

Fachbereich 1 – Life Sciences and Engineering
Studiengang Umweltschutz

**Optimierung der kommunalen Bioabfallerfassung mit
dem Ziel der Mengensteigerung organischer Abfälle**

Bachelorarbeit

vorgelegt am 17.02.2011

von

Eckert, Matthias

Matrikel-Nr.: 193174

durchgeführt beim Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)

Arbeit eingereicht am:

Arbeit entgegengenommen am:

Durch:

Angenommen als Bachelorarbeit

Bingen, den

(Betreuender Professor)

Betreuer (FH): Prof. Dr.-Ing. Karlheinz Scheffold

Betreuer (extern): Dipl.-Ing. (FH) Volker Kummer, Hessisches Landesamt
für Umwelt und Geologie (HLUG), Rheingaustraße 186,
65203 Wiesbaden

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die zur Erstellung dieser Bachelorarbeit beigetragen haben.

Bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Karlheinz Scheffold für die umfassende Betreuung während der Bachelorarbeit und die umfangreichen Informationen zu Kapitel 3 dieser Arbeit.

Des Weiteren möchte ich mich bei meinem Betreuer des Hessischen Landesamtes Dipl.-Ing. Volker Kummer bedanken, der mich bei der Erstellung der Arbeit mit großem Engagement unterstützt hat.

Außerdem möchte ich mich bei allen Mitarbeitern der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsbetriebe bedanken, die durch Ihre Mitarbeit hinsichtlich der Informationsbereitstellung einen großen Teil dieser Arbeit erst ermöglicht haben.

Mein herzlichster Dank gilt meiner Familie, die mich über meine komplette Studienzeit emotional und auch finanziell unterstützt haben. Persönlich möchte ich mich noch bei sehr guten Freunden bedanken, die mir während meiner Studienzeit immer zur Seite standen. Daniel Jacoby, Philipp Wiehl, Andreas Holstein, Deborah Volke, Michael Rauer, Christoph Knipper, Silke Beining, Britta Reischmann, Claudia John, Frederik Reuter und meiner Freundin Stephanie Uhl. Vielen Dank, dass es euch gibt.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Stand der Bioabfallerfassung in Hessen	2
3 Untersuchungs-Modelle	5
3.1 Modell zur Ermittlung der Einflussgrößen und Potentialabschätzung	5
3.1.1 Berechnung Zusammensetzung Restmüll.....	8
3.1.2 Zusammensetzung Biotonne.....	9
3.1.3 Berechnung Pendlereintrag.....	10
3.1.4 Potential Bio- und Grünabfälle.....	11
3.1.5 Modell zur Berechnung der Gartenfläche	12
3.1.5.1 Modellbeschreibung und verwendete Daten	12
3.1.5.2 Berechnungsvorgang	13
3.2 Modell zur Analyse der Einflussnahme bereitgestellter Volumina für Restmüll und Bioabfall.....	18
4 Einflussfaktoren auf die Bioabfallerfassung	20
4.1 Flächendeckendes Biotonnenangebot	20
4.2 Spezifisches Behältervolumen	21
4.3 Gebührenpflicht Biotonne	24
4.4 Arten an eingesetzten Gebührensystemen	28
4.4.1 Behälterbezogene Gebühr	28
4.4.2 Kombination behälterbezogene Gebühr mit wählbarem Leerungsrhythmus.....	28
4.4.3 Kombination behälterbezogene Gebühr mit zusätzlicher Servicegebühr nach Leerungs-Inanspruchnahme.....	29
4.4.4 Personenbezogene Gebühr	29
4.4.5 Kombination aus personen- und behälterbezogener Gebühr	29
4.4.6 Ergebnisse der Gebührensysteme	30

4.5 Einfluss zusätzlich angebotener Hol- und Bringsysteme für Gartenabfälle.....	31
4.6 Öffentlichkeitsarbeit.....	32
5 Ergebnisse aus den Modellen.....	35
5.1 Ergebnisse des Modells zur Ermittlung der Einflussgrößen und Potentialabschätzung.....	35
5.1.1 Größe der Gartenflächen.....	35
5.1.2 Potential an Bio- und Gartenabfällen.....	37
5.1.2.1 Potentiell erfassbare Mengen der ländlichen Gebietskörperschaften	37
5.1.2.2 Potentiell erfassbare Mengen der städtischen Gebietskörperschaften	39
5.1.2.3 Potentiell erfassbare Mengen Insgesamt	40
5.2 Ergebnisse des Modells zur Analyse der Einflussnahme bereitgestellter Volumina für Restmüll und Bioabfall	41
5.2.1 Übersicht über die Typen-Eigenschaften.....	41
5.2.2 Ergebnisse Typ A	41
5.2.3 Ergebnisse Typ B	44
5.2.4 Ergebnisse Typ C.....	46
5.2.5 Ergebnisse Typ D.....	47
5.2.6 Ergebnisse Typ E	48
5.2.6 Zusammenfassung.....	51
6 Empfehlungen für Optimierungsmöglichkeiten der unterschiedlichen Gebührenmodelle	54
6.1 Behälterbezogene Gebühr	54
6.2 Kombination behälterbezogene Gebühr mit wählbarem Leerungsrhythmus.....	55
6.3 Kombination behälterbezogene Gebühr mit zusätzlicher Servicegebühr nach Leerungs-Inanspruchnahme.....	55

