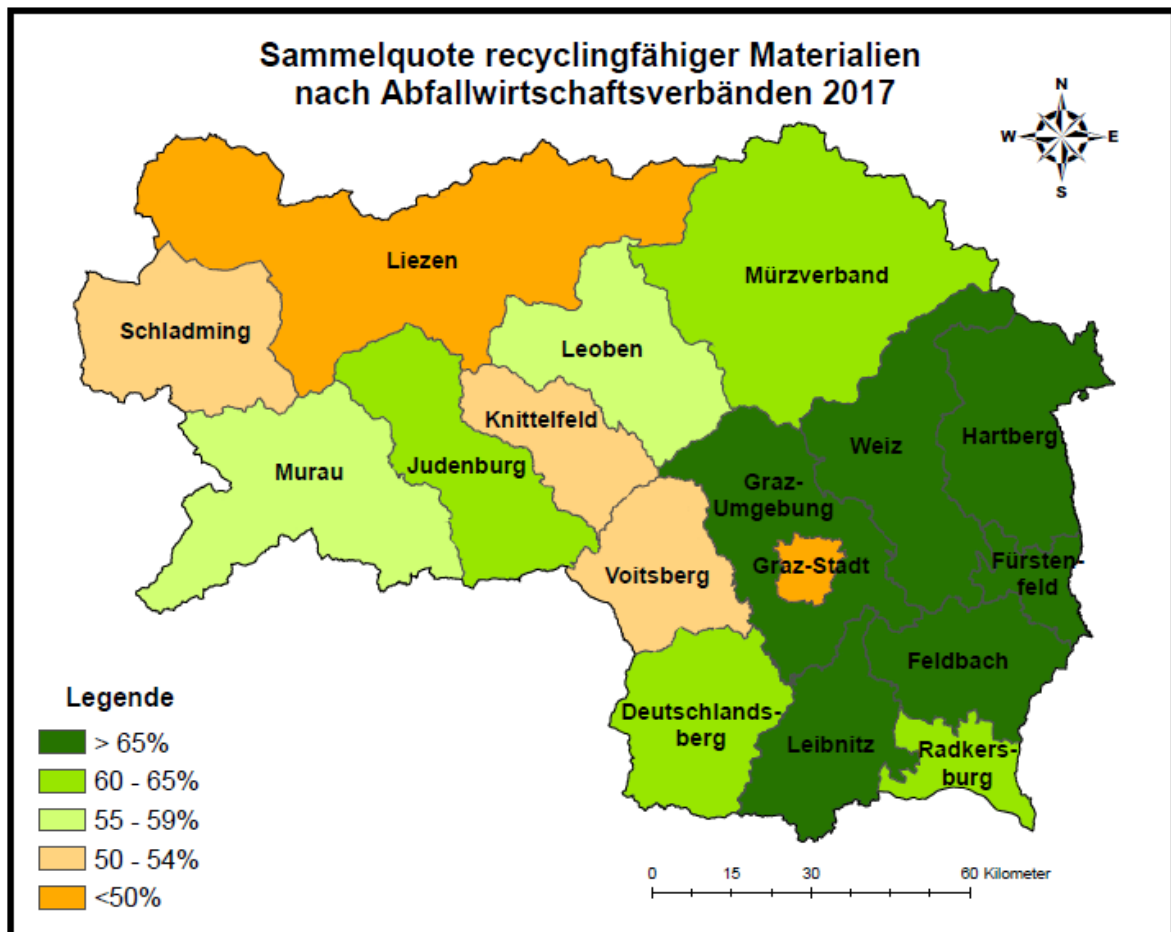


Abbildung 36: Sammelquotenentwicklung auf Abfallwirtschaftsverbandsebene 2017 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Ebenso erhöhte sich in Knittelfeld und Voitsberg die Quote von 49% bzw. 46% auf je 54%. Leoben steigerte die getrennte Sammlung von Altstoffen ebenso um weitere 5%, wobei die Quote des Verbands Murau innerhalb dieser Jahre stagnierte. Judenburg schaffte eine Erhöhung von 13%, während sich auch in Deutschlandsberg, Radkersburg und im Mürzverband mit 63% bzw. 62% positive Dynamiken ableiten lassen. Eine Rate über 65% konnten die Bezirke mit geringer Einwohnerdichte Weiz, Hartberg, Fürstenfeld und Feldbach nicht nur halten, sondern um bis zu 4% steigern. Auch Graz-Umgebung und Leibnitz weisen mit je 65% eine höhere Quote auf.

Die Entwicklung der Sammelquoten der letzten 22 Jahre auf Abfallwirtschaftsverbandsebene weist eine hohe positive Dynamik auf. Wie in Kapitel 4.2. und 5.1. beschrieben, sind Sammelstrukturen innerhalb der Gemeinden, sowie Einflussfaktoren auf das Aufkommen von gemischten Siedlungsabfällen wesentliche Faktoren für die Veränderung der Sammelquoten. Demnach entscheiden teilweise Hol- und Bringsysteme, Müllgebühren und die Auswahl der Sammelbehälter vor der Haustüre über die Trennmoral der Bürger. Unter anderem der Ausbau von Alt-

stoffsammelzentren, sowie die Ausweitung des Holsystems über private und öffentliche Entsorger und das Angebot von Sammelinseln für Metall- und Glasverpackungen in Haushaltsnähe bewirkten ebenso eine höhere Sammelquote in den Abfallwirtschaftsverbänden. Die Erweiterung der Sammelstruktur in den letzten 14 Jahren erwies sich als Erfolg für das Land Steiermark, wobei auch Bewusstseinsbildung, Kommunikation und Information seitens des Landes, der Verbände und der Gemeinden ihren Teil dazu beitragen. Es gibt auch negative Faktoren, die das System beeinflussen. Diese Faktoren sind vor allem städtische und touristisch geprägte Strukturen innerhalb eines Verbandes, wie deutlich in Graz und Schladming zu sehen ist. Demnach ist das Trennverhalten von Altstoffen geringer und das Aufkommen von gemischten Siedlungsabfällen deutlich höher.

7.5. Prognose der mittelfristigen Recyclingquotenentwicklung auf Landesebene

Im Rahmen der Änderungen der europäischen Abfallrahmenrichtlinien (2018) wurden für Siedlungsabfälle, wie im Kapitel 3.1.2. beschrieben, neue Recycling-Ziele festgelegt. Bis 2025 sollen für die gesamten Siedlungsabfälle eine Recyclingquote von 55%, bis 2030 60% und bis 2035 65% erreicht werden. Darüber hinaus werden, je nach Fraktion, für 2025 und 2030 weitere Quoten innerhalb der Verpackungsrahmenrichtlinie (2018) festgelegt (EU 2018a, S.129; EU 2018b, S.147):

- Papierverpackungen 75% bzw. 85%
- Kunststoffverpackungen 50% bzw. 55%
- Metallverpackungen 50% bzw. 60%
- Glasverpackungen 70% bzw. 75%
- Verpackungsabfälle gesamt 65% bzw. 70%

In der Steiermark gab es zwischen 1993 und 2017 eine hohe positive Dynamik der Recyclingquoten und eine starke Verminderung der Deponierungsraten. Ebenso stieg innerhalb dieser 14 Jahre, aufgrund der Reduzierung der Deponierung, der Anteil der Verbrennungen. Wie im Kapitel 7.3. bereits beschrieben, ist dies vor allem den rechtlichen Rahmenbedingungen, aber auch den Strukturen und Prozessen innerhalb der Abfallwirtschaft in Österreich und in der Steiermark geschuldet. Auf Basis dieser Entwicklung lässt sich für die mittelfristige Prognose der Recyclingquoten eine laufende Erhöhung erwarten (Abbildung 37).

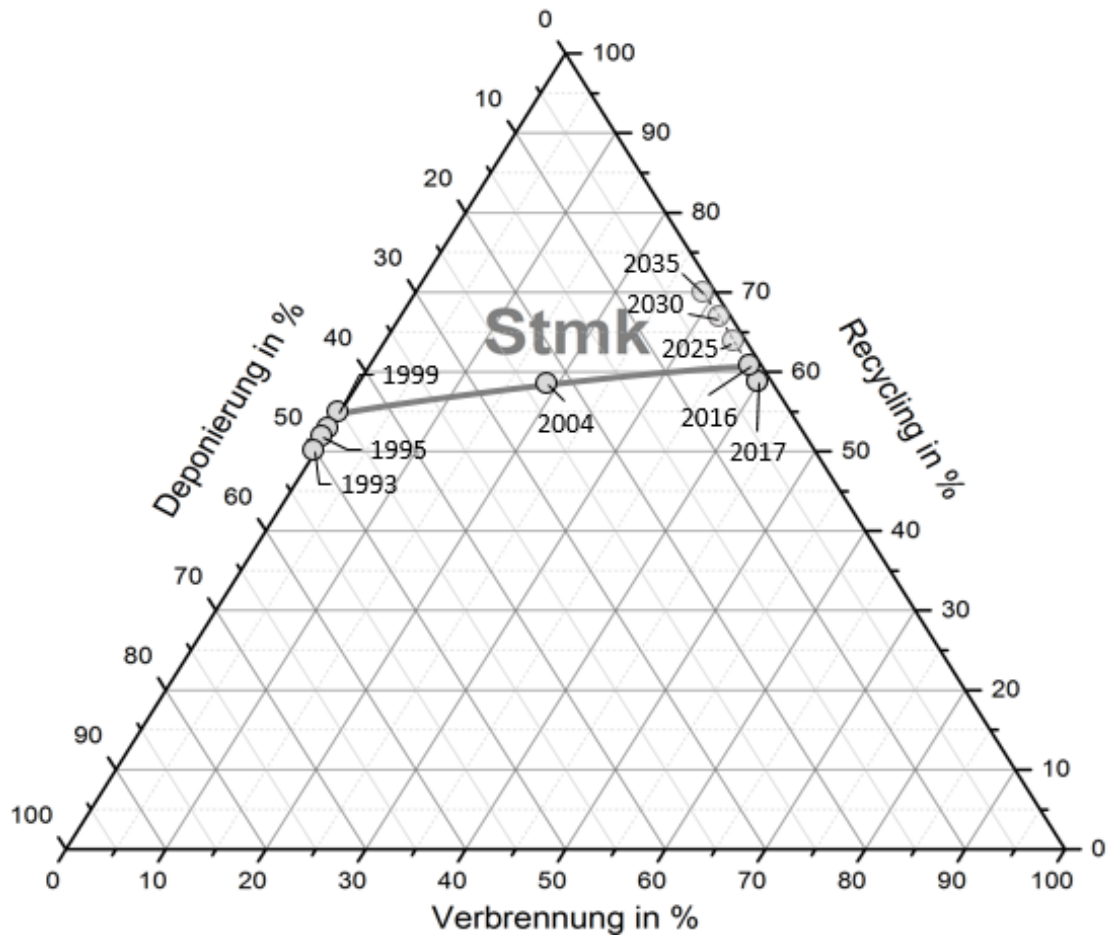


Abbildung 37: Mittelfristige Prognose der Recyclingquotenentwicklung der Siedlungsabfälle in der Steiermark bis 2035 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: s. Kapitel 7.2.)

Bis 2017 gab es ein durchschnittliches Wachstum der Recyclingquote von 0,61% im Jahr. Obwohl immer wieder leichte Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren zu verzeichnen ist, gab es dennoch einen Anstieg durch Innovationen, neuen Reglementierungen und Verbesserungen der abfallwirtschaftlichen Strukturen in der Steiermark. Diese Annahme des leichten Anstiegs auf Basis der Vergangenheit bis zur Gegenwart, wird auch für die Zukunft getroffen, wobei die Schwankungen und die Einflüsse sich darauf nicht abschätzen lassen und somit ein konstantes Wachstum von 0,61% im Jahr angenommen wird. (Siehe Kapitel 7.1.) Bis 2025 soll sich die Recyclingquote auf 64% entwickeln, wobei die Verbrennungsrate auf 35% sinkt. Nach weiteren 5 Jahren steigt die Rate von 64% auf 67%, wobei sie bis 2035 70% erreichen wird. Die Quote zur energetischen Verwertung durch Verbrennung sinkt bis 2035 um weitere 6%. Wie im Kapitel 7.1. bereits beschrieben, ist die Deponierung ein integraler Bestandteil einer nachhaltigen Abfallwirtschaft, da es für einen Bruchteil der Abfälle nach der Vorbehandlung keine Rückführung in den Produktkreislauf gibt. (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2017, S. 167) Eine Verschlechterung oder Reduzierung der Deponierungsquote wird nicht angenommen, daher stagniert die Rate auf 1% über den gesamten Zeitraum. Werden die Ziele so

erreicht, wie in der Prognose dargestellt, so befindet sich die Steiermark, wie auch in der Gegenwart mit 59% weit über den vorgeschriebenen Recycling-Zielen der Europäischen Union. Bis 2025 soll das Bundesland über 9% des festgelegten Ziels von 55% liegen, 2030 sollen es über 7% und 2035 über 5% sein.

Verpackungsabfälle (Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackung)

Die Entwicklung der Recyclingquote für Verpackungsabfälle erhöhte sich von 76% auf 77% zwischen 2005 und 2017 nur leicht, wobei es auch in diesem Zeitraum Schwankungen gab. Da Papier- und Glasverpackungen nahezu 100% recycelt werden können, ist diese, eher stagnierende, aber trotzdem leicht positive Dynamik, besonders den Leicht- und Metallverpackungen geschuldet. Innerhalb der Leichtfraktion sank die Recyclingquote um über 3%, währenddessen sich die Quote für Metallverpackungen um über 4% erhöhte. Diese Entwicklung spiegelt sich auch in der Prognose (Abbildung 38) wider, wobei zur Berechnung nur auf die Entwicklungsquote zurückgegriffen wurde und demnach die neue Berechnung nicht eingeflossen ist. Somit können die Prognosen von anderen Darstellungen abweichen.