6.4 Personenbezogene Gebühr	57
6.5 Kombination aus personen- und behälterbezogener Gebühr	58
7 Diskussion und Fazit	58
8 Zusammenfassung	59
9 Ausblick.....	61
Abkürzungsverzeichnis.....	63
Abbildungsverzeichnis.....	64
Tabellenverzeichnis.....	66
Anhang	67
Literatur	89

1 Einleitung

In den letzten 20 Jahren hat sich die Abfallwirtschaft zu einer Kreislaufwirtschaft weiterentwickelt, in der Ressourcen-, Klima- und Umweltschutz im Vordergrund stehen. So wurde 2005 in Deutschland die Ablagerung unbehandelter Siedlungsabfälle beendet und gleichzeitig die stoffliche und energetische Verwertung von Abfällen gesteigert.

Die hessische Landesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2020 durch den Ausbau der erneuerbaren Energien 20 % des Endenergieverbrauchs regenerativ abzudecken¹. Um dieses Ziel zu erreichen, sollte auch das Bioabfallpotential aus den Haushalten („Abfallbiomasse“) besser genutzt werden.

Die über die getrennte Sammlung erfassten Bio- und Grünabfälle können auf mehreren Wegen einen Beitrag hierzu leisten. Neben der thermischen Verwertung von ligninreichem Material, tragen vor allem die Vergärung von organischen Stoffen und die vielfältige Nutzung des so erzeugten Biogases zur Energiegewinnung bei. Hierbei werden neben Gülle, Mais- und Grassilage vermehrt auch biologische Abfälle eingesetzt. Auch durch die Kompostierung von Bioabfällen und dem damit gewonnenen Kompost wird eine Substitution von Düngemitteln und Torf erreicht und ein wichtiger Beitrag zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen erzielt.

Zur Abschätzung des vorhandenen Potentials hat das Hessische Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz das Witzenhausen-Institut beauftragt entsprechende Untersuchungen durchzuführen. Diese Studie hat ergeben, dass das Bioabfallpotential in den Haushalten nur zum Teil ausgeschöpft wird.

Gegenstand dieser Arbeit ist die Analyse der Bioabfallerrfassung von 41 Gebietskörperschaften in Hessen zur Entwicklung von Maßnahmenbündeln, die eine Steigerung der Bio- und Grünabfallmengen ermöglichen, um eine ökoefiziente Verwertung zu gewährleisten.

¹ Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2008, Biomassepotentialstudie Hessen

2 Stand der Bioabfallerrfassung in Hessen

In dem Zeitraum zwischen den Jahren 2000 – 2008 wurden in Hessen durchschnittlich 117 kg/EW*a erfasst. Bei der Betrachtung der letzten bilanzierten Jahre 2007 und 2008 scheint sich die spezifische Erfassungsquote auf ein Niveau von 122 kg/EW*a einzupendeln².

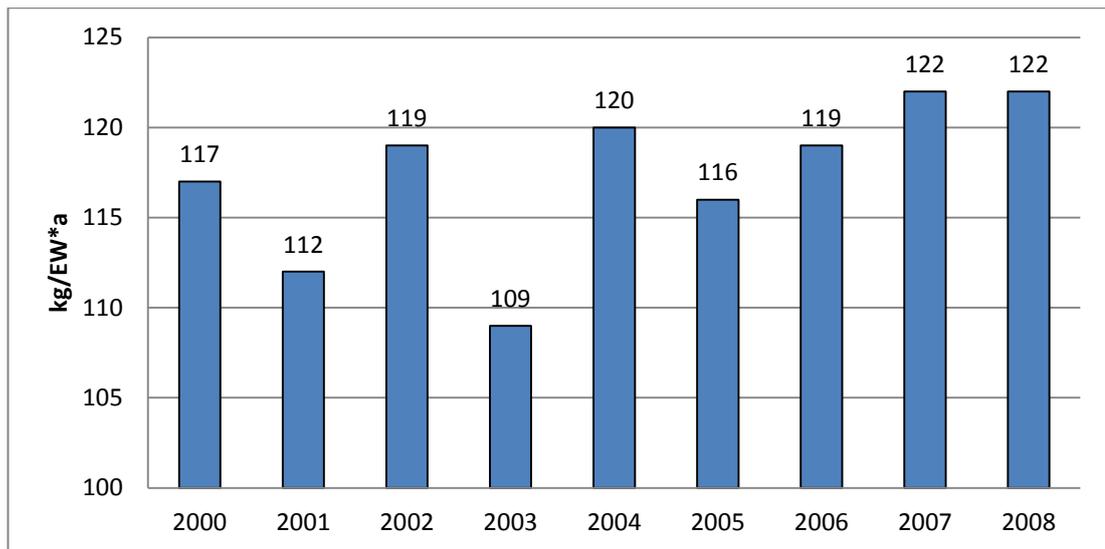


Abb. 1: Entwicklung des spezifischen Bio- und Grünabfallaufkommens in Hessen (2000 – 2008) [Quelle: Abfallmengenbilanzen des Landes Hessen von 2000 – 2008]