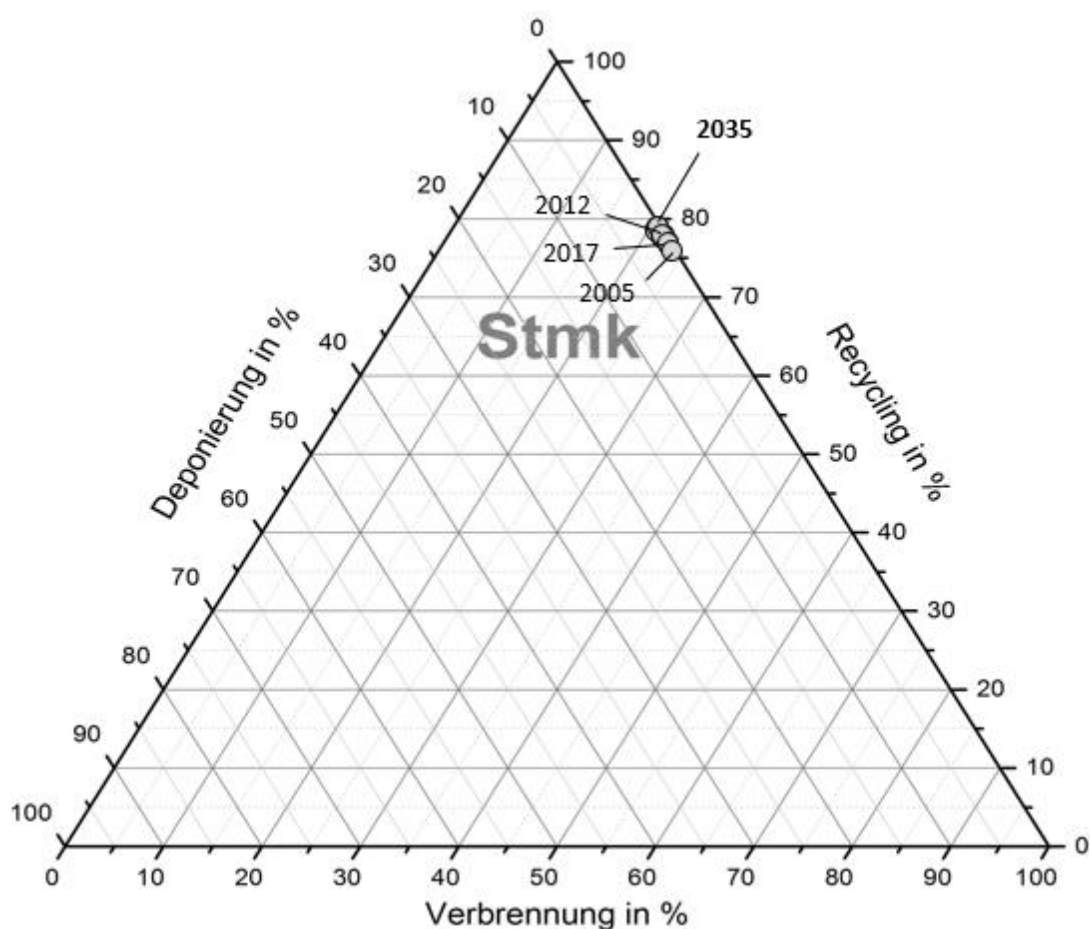


Abbildung 38: Mittelfristige Prognose der Recyclingquotenentwicklung der Verpackungsabfälle in der Steiermark bis 2035 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: s. Kapitel 7.2.)

Bleibt die Dynamik innerhalb der nächsten 15 Jahre gleich, so gibt es innerhalb der gesamten Verpackungsabfälle eine leichte Steigerung der Recyclingrate um 1% bis 2025 und ein weiteres Prozent bis 2035. Die Quote der energetischen Verwertung wird demnach leicht sinken. Von 2017 bis 2035 wird eine Reduzierung der Rate um 2% prognostiziert. Demnach sollen bis 2025 78% und 2035 79% aller Verpackungsabfälle einer stofflichen Verwertung zugeführt werden. Innerhalb dieser Prognose der gegenwärtigen Recyclingrate der Verpackungsabfälle von 77%, ist das Ziel, alle Verpackungsabfälle bis 2035 um 75% zu recyceln, bereits zu diesem Zeitpunkt erfüllt. Ebenso sind die Raten von Papier-, Glas- und Metallverpackungen über den Zielen von 2030. Von 2005 bis 2017 blieb die Recyclingrate von Leichtverpackungen relativ konstant bzw. sank diese leicht um durchschnittlich 0,27% im Jahr. Würde diese Entwicklung bis 2035 anhalten, so würde die Rate auf knapp unter 28% sinken, obwohl bis 2025 50% aller Kunststoffe einer stofflichen Verwertung zugeführt werden müssen. Ohne Umsetzung von Maßnahmen, die bereits in den Kapiteln 7.3. und 5.4.3. kurz erwähnt wurden, ist eine Erreichung der Recycling-Ziele für Kunststoffabfälle nicht möglich.

Gemischte Siedlungsabfälle (Restmüll)

Gemischte Siedlungsabfälle in der Steiermark werden zu 92% einer thermischen Behandlung zugeführt, zu 5% recycelt und zu 3% deponiert. Wie bereits in Kapitel 7.3. erwähnt, entwickelten sich die Verwertungs- und Beseitigungsverfahren enorm, wobei sich die Deponierungsrate seit 2003 um 96% vermindert und die Verbrennungsquote um 92% erhöhte.

Diese hohen Dynamiken wird es innerhalb der Prognose bis 2035 (Abbildung 39) nicht mehr geben, da gemischte Siedlungsabfälle, besonders durch Fehlwürfe, nur zu einem Bruchteil stofflich verwertet werden können und durch die Deponierungsverordnungen (1996/2004; 2008), das Ablagern von Restmüll fast gänzlich abgeschafft wurde. Wie bereits erwähnt werden dennoch bis 2035 geringe Mengen deponiert werden. Innerhalb der letzten 8 Jahre gab es nur ein leichtes jährliches Wachstum der Recyclingquote um 0,03%. Auf Basis dessen erhöht sich bis 2035 die Quote von 5% auf 6%.

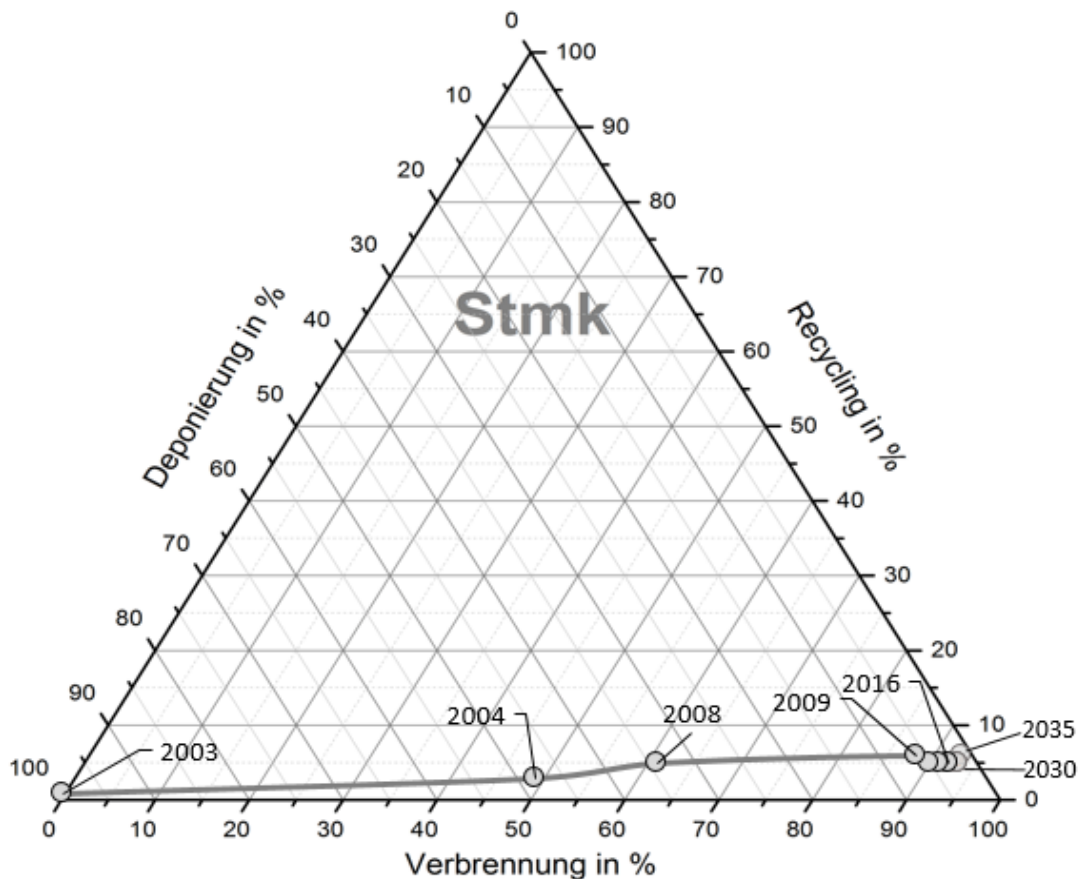


Abbildung 39: Mittelfristige Prognose der Recyclingquotenentwicklung der gemischten Siedlungsabfälle in der Steiermark bis 2035 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: s. Kapitel 7.2.)

Obwohl die Deponierungs- und Verbrennungsraten sich in der Vergangenheit stark entwickelt haben, werden dennoch für 2030 eine leichte Erhöhung der thermischen Verwertung und eine minimale Reduzierung der Deponierungsraten um je 1% prognostiziert. Bis 2035 sollen 6% stofflich, 93% thermisch verwertet und 1% deponiert werden.

7.6. Prognose der mittelfristigen Sammelquotenentwicklung auf Abfallwirtschaftsverbandsebene

Innerhalb von 22 Jahren zwischen 1995 und 2017 gab es eine enorm positive Dynamik der Sammelquotenentwicklung auf Abfallwirtschaftsverbandsebene. Wie auch auf Landesebene wirkten sich rechtliche Rahmenbedingungen, Aufbau von abfallwirtschaftlichen Strukturen auf kommunaler Ebene und eine effektive Zusammenarbeit von öffentlichen und privaten Akteuren positiv aus. Dies bewirkte, dass in diesem Zeitraum sich die Sammelquote von Verpackungsabfällen (Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackungen) und Altstoffe in der Steiermark um fast durchschnittlich 0,5% im Jahr seit 1995 erhöhte und der Anteil der Restmüllsammelquote dementsprechend sank. Auf Basis dieser Wachstumsraten auf Abfallwirtschaftsverbandsebene, wird eine Prognose mit konstanter Entwicklung für 2025 und 2035 in den folgenden Abbildungen 40 und 41 dargestellt, wobei diese, je nach Verbesserung der Trennung seitens der Bürger

und Innovationen, bezüglich Sammlung der Abfälle auf Haushaltsebene, wie sie im Kapitel 4.3. beschrieben wurden, sehr variieren kann.

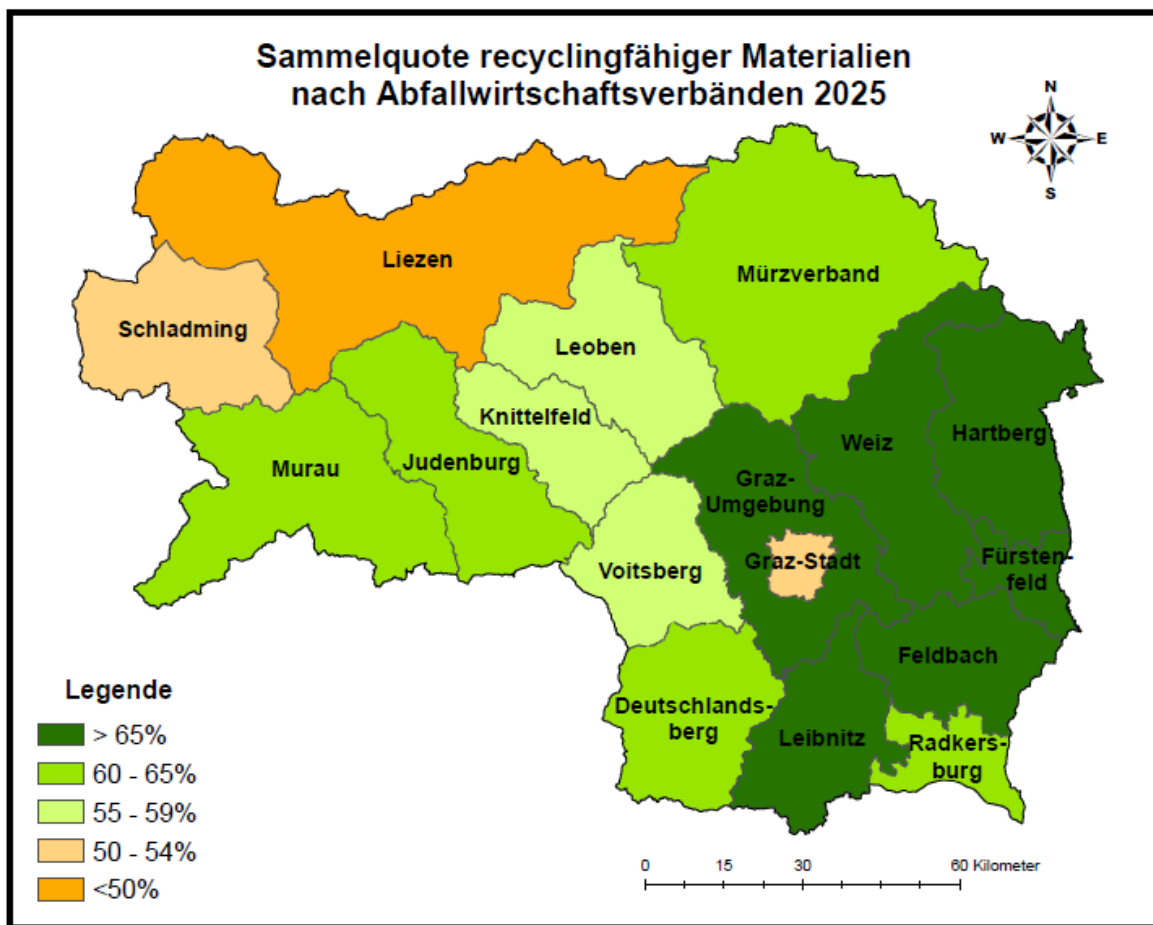


Abbildung 40: Mittelfristige Prognose der Sammelquotenentwicklung auf Abfallwirtschaftsverbandsebene bis 2025 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände gibt es erhebliche Unterschiede in der Entwicklung, die auch die prognostizierte Dynamik bis 2035 beeinflusst. Wie bereits in Kapitel 7.3. erwähnt, spielen Faktoren wie Tourismus, Siedlungsstruktur und Einwohnerzahl eine erhebliche Rolle, wobei auch regionale Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung und Stärkung der Trennmoral wesentlich sind. Bei Betrachtung der durchschnittlichen Wachstumsrate innerhalb der Verbände, verzeichnen die von Tourismus geprägten Verbände Liezen und Schladming eine minimale Erhöhung von 0,2% bzw. sogar eine leichte Verminderung von 0,09%. Auch die Landeshauptstadt Graz weist nur eine geringe positive Veränderung von 0,14% auf. Die höchsten Wachstumsquoten im Jahr liegen in Weiz und Hartberg mit 0,71% bzw. 0,68%, wobei diese seit 2003 innerhalb der Sammelquote weit über 65% liegen. Auch Knittelfeld erhöhte durch, unter anderem, einer besseren und haushaltsnahen Sammlung seine Wachstumsquoten auf 0,67% pro Jahr. (Abfallwirtschaftsverband Knittelfeld 2009, S. 14) Demnach verzeichnete Knittelfeld einen Anstieg der

Sammelquote von Altstoffen von 39% im Jahr 1995 auf 54% 2017. Obwohl alle Abfallwirtschaftsverbände, bis auf Schladming, eine Erhöhung der Sammelquote von Altstoffen aufweisen, sind darüber hinaus besonders Veränderungen in Murau, Graz-Stadt und Voitsberg ersichtlich. Murau weist 2025 eine Sammelquote von über 60% auf, während sich auch in Voitsberg und Knittelfeld die Rate auf über 55% erhöht. Auch in Graz kann eine Steigerung auf über 50% prognostiziert werden. Ebenso erhöhte sich in Graz-Umgebung die Sammelrate um über 10% seit 1995, wobei auch hier ein hohes Wachstum für die Quote von über 66% bis 2025 zu prognostizieren ist. Der Verband setzt in seine Strategien besonders auf die Erhöhung des Bewusstseins zur Ressourcenschonung und Abfallvermeidung in der Bevölkerung. Dazu werden zum Beispiel Informations- und Qualifizierungsinitiativen auf allen Bildungsebenen gesetzt, um dadurch die Trenn- und Abfallvermeidungsmoral zu stärken. Ebenso erscheint vierteljährlich ein Newsletter oder Artikel in der Gemeindezeitung, die alle nötigen Informationen zur Abfallsammlung und –bewirtschaftung auf kommunaler Ebene beinhalten. (Abfallwirtschaftsverband Graz-Umgebung 2013, S. 14f) Darüber hinaus setzt der Abfallwirtschaftsverband auf die Optimierung von Sammelbehältnissen im öffentlichen Raum und Sammelseln, um die Benutzerfreundlichkeit zu erhöhen und Auslastung der kommunalen Einrichtungen zu verbessern. (ebd., S. 17) Auch in Deutschlandsberg werden Maßnahmen zur Abfallvermeidung und zur Qualitätssicherung der getrennten Abfallsammlung von verwertbaren Altstoffen gesetzt, indem besonders Umwelt- und Abfallberater im öffentlichen Raum tätig sind. (Abfallwirtschaftsverband Deutschlandsberg 2006, S. 8) Diese Strukturen, die beispielhaft genannt wurden, sind wesentliche Einflussfaktoren für die Erhöhung der Sammel- und demnach auch der Recyclingquoten.

Durch die Erhöhung verändert sich das Bild der Sammelquotenentwicklung bis 2035 (Abbildung 41) abermals. Der Verband Liezen steigert die Sammelrate auf über 50%, während auch in Leoben und Deutschlandsberg über 60% bzw. 65% verzeichnet sind. Bis zu diesem Zeitpunkt kann eine durchschnittliche Erfassungsquote in der Steiermark von über 62% erlangt werden, wobei diese somit seit 1995 um 12% angestiegen wäre.

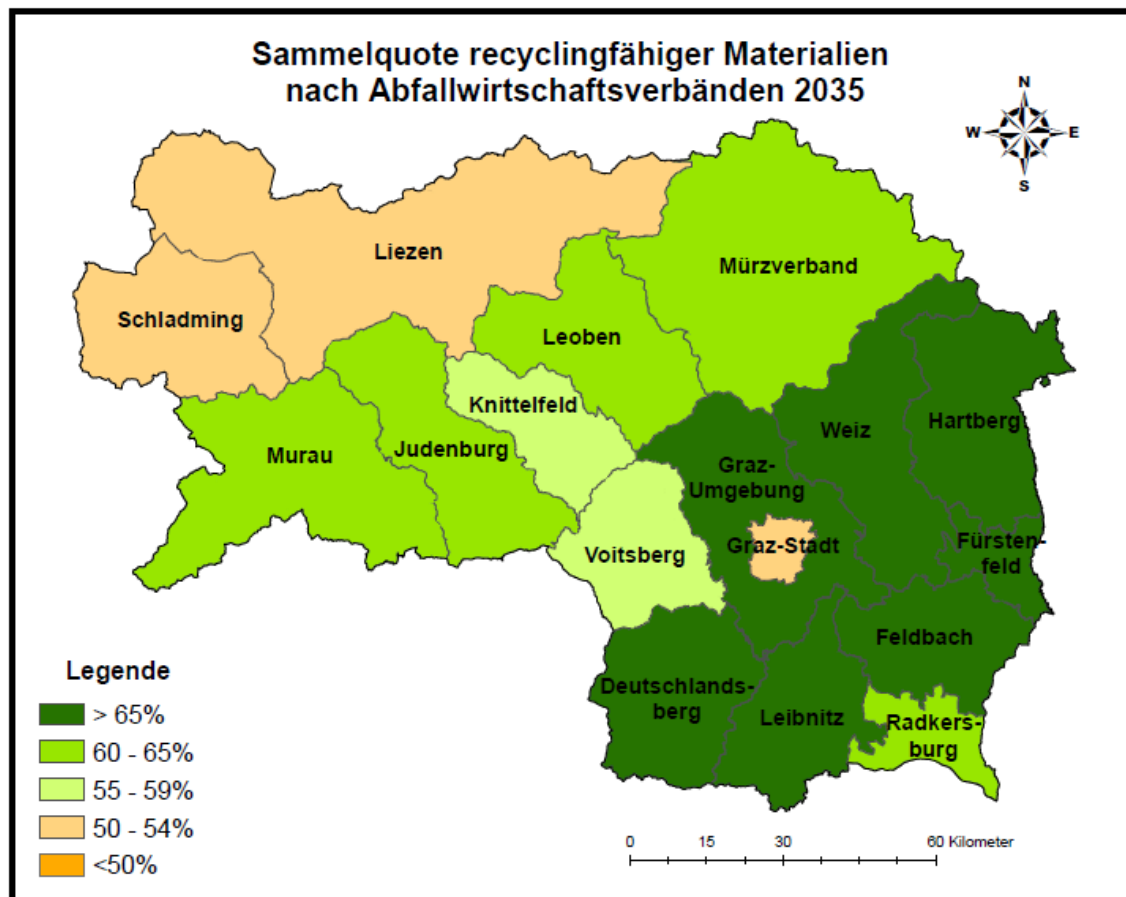


Abbildung 41: Mittelfristige Prognose der Sammelquotenentwicklung auf Abfallwirtschaftsverbandsebene bis 2035 (Quelle: eigene Darstellung 2020; Datengrundlage: Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c)

Maßgeblich für eine allgemeine Erhöhung der Sammelquoten ist die Reduzierung der Einflüsse jener Faktoren, die eine negative Auswirkung auf die Entwicklung haben. Demnach müssen innerhalb jedes Verbandes regelmäßig neue Maßnahmen, die auf den eigenen Verband abgestimmt sind, gesetzt werden, um nicht nur eine konstante Steigerung, sowie sie in den Abbildungen 40 und 41 dargestellt ist, zu erwirken, sondern auch eine weitaus höhere Quote zu erreichen. Obwohl die Verbände auf Basis verschiedener Faktoren untereinander nicht vergleichbar sind, ist es für die Recyclingquotenentwicklung der Steiermark dennoch wichtig regionale Defizite bei der getrennten Sammlung auszugleichen, um eine einheitlich hohe Erfassung von recyclingfähigen Abfällen zu erzielen. Demnach können solche Maßnahmen auf kommunaler Ebene, wie Artikeln in der Gemeindezeitung veröffentlichen, Initiativen zur Bewusstseinsbildung auf Bildungs- und Haushaltsebene starten und Hol- und Bringsysteme optimieren, ergriffen werden, um eine flexible und bequeme Lösung zur Abfallsammlung für den Bürger zu bieten. Ebenso sind Strategien, wie die Einrichtung von modern ausgestatteten „Ressourcenparks“ sinnvoll, die die Möglichkeit zur kostenlosen, fachgerechten Entsorgung bieten. Der Raum ist auch so eingerichtet, um Platz für Bewusstseinsbildung und Umwelt- und Abfallberatung zu

schaffen, und auch in Shops mittels Re-Use Güter angefallene Abfälle wiederzuverwenden. Dies soll eine weitere Steigerung der Trennquote implizieren.

Insgesamt lässt sich auf Basis der Entwicklung auf Ebene der Abfallwirtschaftsverbände eine Erhöhung der Quoten von getrennt erfassten Materialien prognostizieren. Obwohl es bereits Erfolge zwischen 1995 und 2017 zu verzeichnen gab, müssen besonders in jenen Verbänden Strategien zur Steigerung der Raten angewandt werden, in denen die Erfolgsfortschritte sehr gering ausgefallen sind. Nachholbedarf gibt es in Schladming, Liezen und in der Stadt Graz, wobei auch hier die individuellen Gegebenheiten innerhalb der Verbände betrachtet werden müssen.

8. Diskussion und Schlussfolgerungen

Im Jahr 2018 gab die Europäische Union mit der Änderung der Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG neue Recycling-Ziele für Siedlungs- und Verpackungsabfälle vor, um in eine kreislauforientierte, nachhaltige Materialwirtschaft überzugehen. Der Grund liegt in der Komplexität und Vielfalt des Siedlungsabfalls, dessen gemischte Zusammensetzung eine optimale Abfallbewirtschaftungsinfrastruktur fordert. Obwohl der Durchschnitt der Recyclingquotenentwicklung in den Europäischen Staaten eine steigende Dynamik zeigt, sind die ehrgeizigen Ziele bis 2025, 2030 und 2035 eine herausfordernde Aufgabe. Bereits durch frühere europäische Reglementierungen, wie die Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG, wurde der Übergang in eine Recycling-Gesellschaft, mittels Recycling-Zielsetzung von Haushaltsabfällen, angestrebt. Zwischen 1995 und 2017 konnten durch rechtliche Vorgaben, sowie durch Aufbau und Umsetzung von abfallwirtschaftlichen Strukturen auf Bundes- und Landesebene innerhalb der Mitgliedstaaten die Deponierungsraten von 67% auf 23% gesenkt, die Verbrennungsquote von 15% auf 29% und die Recyclingraten von 18% auf 47% erhöht werden. Innerhalb der Länder gibt es große Unterschiede. Über 12 Länder weisen einen Recyclingquotenanteil von unter 40% auf, wobei besonders in Griechenland, Bulgarien, Malta und Rumänien ein Großteil deponiert wird. Im Gegensatz dazu verzeichnen Staaten wie Deutschland, Niederlande, Slowenien und Österreich kaum Deponierungsraten und sind bereits zu diesem Zeitpunkt über den geforderten 55% von 2025, wobei Österreich eine Quote von 59% und Deutschland eine Rate von 67% aufweist. Eine weitere Herausforderung innerhalb der Recycling-Ziele ist die neue Berechnungsmethode der stofflich verwerteten Abfälle. Abfälle dürfen nur dann als recycelt angesehen werden, wenn diese alle notwendigen Prüf-, Sortier- und sonstigen Verfahren zur Vorbehandlung durchlaufen haben und anschließend einer stofflichen Verwertung zugeführt werden. Auch getrennt gesammelte Stoffe müssen vorbehandelt werden, bevor sie in ein Recyclingverfahren gelangen, um in die Berechnung miteinfließen zu dürfen. Energetische Verwertung, Verfüllung oder Beseitigung zählen nicht dazu. Deutschland weist demnach auch deswegen so hohe Recyclingquoten auf, da der gesamte Input der Abfallströme in Verwertungsanlagen gelangt, wobei diese Menge zuvor nicht sortiert und vorbehandelt wurde. Ebenso gibt es durch die neue Berechnung in Österreich, trotz 59% Recyclingrate aller Siedlungsabfälle, eine Verminderung der Quote für Kunststoffabfälle von 34% auf 25%.

So wie auch in Österreich und in den anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Union, bestimmen die abfallwirtschaftlichen Organisationsstrukturen und –prozesse auf Landes- und Gemeindeebene die Basis für den Verlauf der Recyclingquotenentwicklung in der Steiermark, wobei die Strukturen, die Sammlung und das Abfallaufkommen von diversen Faktoren abhängig ist und diese einen weiteren wesentlichen Einfluss darauf haben. In dieser Arbeit werden die Entwicklung und die Prognose der Recycling- und Sammelquoten auf Landes- bzw. Abfallwirtschaftsverbandsebene dargestellt.

Auf Basis dessen lassen sich die in Kapitel 1.2. gestellten Forschungs- und Unterfragen wie folgt zusammenfassend beantworten.

Wie entwickelten sich die Recyclingquoten von Siedlungsabfällen in einem Zeitraum von 1993 bis 2017 in der Steiermark?

Die Ergebnisse innerhalb der Siedlungsabfälle zeigen, dass es zwischen 1993 und 2017 einen großen Umschwung in der steirischen Abfallwirtschaft gab. Wurden 1993 noch 50% auf Deponien abgelagert, ist im Jahr 2017 nur noch 1% auf Deponien abgelagert worden. Demnach gab es auch eine Verlagerung zur thermischen Verwertung von Abfällen, die zwischen 1993 bis 2017 von 0% auf 40% stieg. Die Recyclingquote erhöhte sich von 50% auf 59% bis 2017 und ist auf demselben Niveau des Staates. Innerhalb der Verpackungsabfälle (Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackungen) wurden bereits im Jahr 2005 76% stofflich verwertet, wobei die Recyclingquoten von Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackungen unterschiedlich sind. Während Papier- und Glasverpackungen nahezu zu 100% recycelt werden können, liegt die Verwertung von Metallverpackungen bei rund 80%. Leichtverpackungen wurden 2017 zu 33,4% einem Recyclingverfahren zugeführt und zu 66,6% thermisch verwertet, wobei diese Daten nicht der neuen Berechnungsmethode unterliegen. Die Recyclingquotenentwicklung der Verpackungsabfälle insgesamt blieb im Zeitraum von 12 Jahren relativ konstant, wobei 2012 79% und 2017 77% recycelt wurden. Besonders Leichtverpackungen sind aufgrund ihrer Beschaffenheit und Zusammensetzung schwieriger stofflich zu verwerten. Demnach sank die Recyclingrate zwischen 2005 und 2017 von 36,7% auf 33,4%. Innerhalb der gemischten Siedlungsabfälle ist eine enorme Entwicklung zu sehen. Wurden 2003 noch 99% deponiert, sank die Rate bis 2016 auf 3%. Durch die Deponieverordnung 1996 (2004) durften keine unbehandelten Abfälle auf Deponien abgelagert werden, wobei auch schon vor dieser Verordnung ein Teil der steirischen gemischten Siedlungsabfälle mechanisch-biologisch behandelt wurden. Auf Basis dessen gab es eine beson-

dere Verlagerung zur thermischen Verwertung. Gab es 2003 noch keine thermische Behandlung, so stieg diese bis 2017 auf 92%. Da gemischte Siedlungsabfälle nicht verwertbare Abfälle sind, werden 2017 nur 5% einem Recyclingverfahren zugeführt.

Wie entwickelten sich die Sammelquoten auf Abfallwirtschaftsverbandsebene in der Steiermark?

Die Sammlung sortenreiner und verwertbarer Materialien stellt eine besonders gute und auch essentielle Basis zur Recyclingquotenentwicklung in der Steiermark dar. In der Steiermark entwickelte sich die Sammelquote von Altstoffen und Verpackungsabfällen im Vergleich zu gemischten Siedlungsabfällen von durchschnittlich 50% 1995 auf 59% 2017, wobei es innerhalb der Verbände große Unterschiede gibt. 1995 verzeichneten acht Abfallwirtschaftsverbände eine Sammelquote von unter 50%, wobei noch keiner der Verbände eine Quote von über 59% erzielte. Weitere drei hatten eine Sammelquote zwischen 50% und 54%, wobei der Rest maximal 59% erreichte. Bis 2017 veränderte sich das Bild wesentlich. Durch verschiedene Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren, die in diesem Kapitel später zusammengefasst werden, weisen nur mehr die Verbände Graz und Liezen eine Rate von unter 50% auf. Vier Verbände verzeichnen über 60% und bei sechs weiteren liegt die Quote zur getrennten Erfassung von recyclingfähigen Materialien auf über 65%, teilweise sogar über 70%.

Welche Prognosen können für die Recyclingquotenentwicklung in der Steiermark bis 2025, 2030 und 2035 gestellt werden?

Die Prognose der Recyclingquotenentwicklung bis 2035 basiert besonders auf den Daten der vergangenen Entwicklung, wobei die neue Berechnungsmethode innerhalb der Europäischen Abfallrahmenrichtlinie (2018) noch nicht berücksichtigt werden konnte. Durch die neue Berechnungsmethode können innerhalb des Landes die Recyclingquoten geringer ausfallen, wobei dadurch neue Herausforderungen entstehen können. Demnach sollen bis 2025 55% der gesamten Siedlungsabfälle, bis 2030 60% und bis 2035 65% einem Recyclingverfahren zugeführt werden. Zwischen 1995 und 2017 gab es in der Steiermark bereits eine hohe Dynamik der Recyclingquotenentwicklung, wobei für die Prognose auf Basis dessen ein laufendes, jedoch konstantes, Wachstum angenommen wurde. Demnach sollen bis 2025 64% aller Siedlungsabfälle stofflich verwertet werden, wobei die Rate sich bis 2030 auf 67% und bis 2035 auf 70% erhöht. Steigt die Quote innerhalb der Recyclingverfahren, sinkt zunehmend die Verbrennungsrate auf bis zu 29% im Jahr 2035. Eine Stagnation der Deponierungsrate von 1% wird über die Jahre geschätzt, da diese Beseitigungsform ein integraler Bestandteil einer nachhaltigen Abfallwirtschaft ist. Ein

Bruchteil der Abfälle kann selbst nach Vorbehandlung nicht in den Produktkreislauf zurückgeführt werden, wobei auch die technischen Möglichkeiten für eine weitere Aufbereitung von deponierten Abfällen fehlt. Ebenso wird keine Verschlechterung bzw. Erhöhung dieser Quote angenommen. Werden die Ziele so erreicht, wie in der Prognose dargestellt, so ist die Steiermark innerhalb der gesetzten Recycling-Ziele stets darüber. Die Prognose der Verpackungsabfälle bleibt auf Basis der vergangenen Entwicklung konstant. Lediglich 2% innerhalb der Recyclingquote können bis 2035 prognostiziert werden, wenn die zukünftige Entwicklung so bleibt, wie sie seit 2005 ist. Prognostiziert man auf Basis der Vergangenheit den Verlauf der Leichtverpackungen, so würde diese bis 2035 sogar sinken. Innerhalb der gemischten Siedlungsabfälle gab es bereits eine enorme Entwicklung seit 2003, wobei es diese Dynamiken bis 2035 schätzungsweise nicht mehr geben wird. Wie bei der Betrachtung der gesamten Siedlungsabfälle, wird auch hier angenommen, dass ein Bruchteil stets deponiert, wobei maximal eine Reduzierung der Deponierung auf 1% bis 2035 geschätzt wird. Während der letzten acht Jahre hat sich die Recyclingquote nur minimal erhöht. Demnach wird eine leichte Steigerung dieser Rate von 5% auf 6% angenommen, wobei auch die Verbrennungsquote sich nur um 1% erhöhen wird.

Welche Prognose kann für die zukünftige Entwicklung der Sammelquoten auf Abfallwirtschaftsverbandsebene gestellt werden?

Wie auch bei den Recyclingquoten auf Landesebene zu sehen, gab es ebenso zwischen 1995 und 2017 eine hohe Dynamik der Sammelquoten auf Ebene der Abfallwirtschaftsverbände. Auf Basis dieser Entwicklung wurde ein konstantes Wachstum errechnet und für die Prognose angenommen, wobei Einflussfaktoren nicht berücksichtigt werden konnten. Innerhalb der Verbände gibt es erhebliche Unterschiede. Demnach werden bis 2025 nur mehr die Verbände Graz und Schladming eine Quote von unter 54% aufweisen, während nur der Verband Liezen unter 50% liegt. Bereits 12 Verbände sollen nach der Prognose bis 2025 eine Sammelquote von über 60% verzeichnen, wobei innerhalb dessen sechs Verbände eine Quote von über 65% haben. Bis 2035 befindet sich kein Abfallwirtschaftsverband mehr unter 50%, wobei nun sieben Verbände über 65% Altstoffe und Verpackungsabfälle getrennt erfassen. Obwohl die Verbände in ihren Strukturen sehr unterschiedlich sind und dies die Quoten erheblich beeinflusst, ergibt die Prognose einen stetigen Erfolg der abfallwirtschaftlichen Strukturen in der Steiermark.

Welche Einflüsse können auf die Recycling- und Sammelquotenentwicklung wirken?

Die Entwicklung der Recycling- und Sammelquoten basiert auf einer Vielzahl von Einflüssen und Faktoren. Beginnend bei den Vorgaben auf europäischer und nationaler Ebene, werden nicht nur Maßnahmen gesetzt, um die Recyclingraten zu erhöhen, sondern auch Strukturen und Prozesse vorgegeben, die es nach hierarchischer Reihenfolge auf Ebene der Mitgliedstaaten, des Bundeslandes und der Gemeinden zu erfüllen gilt. Neben der europäischen Abfallrahmenrichtlinie, dem nationalen und Landesabfallwirtschaftsgesetz, gibt es auch weitere, spezifische Verordnungen, die als Einflussfaktoren bis zur Sammlung, Sortierung, Verwertung und Beseitigung zu nennen sind. Werden die Verläufe der Recyclingquoten genau betrachtet, ist deutlich zu erkennen, zu welchem Zeitpunkt, unter anderem, die Deponie- und Verpackungsverordnungen Wirkung gezeigt haben. Demnach ist nach der Inkraftsetzung der Deponieverordnung 1996 (2004) und durch die Vorgabe unbehandelte Abfälle nicht mehr ablagern zu dürfen, eine deutliche Reduzierung der Deponierungsrate zu erkennen. Ebenso gab es eine weitere erhebliche Reduzierung nachdem die Deponieverordnung im Jahr 2008 in Kraft getreten ist, wobei nach dieser keine Rückstände aus thermischen Prozessen auf Deponien abgelagert werden durften. Somit gab es auch einen starken Anstieg innerhalb der thermischen Verwertungsverfahren. Darüber hinaus hat auch, unter anderem, die Verpackungsverordnung nach 1994 Wirkung gezeigt, in welcher die getrennte Erfassung von Verpackungsabfällen mittels Sammel- und Verwertungssystemen eingeführt wurde. Diese Veränderung lässt sich auch deutlich in der Sammelquotenentwicklung innerhalb der Abfallwirtschaftsverbände erkennen, wobei es auf Landesebene zwischen 1995 und 2003 einen durchschnittlichen Anstieg der Quote um über 6% gab, womit auch das Potential der stofflichen Verwertung, durch die bessere Erfassung von recyclingfähigen Materialien, stieg. Ebenso spielen die reglementierten Kompetenzen auf Bundes-, Landes- und Gemeindeebene eine essentielle Rolle. Aufgebaute Entsorgungsstrukturen, wie die verpflichtende Einrichtung einer öffentlichen Abfuhr von nicht gefährlichen Siedlungsabfällen und das Bereitstellen von Altstoffsammelzentren, Problemstoffsammelstellen und Sammelseln, sind auf Landesebene geregelt und von den Gemeinden und Abfallwirtschaftsverbänden durchzuführen. Die Einrichtung eines Holsystems für jeden Haushalt, ist mit verschiedenen Behältersystemen und Abfuhrintervallen, sowie mit Gebühren verbunden. Die verpflichtende Bereitstellung von Sammelbehältern auf Haushaltsebene ist eine essentielle Voraussetzung, um qualitativ hochwertige Materialien zu erlangen und eine quantitativ, potentiell höhere stoffliche Verwertung zu garantieren. Dabei gilt jedoch die Komplexität des Sammelsystems so niedrig wie möglich zu halten, denn je einfacher, flexibler und bequemer dieses ist, desto höher ist auch die Trennmoral der Bürger und demnach auch die Qualität der Abfälle.

Eine zu ausgedehnte getrennte Sammlung könnte nicht nur höhere Kosten verursachen, sondern auch den Bürger überfordern, wobei dies genau zum Gegenteil des gewünschten Ergebnisses führt. Die einzuhebenden Gebühren, die für jede Liegenschaft verpflichtend sind, sind ebenso variabel. Diese sollen für Sammlung, Sortierung und Verwertung kostendeckend und verursachergerecht sein. Demnach ist der Beitrag niedriger, je höher die Trennquote und je weniger aufwendig die Verwertung und Beseitigung ist. Auch Altstoffsammelzentren gilt es modern und attraktiv zu gestalten, um die Bewusstseinsbildung und die Trennquote zu verbessern. Ebenso ausschlaggebend ist das Abfallaufkommen innerhalb einer Gemeinde, oder eines Abfallwirtschaftsverbandes. Demnach differenziert sich die Zusammensetzung des Abfalls und das Aufkommen je nach Siedlungsstruktur, Einwohnerzahl und -dichte, sowie nach betrieblichen und touristischen Strukturen. Beispielsweise ist ein allgemeines erhöhtes Abfallaufkommen und auch ein größerer Mengenanteil von gemischten Siedlungsabfällen in touristisch hochfrequentierten Gebieten zu erwarten. Auch größere Städte mit einer hohen Einwohnerdichte verursachen einen höheren Anteil von Restmüll, wobei durch Restmüllanalysen auch eine schlechtere Trennquote festzustellen ist. Somit weisen die touristischen Abfallwirtschaftsverbände Schladming und Liezen, sowie die Landeshauptstadt Graz eine schlechtere Sammelquote, als ländlichere Verbände auf. Besonders hier sind Maßnahmen zur Erhöhung der Sammelquote verstärkt erforderlich. Letztendlich ist auch noch der technische Aspekt als Einflussfaktor zu nennen. Besonders die Fraktion Leichtverpackungen lässt sich durch ihre Heterogenität innerhalb der Kunststoffart und durch starke Verschmutzungen, die, unter anderem, durch Fehlwürfe verursacht werden, schwerer recyceln als andere Fraktionen. Sind die technischen Möglichkeiten begrenzt, kann dies ebenfalls die Recyclingquotenentwicklung negativ beeinflussen.

Wie wirkt sich die Sammelquote auf die Recyclingquote aus?

Wie bereits erwähnt ist eine hohe Trennquote von verwertbaren Siedlungsabfällen, wie Altstoffe, Papier-, Glas-, Metall- und Leichtverpackungsabfälle das Fundament für die Erreichung einer hohen Recyclingquote. Werden recyclingfähige Materialien durch Fehlwürfe falsch entsorgt, gehen damit wertvolle Abfälle für die stoffliche Verwertung verloren. Dies beweist die Restmüllanalyse, die innerhalb der Steiermark durchgeführt wurde. Demnach wurden 18,6% Verpackungsabfälle, 11,4% Altstoffe und 30% biogene Abfälle, die kompostiert werden können, in die falsche Tonne entsorgt. Vergleicht man dazu die Recyclingquote von gemischten Siedlungsabfällen, können nur knapp 5% aus all diesen recyclingfähigen Materialien stofflich verwertet werden. Hierfür sind besonders Maßnahmen zur richtigen Trennung auf Haushaltsebene gefordert, um den verwertbaren Anteil, der fälschlicherweise im Restmüll landet, in die dafür

vorgesehene Tonne zu entsorgen. Daher ist eine positive Beeinflussung der Sammelquote auf kommunaler und Verbandsebene durch, unter anderem, Bewusstseinsbildung auf Haushalts-, öffentlicher und Bildungsebene essentiell für die Erreichung der Recycling-Ziele.

Als Maßnahmen, um eine höhere, positive Dynamik in der Recyclingentwicklung zu erzielen, ist nicht nur die Sensibilisierung des Bürgers zu nennen, sondern auch die Digitalisierung in der Abfallwirtschaft und die Einführung neuer Technologien auf Bundes- und Landesebene. Innovative Konzepte, wie der Wertstoffscanner am Fahrzeug, oder die intelligente Mülltonne, können die Trennquote vor Ort erheblich steigern. Rohstoffliches Recycling von Kunststoffen, wie durch das Projekt ReOil in der Raffinerie Schwechat, ist eine weitere Alternative auf Landesebene, um die gewünschten Ziele nicht nur zu erreichen, sondern auch weiter zu erhöhen. Weiters könnte auf nationaler Ebene das Einwegpfand-System für Getränkeflaschen aus Kunststoff eine weitere Möglichkeit sein, um besser an recyclingfähiges Material zu gelangen. Die Entwicklung in der Steiermark zeigt wie sehr Vorgaben, Strukturen und Prozesse innerhalb der Abfallwirtschaft auf die Recycling- und Sammelquote wirken können. Für die Zukunft und für die Erreichung der Recycling-Ziele ist die Optimierung der bereits vorhandenen Potentiale, sowie ein weiterer Ausbau von alternativen und modernen Technologien jedoch unumgänglich.

In der Steiermark ist auf Landes- und Abfallwirtschaftsverbandsebene eine deutlich positive Dynamik der Recycling- und Sammelquotenentwicklung von 1995 bis 2017 zu erkennen. Obwohl die Ausgangslage für eine positive zukünftige Entwicklung insgesamt sehr gut ist, gibt es dennoch vereinzelt Potentiale zur Steigerung der Quoten. Durch verstärkte Aktivitäten innerhalb einzelner Abfallwirtschaftsverbände und durch die Etablierung neuer, innovativer Technologien und Maßnahmen, können die Recyclingquoten auf Landes- und die Sammelquoten auf Abfallwirtschaftsverbandsebene erhöht werden.

Quellenverzeichnis

Offline

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA (2020): Telefongespräch zur Verwertung und Behandlung von Verpackungsabfällen. Mitarbeiter der Altstoff Recycling Austria in Wien, 14.02.2020

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG – A 14 REFERAT ABFALL- UND RESSOURCENWIRTSCHAFT (HG.) (2019B): Abfallstatistik Steiermark von 1995 bis 2008 nach Verband. Datentabelle. Graz

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG – A 14 REFERAT ABFALL- UND RESSOURCENWIRTSCHAFT (HG.) (2019C): Abfallstatistik Steiermark von 2009 bis 2017 nach Verband. Datentabelle. Graz

BÄHR, J. (2010): Bevölkerungsgeographie. 5. völlig neu bearb. Aufl. Stuttgart: Ulmer (Uni – Taschenbücher), 384 S

BEIGL, P. (2018): Kommunale Abfallmengenprognose für den Landes-Abfallwirtschaftsplan Steiermark 2018 („KAPS-2025“). Endbericht. Amt der Steiermärkischen Landesregierung – A14. Universität für Bodenkultur. Institut für Abfallwirtschaft, Wien

BUNDESGESETZ ÜBER EINE NACHHALTIGE ABFALLWIRTSCHAFT 2002 (ABFALLWIRTSCHAFTSGESETZ 2002 – AWG 2002). In: BGBl. I Nr.102/2002 idF 104/2019.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT - BMLFUW (HG.) (2009): Organisatorische Aspekte der österreichischen Abfallwirtschaft. Endbericht. Wien: Eigenverlag, 133 S

BUNDES-VERFASSUNGSGESETZ 1930 (B-VG). In: BGBl. Nr. 1/1930 (WV) idF BGBl. I Nr. 57/2019.

CORD-LANDWEHR, K.; KRANERT, M. (HG.) (2010): Einführung in die Abfallwirtschaft. 4. vollst. akt. u. erw. Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Treubner Verlag, 665 S

FRITZ, R.; SCHIESTERL, H. (2019): Fokus: Abfallsammlung. Abfallwirtschaft 2050. Eine Publikation der jungen Abfallwirtschaft im ÖWAV. Wien: Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband. 16 S

GESETZ ÜBER DIE VERMEIDUNG UND BEHANDLUNG VON ABFÄLLEN UND DIE EINHEBUNG EINER HIERFÜR ERFORDERLICHEN ABGABE IM GEBIETE DES LANDES WIEN (WIENER ABFALLWIRTSCHAFTSGESETZ – WR. AWG). IdF: LGBl. Nr. 71/2018

GESETZ VOM 29. NOVEMBER 1993 ÜBER DIE VERMEIDUNG, SAMMLUNG, BEFÖRDERUNG UND BEHANDLUNG VON ABFÄLLEN (BGLD. ABFALLWIRTSCHAFTSGESETZ 1993). In: LGBl. Nr. 10/1994 idF LGBl. Nr. 7/2019

GESETZ VOM 1. JULI 1997, MIT DEM DAS STEIERMÄRKISCHE GEMEINDEVERBANDSORGANISATIONSGESETZ (GVOG 1997). In: LGBl. Nr. 66/1997 IdF LGBl. Nr. 131/2014

GESETZ VOM 6. JULI 2004 ÜBER EINE NACHHALTIGE ABFALL- UND STOFFFLUSSWIRTSCHAFT IN DER STEIERMARK (STEIERMÄRKISCHES ABFALLWIRTSCHAFTSGESETZ 2004 – STAWG 2004). In: LGBl. Nr. 65/2004 idF LGBl. Nr. 149/2016

GOLDMANN, D. (2019): Recycling 4.0 – Auf dem Weg zur Digitalisierung der Kreislaufwirtschaft. In: Thiel, S.; Holm, O.; Thomé-Kozmiensky, E.; Goldmann, D.; Friedrich, B. (Hg.): Recycling und Rohstoffe – Band 12. Neuruppin: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH, S. 3 – 14

GROHALL, G.; HANREICH, H.; WEISSTEINER, T. (2007): Sammel- und Verwertungssysteme für Verpackungsabfälle auf dem Prüfstand – Eine rechtliche und mikroökonomische Untersuchung. In: Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 59, S. 41 – 29

GSCHAIDER, H.; HUBER, R. (2008): Neue Entwicklungen in der optischen Sortierung. In: Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, 153, 6, S. 217 - 220

HOPMANN, CH.; MICHAELI W. (2015): Einführung in die Kunststoffverarbeitung. 7. Aufl. München: Carl Hanser Verlag, 310 S.

HÖSEL, G. (1990): Unser Abfall aller Zeiten. Eine Kulturgeschichte der Städtereinigung. 2. erw. Aufl. München: Kommunalschriften-Verlag Jehle, 250 S

KOHLSTOCK, P. (2014): Kartographie: eine Einführung. 3. überarb. Aufl. Stuttgart: UTB GmbH, 237 S

KRANERT, M. (HG.) (2017): Einführung in die Kreislaufwirtschaft. Planung – Recht – Verfahren. 5. Aufl. Wiesbaden: Springer Verlag, 832 S

KRANZINGER, L.; SCHOPF, K.; POMBERGER, R.; PUNESCH, E. (2017): Case study: Is the 'catch-all-plastics bin' useful in unlocking the hidden resource potential in the residual waste collection system? In: Waste Management & Research, 35, 2, S. 155 – 162

KREINDL, G. (O.J.): Herausforderungen der NIR-Sortierung von gemischten Abfällen aus Industrie und Gewerbe. Institut für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik. 8 S

MARTENS, H. (2011): Recyclingtechnik. Fachbuch für Lehre und Praxis. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 345 S

MEADOWS, DE.; MEADOWS, DO.; ZAHN, E; MILLING, P. (1972): Die Grenzen des Wachstums: Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt, 180 S

MITTERMAYR, R.; KLÜNSNER, S. (2019): Smart Waste – Wie Digitalisierung und IoT die Welt des Abfalls verändern. In: Thiel, S.; Holm, O.; Thomé-Kozmiensky, E.; Goldmann, D.; Friedrich, B. (Hg.): Recycling und Rohstoffe – Band 12. Neuruppin: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH, S. 15 – 24

OBERMEIER, T.; LEHMANN, S. (2019): Recyclingquoten – Wo stehen Deutschland, Österreich und die Schweiz mit dem neuen Recyclingverfahren im Blick auf die EU-Ziele? . In: Thiel, S.; Holm, O.; Thomé-Kozmiensky, E.; Goldmann, D.; Friedrich, B. (Hg.): Recycling und Rohstoffe – Band 12. Neuruppin: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH, S. 85 – 98

POMBERGER, R.; SARC, R.; LORBER, K. (2017): Dynamic visualisation of municipal waste management performance in the EU using Ternary Diagram method. In: Waste Management, 61, S. 558-571

POMBERGER, R. (2019): Siedlungsabfallaufkommen nach Ländern_2017_Update2019. Datentabelle.

ROTH, J. (2005): Die steirischen Entsorgungsbetriebe: Vom Mülltransporteur zur High-tech-Branche. In: Himmel, W. (Hg.): 50 Jahre Abfallwirtschaft in der Steiermark. Graz: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, S. 217-224

SACHS, J. (2015): The Age of Sustainable Development. New York: Columbia Univ. Press, 543 S

SALHOFER, S. (2001): Kommunale Abfallentsorgungslogistik. Planung, Gestaltung und Bewertung entsorgungslogistischer Systeme für kommunale Abfälle. Berlin: Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., 287 S.

UEPPING, R. (2013): Sensorgestützte Sortiertechnik. In: Thomé-Kozmiensky, K.; Goldmann, D. (Hg.): Recycling und Rohstoffe – Band 6. Neuruppin: Karl Thomé-Kozmiensky Verlag, S. 372 - 381

VERORDNUNG DES BUNDESMINISTERS FÜR UMWELT ÜBER DIE ABLAGERUNG VON ABFÄLLEN (DEPONIEVERORDNUNG 2004). In: BGBl. Nr. 164/1996

VERORDNUNG DES BUNDESMINISTERS FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT ÜBER DEPONIEN (DEPONIEVERORDNUNG 2008 – DVO 2008). In: BGBl. II Nr. 39/2008

VERORDNUNG DES BUNDESMINISTERS FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT ÜBER DIE VERMEIDUNG UND VERWERTUNG VON VERPACKUNGSABFÄLLEN UND BESTIMMTEN WARENRESTEN (VERPACKUNGSVERORDNUNG 2014). In: BGBl. II Nr. 184/2014

VERORDNUNG DES BUNDESMINISTERS FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE ÜBER DIE GETRENNTE SAMMLUNG BIOGENER ABFÄLLE (1992). In: BGBl.Nr. 68/1992

WILTS, H.; BERG, H. (2019): Digitale Transformation als Wegbereiter ressourcenschonender Stoffkreisläufe. In: Flamme, S.; Gellenbeck, K.; Kranert, M.; Nelles, M.; Quicker, P.; Rotter, V. (Hg.): 16. Münsteraner Abfallwirtschaftstage. Münsteraner Schriften zur Abfallwirtschaft. Band 18. Ibbenbüren: IVD GmbH & Co. KG, S. 51 – 60

Online

320°-DEUTSCHLANDS ONLINE-MAGAZIN FÜR DIE RECYCLINGWIRTSCHAFT (HG.) (2018): Kaum Preisänderungen am Altpapiermarkt. <https://320grad.de/kaum-preisaenderungen-am-altpapiermarkt/>, zuletzt zugegriffen am 24.02.2020

320°-DEUTSCHLANDS ONLINE-MAGAZIN FÜR DIE RECYCLINGWIRTSCHAFT (HG.) (2019): Wohin mit dem europäischen Altpapierüberschuss? <https://320grad.de/wohin-mit-dem-europaeischen-altpapierueberschuss/>, zuletzt zugegriffen am 24.02.2020

320°-DEUTSCHLANDS ONLINE-MAGAZIN FÜR DIE RECYCLINGWIRTSCHAFT (HG.) (2020): Altpapierpreise im Januar: „Die Situation wird immer unangenehmer“. <https://320grad.de/altpapierpreise-im-januar-die-situation-wird-immer-unangenehmer/>, zuletzt zugegriffen am 24.02.2020

ABFALLWIRTSCHAFTSVERBAND DEUTSCHLANDSBERG (HG.) (2006): Regionaler Abfallwirtschaftsplan Deutschlandsberg. https://www.awv.steiermark.at/cms/dokumente/10020925_167063/e036c7ff/AWPI_AWV_DL_2006.pdf, zuletzt zugegriffen am 22.05.2020

ABFALLWIRTSCHAFTSVERBAND GRAZ-UMGEBUNG (HG.) (2013): Regionaler Abfallwirtschaftsplan Graz-Umgebung 2013. https://www.awv.steiermark.at/cms/dokumente/10045046_166598/0a1ca5b7/AWP_2013.pdf, zuletzt zugegriffen am 22.05.2020

ABFALLWIRTSCHAFTSVERBAND KNITTELFELD (HG.) (2009): Abfallentsorgung mit Verantwortung. Leistungsbericht des Abfallwirtschaftsverbandes Knittelfeld. https://knittelfeld.gv.at/fileadmin/_migrated/content_uploads/Abfallwirtschaftsbericht_2009_01.pdf, zuletzt zugegriffen am 08.05.2020

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA (HG.) (2005): Die Leistungen des ARA-Systems. Nachhaltigkeitsbericht und Report 2005.
https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/Leistungsreport/ARA_SYSREP_05.pdf, zuletzt zugegriffen am 04.02.2020

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA (HG.) (2006): Die Leistungen des ARA-Systems. Nachhaltigkeitsbericht und Report 2006.
https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/Leistungsreport/ARA_System_Report_2006.pdf, zuletzt zugegriffen am 04.02.2020

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA (HG.) (2007): Die Leistungen des ARA-Systems. Nachhaltigkeitsbericht und Report 2007.
https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/Leistungsreport/ARA_System_Report_2007_deutsch.pdf, zuletzt zugegriffen am 04.02.2020

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA (HG.) (2008): Leistungsreport 2008.
https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/Leistungsreport/ARA_LB_08_gesamt_end.pdf, zuletzt zugegriffen am 04.02.2020

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA (HG.) (2009): Leistungsreport 2009.
https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/Leistungsreport/ARA_Report09.pdf, zuletzt zugegriffen am 04.02.2020

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA (HG.) (2010): Leistungsreport 2010. Nachhaltigkeitsbericht.
https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/Leistungsreport/ARA_Leistungsreport2010_A4.pdf, zuletzt zugegriffen am 04.02.2020

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA (HG.) (2011): Leistungsreport 2011. Nachhaltigkeitsbericht. https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/Leistungsreport/ARA_Leistungsreport_2011_A4.pdf, zuletzt zugegriffen am 04.02.2020

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA (HG.) (2012): Leistungsreport 2012. Nachhaltigkeitsbericht. https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/Leistungsreport/WEB_ARA_Leistungsreport2012.pdf, zuletzt zugegriffen am 04.02.2020

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA (HG.) (2013): Leistungsreport 2013. Nachhaltigkeitsbericht. https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/Leistungsreport/ARA_Leistungsreport2013_WEB_A4.pdf, zuletzt zugegriffen am 04.02.2020

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA (HG.) (2014): Leistungsreport 2014. Nachhaltigkeitsbericht. https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/Leistungsreport/ARA_Leistungsreport2014_WEB_A4.pdf, zuletzt zugegriffen am 04.02.2020

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA (HG.) (2016): Transparenzbericht der ARA Gruppe 2016. Nachhaltigkeitsbericht. https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/Leistungsreport/WEB_ARA_Transparenzbericht2016.pdf, zuletzt zugegriffen am 04.02.2020

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA (HG.) (2017): Transparenzbericht der ARA Servicegruppe 2017. Nachhaltigkeitsbericht. https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/Leistungsreport/ARA_Transparenzbericht_2017.pdf, zuletzt zugegriffen am 04.02.2020

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA (HG.) (2018): Transparenzbericht 2018. Die Zukunft der Kreislaufwirtschaft. https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/ARA_Transparenzbericht_2018.pdf, zuletzt zugegriffen am 04.02.2020

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA – ARA (HG.) (2019): Transparenz- und Nachhaltigkeitsbericht 2019. https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/Leistungsreport/ARA_Transparenzbericht_2019_end.pdf, zuletzt zugegriffen am 07.05.2020

ALTSTOFF RECYCLING AUSTRIA – ARA (HG.) (O.J.): Metallverpackungen im Kreislauf.

<https://www.ara.at/kreislauf-wirtschaft/verpackungsrecycling/metallverpackungen>, zuletzt
zugegriffen am 20.01.2020

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG – FACHABTEILUNG 19D ABFALL- UND
STOFFFLUSSWIRTSCHAFT (HG.) (2005): Landes-Abfallwirtschaftsplan 2005.

[https://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/dokumente/10168245/25c78838/A-
WIS_Restm%FCII.pdf](https://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/dokumente/10168245/25c78838/A-WIS_Restm%FCII.pdf), zuletzt zugegriffen am 04.02.2020

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG – FACHABTEILUNG 19D ABFALL- UND
STOFFFLUSSWIRTSCHAFT (HG.) (2008): Kommunale Abfallwirtschaft. Tipps und Informationen

rund ums Thema „Abfallgebühren“. Was wird geleistet? Wie und was wird verrechnet?
http://www.ecoversum.at/download/Leitfaden_Abfallgebuehr.pdf, zuletzt zugegriffen am
08.05.2020

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG ABTEILUNG 14 – REFERAT ABFALL- UND RES-
SOURCENWIRTSCHAFT (HG.) (2010): Landes-Abfallwirtschaftsplan Steiermark 2010.

[https://www.kommunikation.steiermark.at/cms/doku-
mente/11696813_29767960/512d16c5/Abfallwirtschaftsplan2010.pdf](https://www.kommunikation.steiermark.at/cms/dokumente/11696813_29767960/512d16c5/Abfallwirtschaftsplan2010.pdf), zuletzt zugegriffen am
10.01.2020

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG ABTEILUNG 14 - REFERAT ABFALL- UND RES-
SOURCENWIRTSCHAFT (HG.) (2014): Restmüll-Splittinganlagen. Mechanische Aufbereitung von

gemischten Siedlungsabfällen. [abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/bei-
trag/10168265/134978473/](https://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/beitrag/10168265/134978473/), zuletzt zugegriffen am 14.01.2020

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG ABTEILUNG 14 - REFERAT ABFALL- UND RES-
SOURCENWIRTSCHAFT (HG.) (2017): Mechanisch-biologische Restabfallbehandlung. Behand-
lungsanlagen.

[https://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/bei-
trag/10168270/135090085/](https://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/beitrag/10168270/135090085/), zuletzt zugegriffen am 14.01.2020

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG ABTEILUNG 14 – REFERAT ABFALL- UND RESOURCENWIRTSCHAFT (HG.) (2019A): Landes – Abfallwirtschaftsplan Steiermark 2019. Planungsperiode 2019 bis 2024. https://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/dokumente/10177492_136114083/c1d2cdf8/LAWP2019-20200125_WEB_SRGB.pdf, zuletzt zugegriffen am 07.12.2019

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG – A12 WIRTSCHAFT, TOURISMUS, SPORT (HG.) (2019D): Tourismusstatistik - Touristische Bezirksprofile 2018. <https://www.verwaltung.steiermark.at/cms/ziel/117401915/DE/>, zuletzt zugegriffen am 10.01.2020

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG – ABTEILUNG 17 LANDES- UND REGIONAL-ENTWICKLUNG (HG.) (2019E): Steiermark Wintertourismus 2018/19. https://www.landesentwicklung.steiermark.at/cms/dokumente/12658765_141979497/a4c6a0f9/Heft%207-2019%2C%20Wintertourismus%202018-19.pdf, zuletzt zugegriffen am 14.05.2020

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (HG.) (O.J.): Dachverband der Steirischen Abfallwirtschaftsverbände. <https://www.awv.steiermark.at/cms/ziel/43528/DE/>, zuletzt zugegriffen am 05.01.2020

AUSTRIA GLAS RECYCLING (HG.) (O.J.): Glas recyceln – Aus alten Glasverpackungen werden neue. <https://www.agr.at/glasrecycling/glas-recyceln>, zuletzt zugegriffen am 15.01.2020

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT - BMLFUW (HG.) (2001): Bundes-Abfallwirtschaftsplan. Bundesabfallbericht 2001. <https://www.bmlrt.gv.at/dam/jcr:5df53c6d-13d8-4d28-b1bd-ca9b1855d51e/BAWP%202001.pdf>, zuletzt zugegriffen am 12.05.2020

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT – BMLFUW (HG.) (2006): Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2006. https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXII/III/III_00237/imfname_069126.pdf, zuletzt zugegriffen am 12.05.2020

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT - BMLFUW (HG.) (2015): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich. Statusbericht 2015.

https://www.bmlrt.gv.at/dam/jcr:dcb379ae-9512-4c8f-bfb9-d4b0409fa238/AW_Statusbericht_2015_final.pdf, zuletzt zugegriffen am 12.05.2020

BUNDESMINISTERIUM FÜR NACHHALTIGKEIT UND TOURISMUS (HG.) (2011): Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2011.

https://www.bmlrt.gv.at/dam/jcr:ba43e833-0fce-45b4-8483-0c7f1268d769/BAWP_2011_Teil_2_2012.07.25%5B1%5D.pdf, zuletzt zugegriffen am 12.05.2020

BUNDESMINISTERIUM FÜR NACHHALTIGKEIT UND TOURISMUS (HG.) (2017): Bundesabfallwirtschaftsplan 2017. Teil 1.

https://www.bmlrt.gv.at/dam/jcr:d4d1d849-1d34-452d-95b4-2a1af1bc138d/BAWPL_2017_Teil_1_Ver%C3%B6ffentlichung%202018-01-05_BMNT.pdf, zuletzt zugegriffen am 12.05.2020

BUNDESMINISTERIUM FÜR NACHHALTIGKEIT UND TOURISMUS (HG.) (2018A): Veröffentlichung gemäß § Abs. letzter Satz AWG. Stand: 1. November 2018. Genehmigte Sammel- und Verwertungssysteme für Altbatterien und -Akkumulatoren (§ AWG).

https://www.bmlrt.gv.at/umwelt/abfall-ressourcen/batterien/sammel-verwertungssysteme/altbatterien_systeme.html

BUNDESMINISTERIUM FÜR NACHHALTIGKEIT UND TOURISMUS (HG.) (2018B): Veröffentlichung gemäß § Abs. letzter Satz AWG. Stand: 1. November 2018. Genehmigte Sammel- und Verwertungssysteme für elektrische und elektronische Altgeräte (§ AWG)

https://www.bmlrt.gv.at/umwelt/abfall-ressourcen/elektroaltgeraete/sammel-verwertungsskuehlgeraete/eag_systeme.html

BUNDESMINISTERIUM FÜR NACHHALTIGKEIT UND TOURISMUS (HG.) (2018C): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich. Statusbericht 2018. https://www.arge.at/Downloads/2_BAWPL_Statusbericht%202018.pdf, zuletzt zugegriffen am 12.05.2020

BUNDESMINISTERIUM FÜR NACHHALTIGKEIT UND TOURISMUS (HG.) (2019A): Veröffentlichung gemäß § 29 Abs. 4 Letzter Satz AWG 2002. Stand: 1. Juli 2019. Genehmigte Sammel- und Verwertungssysteme für Haushaltsverpackungen (§ 29 bzw. § 78 Abs. 20 AWG 2002). <https://www.bmlrt.gv.at/umwelt/abfall-ressourcen/verpackungen/sammel-verwertungssysteme/verpackungssysteme.html>, zuletzt zugegriffen 07.05.2020

BUNDESMINISTERIUM FÜR NACHHALTIGKEIT UND TOURISMUS (HG.) (2019B): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich. Statusbericht 2019. https://www.bmlrt.gv.at/dam/jcr:909b907d-e688-4572-afcd-6f6727573014/BAWP_Statusbericht_2019.pdf, zuletzt zugegriffen am 12.05.2020

BUNDESMINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, ENERGIE, MOBILITÄT, INNOVATION UND TECHNOLOGIE – BUNDESMINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ (HG.) (2020): Möglichkeiten zur Umsetzung der EU-Vorgaben betreffend Getränkegebinde, Pfandsysteme und Mehrweg. http://www.bmvit.gv.at/dam/jcr:a97d06e2-d302-449a-83e3-e14e0815b45a/20200131_BMK_Studie-Getr%C3%A4nkegebinde-Endbericht%20FINAL.pdf, zuletzt zugegriffen am 12.05.2020

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT (HG.) (2018): Abfallwirtschaft in Deutschland 2018. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/abfallwirtschaft_2018_de.pdf, zuletzt zugegriffen am 30.01.2020

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, SEKTION III (HG.) (1995): Bundes-Abfallwirtschaftsplan. Bundesabfallbericht 1995. https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XIX/III/III_00042/imfname_538299.pdf, zuletzt zugegriffen am 11.05.2020

DER RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT (HG.) (1975): Richtlinie des Rates vom 15. Juli 1975 über Abfälle (75/442/EWG). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31975L0442&from=DE>, zuletzt zugegriffen am 15.03.2020

DER RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT (HG.) (1999): Richtlinie 1999/31/EG des Rates vom 26. April 1999 über Abfalldeponien.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0031&from=DE>, zuletzt zugegriffen am 19.05.2020

DESTATIS – STATISTISCHES BUNDESAMT (HG.) (2020): Abfallwirtschaft.

https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/_inhalt.html, zuletzt zugegriffen am 30.01.2020

ECOPLAST (HG.) (2013): Recycling – Kreislauf.

<http://www.ecoplast.com/index.php/recycling/kreislauf/>, zuletzt zugegriffen am 15.01.2020

ELEKTROALTGERÄTE KOORDINIERUNGSSTELLE AUSTRIA GMBH – EAK (HG.) (2018): Elektroaltgeräte Koordinierungsstelle Austria GmbH Tätigkeitsbericht 2018.

https://www.eak-austria.at/presse/TB/Taetigkeitsbericht_2018.pdf, zuletzt zugegriffen am 04.05.2020

ELEKTROALTGERÄTE KOORDINIERUNGSSTELLE AUSTRIA GMBH – EAK (HG.) (2017): Elektroaltgeräte Koordinierungsstelle Austria GmbH Tätigkeitsbericht 2017.

https://www.eak-austria.at/presse/TB/Taetigkeitsbericht_2017.pdf, zuletzt zugegriffen am 04.05.2020

EUROPÄISCHE KOMMISSION (HG.) (2006): Strategie für Abfallvermeidung und -recycling.

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:l28168&from=DE>, letzter Zugriff am 14.11.2019

EUROPÄISCHE KOMMISSION (HG.) (2015): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Den Kreislauf schließen – Ein Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614>, zuletzt zugegriffen am 12.12.2019

EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT (HG.) (1994): Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 1994 über Verpackungen und Verpackungsabfälle. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A31994L0062>, zuletzt zugegriffen am 11.11.2019

EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT (HG.) (2006): Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. September 2006 über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Alttakkumulatoren und zur Aufhebung der Richtlinie 91/157/EWG. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0066&from=DE>, zuletzt zugegriffen am 05.05.2020

EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT (HG.) (2008): Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32008L0098>, zuletzt zugegriffen am 11.11.2019

EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT (HG.) (2011): Beschluss der Kommission vom 18. November 2011 mit Vorschriften und Berechnungsmethoden für die Überprüfung der Einhaltung der Zielvorgaben gemäß Artikel 11 Absatz 2 der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32011D0753>, zuletzt zugegriffen 11.11.2019

EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT (HG.) (2012): Richtlinie 2012/19/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0019&from=DE>, zuletzt zugegriffen am 05.05.202

EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT (HG.) (2014): Beschluss der Kommission vom 18. Dezember 2014 zur Änderung der Entscheidung 2000/532/EG über ein Abfallverzeichnis gemäß der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32014D0955>, zuletzt zugegriffen am 11.11.2019

EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT (HG.) (2018A): Richtlinie (EU) 2018/851 des Europäischen Parlaments und Rates von 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L0851&from=EN>, zuletzt zugegriffen am 07.12.2019

EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT (HG.) (2018B): Richtlinie (EU) 2018/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=LEGISSUM%3A121207>, zuletzt zugegriffen am 12.12.2019

EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT (HG.) (2018C): Kreislaufwirtschaft: Definitionen und Vorteile.

<https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/economy/20151201STO05603/kreislaufwirtschaft-definition-und-vorteile>, zuletzt zugegriffen am 12.12.2019

EUROPÄISCHES PARLAMENT – VERBINDUNGSBÜRO IN ÖSTERREICH (HG.) (2018D): Abfallwirtschaft in der EU: Zahlen und Fakten. <https://www.europarl.europa.eu/austria/de/aktuell-presse/meldungen/meldungen-2018/april-2018/pr-2018-april-1.html>, zuletzt zugegriffen 30.01.2020

EUROPÄISCHE UNION (HG.) (2019): Verordnungen, Richtlinien und sonstige Rechtsakte. https://europa.eu/european-union/eu-law/legal-acts_de, zuletzt zugegriffen am 07.12.2019

EUROSTAT (HG.) (2019A): Municipal waste statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistics#Municipal_waste_treatment, zuletzt zugegriffen am 30.01.2020

EUROSTAT (HG.) (2019B): European Statistics. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>, zuletzt zugegriffen am 11.05.2020

EU-RECYCLING (HG.) (2018): EU-Abfallwirtschaft mit Lücken und Herausforderungen. <https://eu-recycling.com/Archive/21720>, zuletzt zugegriffen am 12.05.2020

EU-RECYCLING (HG.) (2019): Chemisches Recycling – ein Lösungsweg für das Recycling von Mischkunststoffen? <https://eu-recycling.com/Archive/25138>, zuletzt zugegriffen am 13.05.2020

KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (HG.) (2004): Grünbuch zu öffentlich-privaten Partnerschaften und den gemeinschaftlichen Rechtsvorschriften für öffentliche Aufträge und Konzessionen. <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/94a3f02f-ab6a-47ed-b6b2-7de60830625e>, zuletzt zugegriffen am 05.01.2020

OMV (HG.) (2018): Factsheet ReOil.
https://www.omv.com/services/downloads/00/omv.com/1522138335117/Factsheet%20ReOil_de, zuletzt zugegriffen am 10.05.2020

OPEN DATA ÖSTERREICH (HG.) (2020): Katalog Abfallwirtschaftsverbände Steiermark. Abfallwirtschaftsverbände – Gemeindezuordnung. <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/1babff80-a2a4-11e3-a5e2-0800200c9a66>, zuletzt zugegriffen 11.01.2020

ROSER, M.; RITCHIE, H.; ORTIZ-OSPINA (2020): World Population Growth.
<https://ourworldindata.org/world-population-growth>, zuletzt zugegriffen am 15.03.2020

STATISTIK AUSTRIA (HG.) (2019A): Einwohnerzahl 1.1.2019 nach Gemeinden mit Status, Gebietsstand 1.1.2019.
https://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_PDF_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=104037, zuletzt zugegriffen am 03.03.2020

STATISTIK AUSTRIA (HG.) (2019B): Dauersiedlungsraum der Gemeinden, Politischen Bezirke und Bundesländer, Gebietsstand 1.1.2019.
https://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_NATIVE_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=076826, zuletzt zugegriffen am 03.03.2020

THERMOTTEAM (HG.) (O.J.): Abfallverwertung.
http://www.thermoteam.at/cms/front_content.php?idart=3&idcat=4&lang=1, zuletzt zugegriffen am 14.01.2020

UMWELTBUNDESAMT (HG.) (2006): Abfallverbrennung in Österreich. Statusbericht 2006.
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0113.pdf>, zuletzt zugegriffen am 14.01.2020

UMWELTBUNDESAMT (HG.) (2009): Abfallbehandlung.
<https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/abfall/behandlung/>, zuletzt zugegriffen am 24.01.2020

UMWELTBUNDESAMT - DEUTSCHLAND (HG.) (2019): Abfallaufkommen.
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/abfallaufkommen>, zuletzt zugegriffen am 30.01.2020

Anhang

A.1 Europäisches Abfallverzeichnis (2014) nach gewählten Siedlungsabfällen

Für die Ermittlung der Recyclingquoten innerhalb der Recycling-Ziele der Europäischen Abfallrahmenrichtlinie (2018) wurden jene Siedlungsabfälle für die Berechnung genau definiert, um innerhalb der Mitgliedstaaten eine Vereinheitlichung zu garantieren. (EU 2018a, S. 111) Die ausgewählten Abfälle für die Darstellung der Recyclingquotenentwicklung und –prognose in der Steiermark sind in den folgenden Abbildungen A.1 bis A.3 nach dem europäischen Abfallverzeichnis (2014) detailliert aufgelistet.

15	VERPACKUNGSABFALL, AUFSAUGMASSEN, WISCHTÜCHER, FILTERMATERIALIEN UND SCHUTZKLEIDUNG (A. N. G.)
15 01	Verpackungen (einschließlich getrennt gesammelter kommunaler Verpackungsabfälle)
15 01 01	Verpackungen aus Papier und Pappe
15 01 02	Verpackungen aus Kunststoff
15 01 03	Verpackungen aus Holz
15 01 04	Verpackungen aus Metall
15 01 05	Verbundverpackungen
15 01 06	gemischte Verpackungen
15 01 07	Verpackungen aus Glas
15 01 09	Verpackungen aus Textilien
15 01 10*	Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind
15 01 11*	Verpackungen aus Metall, die eine gefährliche feste poröse Matrix (z. B. Asbest) enthalten, einschließlich geleerter Druckbehälter

Abbildung A. 1: Kapitel 15 des europäischen Abfallverzeichnis 2014 (Quelle: EU 2014, S. 74)

20	SIEDLUNGSABFÄLLE (HAUSHALTSABFÄLLE UND ÄHNLICHE GEWERBLICHE UND INDUSTRIELLE ABFÄLLE SOWIE ABFÄLLE AUS EINRICHTUNGEN), EINSCHLIESSLICH GETRENNT GESAMMELTER FRAKTIONEN
20 01	Getrennt gesammelte Fraktionen (außer 15 01)
20 01 01	Papier und Pappe
20 01 02	Glas
20 01 08	biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle
20 01 10	Bekleidung
20 01 11	Textilien
20 01 13*	Lösemittel
20 01 14*	Säuren
20 01 15*	Laugen
20 01 17*	Fotochemikalien
20 01 19*	Pestizide
20 01 21*	Leuchtstoffröhren und andere quecksilberhaltige Abfälle
20 01 23*	gebrauchte Geräte, die Fluorchlorkohlenwasserstoffe enthalten
20 01 25	Speiseöle und -fette
20 01 26*	Öle und fette mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 25 fallen
20 01 27*	Farben, Druckfarben, Klebstoffe und Kunstharze, die gefährliche Stoffe enthalten
20 01 28	Farben, Druckfarben, Klebstoffe und Kunstharze mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 27 fallen
20 01 29*	Reinigungsmittel, die gefährliche Stoffe enthalten
20 01 30	Reinigungsmittel mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 29 fallen
20 01 31*	zytotoxische und zytostatische Arzneimittel
20 01 32	Arzneimittel mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 31 fallen
20 01 33*	Batterien und Akkumulatoren, die unter 16 06 01, 16 06 02 oder 16 06 03 fallen, sowie gemischte Batterien und Akkumulatoren, die solche Batterien enthalten
20 01 34	Batterien und Akkumulatoren mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 33 fallen
20 01 35*	gebrauchte elektrische und elektronische Geräte, die gefährliche Bauteile (*) enthalten, mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 21 und 20 01 23 fallen

Abbildung A. 2: Kapitel 20 des europäischen Abfallverzeichnis 2014 (Quelle: EU 2014, S. 85)

20 01 36	gebrauchte elektrische und elektronische Geräte mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 21, 20 01 23 und 20 01 35 fallen
20 01 37*	Holz, das gefährliche Stoffe enthält
20 01 38	Holz mit Ausnahme desjenigen, das unter 20 01 37 fällt
20 01 39	Kunststoffe
20 01 40	Metalle
20 01 41	Abfälle aus der Reinigung von Schornsteinen
20 01 99	sonstige Fraktionen a. n. g.
20 02	Garten- und Parkabfälle (einschließlich Friedhofsabfälle)
20 02 01	biologisch abbaubare Abfälle
20 02 02	Boden und Steine
20 02 03	andere nicht biologisch abbaubare Abfälle
20 03	Andere Siedlungsabfälle
20 03 01	gemischte Siedlungsabfälle
20 03 02	Marktabfälle
20 03 03	Straßenkehricht
20 03 04	Fäkalschlamm
20 03 06	Abfälle aus der Kanalreinigung
20 03 07	Sperrmüll
20 03 99	Siedlungsabfälle a. n. g.

(*) Gefährliche Bauteile elektrischer und elektronischer Geräte umfassen z. B. Akkumulatoren und Batterien, die unter 16 06 aufgeführt und als gefährlich eingestuft sind, Quecksilberschalter, Glas aus Kathodenstrahlröhren und sonstiges beschichtetes Glas.

Abbildung A. 3: Kapitel 20 des europäischen Abfallverzeichnis 2014 (Quelle: EU 2014, S. 86)

A.2 Daten zur Recyclingquotenentwicklung und -prognose auf Landesebene

In den nachfolgenden Abbildungen werden die wichtigsten, aber nicht alle Datentabellen zusammenfassend dargestellt, die für die Berechnung der Recyclingquoten auf Landesebene innerhalb der Arbeit verwendet wurden. Die Quellen der Daten sind aus der Tabelle in Kapitel 7.2. (Tab. 8) zu entnehmen.

Entwicklung und Prognose der Recyclingquotenentwicklung nach Siedlungsabfallaufkommen								
	Entwicklung							Quelle
	Gesamtaufkommen	Recycling inkl Kompostierung	Verbrennung	Deponierung	Recyc %	Verbr %	Dep %	
2017	521795	306438	211729	1000	58,7	40,6	0,7	Statusbericht 2019
2016	548300	334700	180600	3900	61,0	38,3	0,7	LAWP 2019
2015	541500	297100	244800	500	54,9	45,2	0,1	BAWP 2017
2014	544700	297100	199400	1000	54,5	36,6	0,2	Statusbericht 2015
2009	492800	262700	213800	2600	53,3	43,4	0,5	BAWP 2011
2004	425533	249917	80752	83000	58,7	19,0	22,3	BAWP 2006
1999	404711	222591	0	182120	55,0	0,0	45,0	BAWP 2001
1997	391194	207332	0	183862	53,0	0,0	47,0	Schätzung -> Gesamtabfallaufkommen Statistik Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019b
1995	354978	186680	0	168298	52,0	0,0	48,0	Schätzung -> Gesamtabfallaufkommen Statistik Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019b
1993	308098	154700	0	150900	50,2	0,0	49,0	BAWP 1995

Abbildung A. 4: Daten zur Recyclingquotenentwicklung des Siedlungsabfalls in der Steiermark (Quelle: eigene Darstellung 2020)

30						
31						
32				Wachstum		Recycling%
33				absolut	4 Jahre	4,18
34				absolut	14 Jahre	8,52
35				durchschnittliche Prozentzunahme pro Jahr in den 4 Jahren		1,05
36				durchschnittliche Prozentzunahme pro Jahr in den 14 Jahren		0,61
37						
38				Prognose der Recyclingquotenentwicklung Siedlungsabfälle		
39				Recyc %	Verbrenn %	Dep %
40	2018			59	40	1
41	2019			60	39	1
42	2020			61	38	1
43	2021			61	38	1
44	2022			62	37	1
45	2023			62	37	1
46	2024			63	36	1
47	2025			64	35	1
48	2026			64	35	1
49	2027			65	34	1
50	2028			65	34	1
51	2029			66	33	1
52	2030			67	32	1
53	2031			67	32	1
54	2032			68	31	1
55	2033			68	31	1
56	2034			69	30	1
57	2035			70	29	1

Abbildung A. 5: Daten zur Prognose der Recyclingquotenentwicklung bis 2035 (Quelle: eigene Darstellung 2020)

Entwicklung													
Quelle:		ARA-Leistungsberichte											
Papier		Verwertung				Leichtverpackung		Verwertung					
Aufkommen		stofflich		%		Beseitigung %		Aufkommen		%		thermisch %	
2005		324354		324354	100	0		168010	61632	36,68		83162	63,32
2006		336326		336326	100	0		189682	69323	36,55		86266	63,45
2007		344116		344116	100	0		199078	72128	36,23		91991	63,77
2008		346133		346133	100	0		203253	73730	36,27		94081	63,73
2009		340618		340618	100	0		205933	71673	34,80		98466	65,19
2010		342784		342784	100	0		215165	76594	35,60		101748	64,40
2011		335805		335805	100	0		220136	75949	34,50		106414	65,50
2012		332672		332672	100	0		219016	74794	34,15		105162	65,85
2013		329485		329485	100	0		222313	76476	34,40		145837	65,60
2014		337113		337113	100	0		225513	75772	33,60		149741	66,40
2015		314800		313600	99,62	0,38		207000	69552	33,60		137448	66,40
2016		290300		286300	98,62	1,38		209700	70459	33,60		139241	66,40
2017		275000		269000	97,82	2,18		205000	68470	33,40		136530	66,60
									Ab 2013 wurde die stoffliche und energetische Verwertung in den				
									Daher ab 2013: Aufkommen Quelle Leistungsberichte ARA und Recyclingquoten Quelle Eurostat 2019				

Abbildung A. 6: Daten zur Recyclingquotenentwicklung von Papier- und Leichtverpackungen (Quelle: eigene Darstellung 2020)

Metall				Glas			
Aufkommen	Verwertung			Aufkommen	Verwertung		
	stofflich	%	Thermisch %		stofflich	%	thermisch %
40821	31150	76,31	23,69	195552	181863	93,00	7,00
41813	31460	75,24	24,76	201851	195356	96,78	3,22
41129	32112	78,08	21,92	205035	198405	96,77	3,23
41101	33416	81,30	18,70	211887	205857	97,15	2,85
40558	32205	79,40	20,60	214431	208621	97,29	2,71
40340	32854	81,44	18,56	216138	209904	97,12	2,88
39801	32335	81,24	18,76	218875	211848	96,79	3,21
39836	33771	84,78	15,22	218967	212625	97,10	2,90
41465	34898	84,16	15,84	223257	216562	97,00	3,00
41441	34262	82,68	17,32	221733	215373	97,13	2,87
33000	27800	84,24	15,76	205000	198000	96,59	3,41
31500	25200	80,00	20,00	202900	197000	97,09	2,91
31000	25000	80,65	19,35	189000	185000	97,88	2,12

Abbildung A. 7: Daten zur Recyclingquotenentwicklung von Metall- und Glasverpackungen (Quelle: eigene Darstellung 2020)

	Verpackungsabfälle gesamt		% Beseitigung
	stofflich	thermisch	
2005	76,50	23,50	0,00
2006	77,14	22,86	0,00
2007	77,77	22,23	0,00
2008	78,68	21,32	0,00
2009	77,87	22,12	0,00
2010	78,54	21,46	0,00
2011	78,13	21,87	0,00
2012	79,01	20,99	0,00
2013	78,89	21,11	0,00
2014	78,35	21,65	0,00
2015	78,51	21,49	0,00
2016	77,33	22,67	0,00
2017	77,44	22,56	0,00

Abbildung A. 8: Daten zur Recyclingquotenentwicklung von den gesamten Verpackungsabfällen (Quelle: eigene Darstellung 2020)

Prognose				Recycling%	Verbrennung%	Deponierung%
Verpackungen	durchschnittliches prozentuelles Wachstum 12 Jahre			0,08	-0,079	0
	Recycling%	Verbrennung%	Deponierung%			
2018	77,51	22,48	0,00			
2019	77,59	22,40	0,00			
2020	77,67	22,32	0,00			
2021	77,75	22,25	0,00			
2022	77,83	22,17	0,00			
2023	77,91	22,09	0,00			
2024	77,98	22,01	0,00			
2025	78,06	21,93	0,00			
2026	78,14	21,85	0,00			
2027	78,22	21,77	0,00			
2028	78,30	21,70	0,00			
2029	78,38	21,62	0,00			
2030	78,45	21,54	0,00			
2031	78,53	21,46	0,00			
2032	78,61	21,38	0,00			
2033	78,69	21,30	0,00			
2034	78,77	21,22	0,00			
2035	78,84	21,15	0,00			

Abbildung A. 9: Daten zur Prognose der Recyclingquotenentwicklung von den gesamten Verpackungsabfällen bis 2035 (Quelle: eigene Darstellung 2020)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Entwicklung	Restmüll	gesamt	Recycling	%	Verbrennung	%	Deponierung	%	Verlust	%		
2003	135000	759	0,6	0	0,0	125803	93,2	8438	6,3	LAWP 2005	S. 4	
2004	135000	4054	3,0	56831	42,1	55712	41,3	18403	13,6	LAWP 2005	S. 5	
2008	253769	8930	3,5	116646	46,0	66462	26,2	61731	24,3	LAWP 2010	S. 62	
2009	151415	7722	5,1	106748	70,5	7571	5,0	29375	19,4	Schätzung --> Gesamtabfallaufkommen nach Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c		
2012	155851	7013	4,5	115953	74,4	6390	4,1	26495	17,0	Schätzung --> Gesamtabfallaufkommen nach Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c		
2014	156159	6403	4,1	118681	76,0	4997	3,2	26079	16,7	Schätzung --> Gesamtabfallaufkommen nach Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2019c		
2016	155700	6100	3,9	118300	76,0	3400	2,2	27900	17,9	LAWP 2019	S. 55	
		neue Gesamtmenge (ohne Verlustmenge = als 100%)										
2003	126562	759	0,6	0	0,0	125803	99,4					
2004	116597	4054	3,5	56831	48,7	55712	47,8					
2008	192038	8930	4,7	116646	60,7	66462	34,6					
2009	122040	7722	6,3	106748	87,5	7571	6,2					
2012	129356	7013	5,4	115953	89,6	6390	4,9					
2014	130080	6403	4,8	118681	91,2	4997	3,9					
2016	127800	6100	4,9	118300	92,6	3400	2,6					
	stoff	Verbrennung	Deponierung									
2003	0,6	0,0	99,4									
2004	3,5	48,7	47,8									
2008	4,7	60,7	34,6									
2009	6,3	87,5	6,2									
2012	5,4	89,6	4,9									
2014	4,8	91,2	3,9									
2016	4,9	92,6	2,6									

Abbildung A. 10: Daten zur Recyclingquotenentwicklung von den gemischten Siedlungsabfällen (Quelle: eigene Darstellung 2020)

Prognose	Restmüll								
			Recyc %	Verbr %	Dep%				
8 Jahre			0,250	31,825	-32,009	Entwicklung wird für Restmüll nicht mehr so massiv sein (besonders Deponierung und Verbrennung), wie für die letzten 13 Jahre	Unrealistisch		
13 Jahre			4,300	92,567	-96,800				
durchschnittliche Wachstumsrate 8 Jahre			0,031	3,978	-4,001				
durchschnittliche Wachstumsrate 13 Jahre			0,331	7,121	-7,446				
Schätzung Deponierung					-0,08				
durchschn. Wachstumsraten für Prognose			0,031		-0,08				
			Recyc %	Verbrenn %	Dep %				
2017			4,9	92,55	2,52				
2018			5,0	92,60	2,44				
2019			5,0	92,65	2,36				
2020			5,0	92,70	2,28				
2021			5,1	92,74	2,20				
2022			5,1	92,79	2,12				
2023			5,1	92,84	2,04				
2024			5,1	92,89	1,96				
2025			5,2	92,94	1,88				
2026			5,2	92,99	1,80				
2027			5,2	93,04	1,72				
2028			5,3	93,09	1,64				
2029			5,3	93,13	1,56				
2030			5,3	93,18	1,48				
2031			5,4	93,23	1,40				
2032			5,4	93,28	1,32				
2033			5,4	93,33	1,24				
2034			5,5	93,38	1,16				
2035			5,5	93,43	1,08				

Abbildung A. 11: Daten zur Prognose der Recyclingquotenentwicklung von den gemischten Siedlungsabfällen (Quelle: eigene Darstellung 2020)

A.3 Daten zur Sammelquotenentwicklung und -prognose auf Abfallwirtschaftsverbandsebene

Hier sind die zusammengefassten und bearbeiteten Daten zur Sammelquotenentwicklung und –prognose für die Darstellung in den thematischen Karten zu finden. Die Quellen der Daten beziehen sich auf Rohdaten aus den Tabellen, die vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung zur Verfügung gestellt wurden. (2019b; 2019c)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	1995	Menge (to)		Mengenanteil (to)		Menge (to)	Mengenanteil in %		Bewertung nach Altstoffe	
	AWV	Gesamt (RM+VP+Altstoffe)	Altstoffe	Verpackungen	Restmüll	Verp + Altstoffe	Verp + Altstoffe	Restmüll		
	Deutschlandsberg	11537,33	1562,63	4626,40	5348,30	6189,03	54	46	4	
	Feldbach	10077,40	1115,11	4874,24	4088,05	5989,35	59	41	3	
	Fürstenfeld	3674,75	127,22	1981,96	1565,57	2109,18	57	43	3	
	Graz	76076,33	326,33	34919,00	40831,00	35245,33	46	54	5	
	Graz-Umgebung	22080,80	1128,46	11084,04	9868,30	12212,50	55	45	3	
	Hartberg	9888,38	1319,90	4305,34	4263,14	5625,24	57	43	3	
	Judenburg	9532,03	453,23	4202,40	4876,40	4655,63	49	51	5	
	Knittelfeld	6453,44	55,09	2468,35	3930,00	2523,44	39	61	5	
1	Leibnitz	12976,89	1878,63	5604,75	5493,51	7483,38	58	42	3	
2	Leoben	17672,24	1449,41	6929,77	9293,06	8379,18	47	53	5	
3	Liezen	13666,98	1266,58	4856,90	7543,50	6123,48	45	55	5	
4	Murau	5134,61	76,00	2289,38	2769,23	2365,38	46	54	5	
5	Mürzverband	22161,49	1479,41	9972,48	10709,60	11451,89	52	48	4	
5	Radkersburg	4923,37	580,12	1802,97	2540,28	2383,09	48	52	5	
7	Schladming	6649,35	1047,51	2478,13	3123,71	3525,64	53	47	4	
3	Voitsberg	12532,86	279,74	4244,04	8009,08	4523,78	36	64	5	
3	Weiz	15224,61	2210,61	6209,00	6805,00	8419,61	55	45	3	
2	STMK	260262,86	16355,98	112849,15	131057,73	129205,13	50	50	4	
1										
2										
3										
4						>65	1			
5						60-65	2			
6						55-59	3			
7						50-54	4			
8						<50	5			

Abbildung A. 12: Daten zur Sammelquotenentwicklung 1995 (Quelle: eigene Darstellung 2020)