Im bundesweiten Vergleich befindet sich das Land Hessen sowohl bei der absolut erfassten Menge von 742.181 Mg/a als auch bei der spezifischen Erfassungsquote von 122 kg/EW*a an fünfter Stelle³ (siehe Abb. 2 und Abb. 3). In Hessen werden somit 33 kg/EW*a mehr Bio- und Grünabfälle erfasst als im Bundesdurchschnitt von 89 kg/EW*a⁴. Dieser Erfolg ist auf den hohen Anschlussgrad der Biotonne zurückzuführen, welcher sich lt. Studie auf 82 %⁵ beläuft. Somit haben rund 4.950.225 Einwohner die Möglichkeit ihre organischen Abfälle über die Biotonne zu entsorgen.

² Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2007/2008, Abfallmengenbilanzen des Landes Hessen für die Jahre 2007 und 2008

³ Kern, M., Raussen, T., 2010, Potentieller Beitrag der Bioabfallverwertung zur Energieversorgung in: 22. Tagungsband Kasseler Abfall- und Bioenergieforum, S. 461 - 475

⁴ Vgl. Kern, M., Raussen, T., a.a.O.

⁵ Witzhausen-Institut in Zusammenarbeit mit Ingenieurgesellschaft Witzhausen (IGW) Fricke und Turck GmbH, März 2009, Optimierung der bio-logischen Abfallbehandlung in Hessen, S. 31

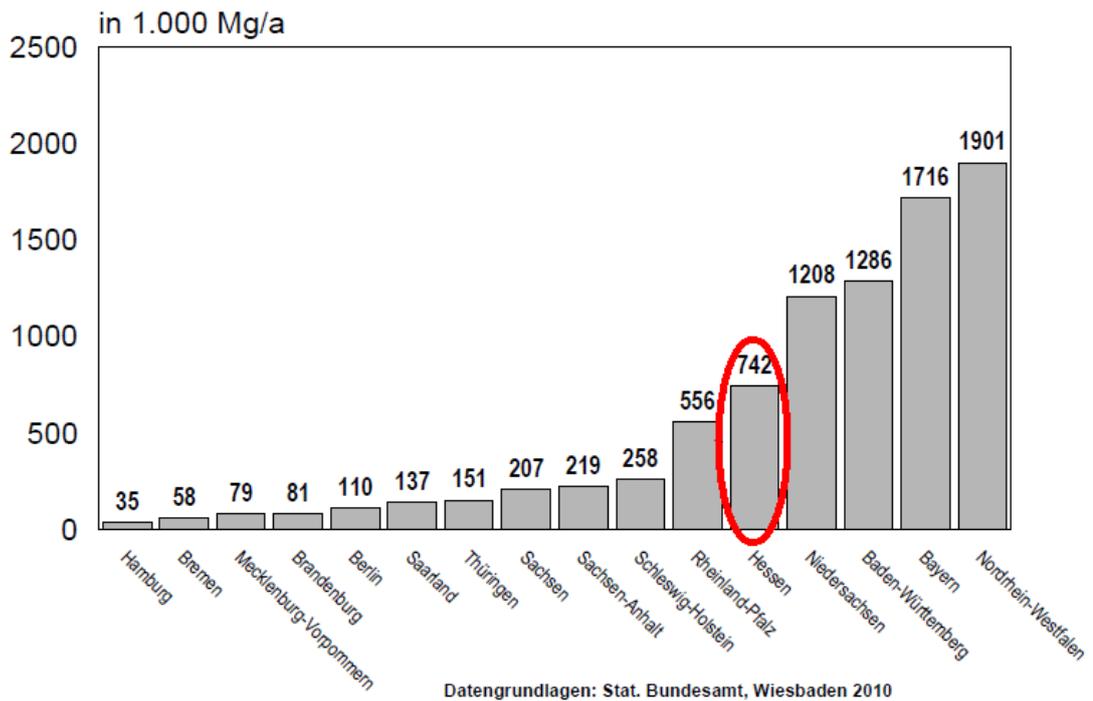


Abb. 2: Bundesweites Aufkommen an getrennt erfassten Bio- und Grünabfällen [Quelle: Kern, M., Raussen, T., 2010, Potentieller Beitrag der Bioabfallverwertung zur Energieversorgung]

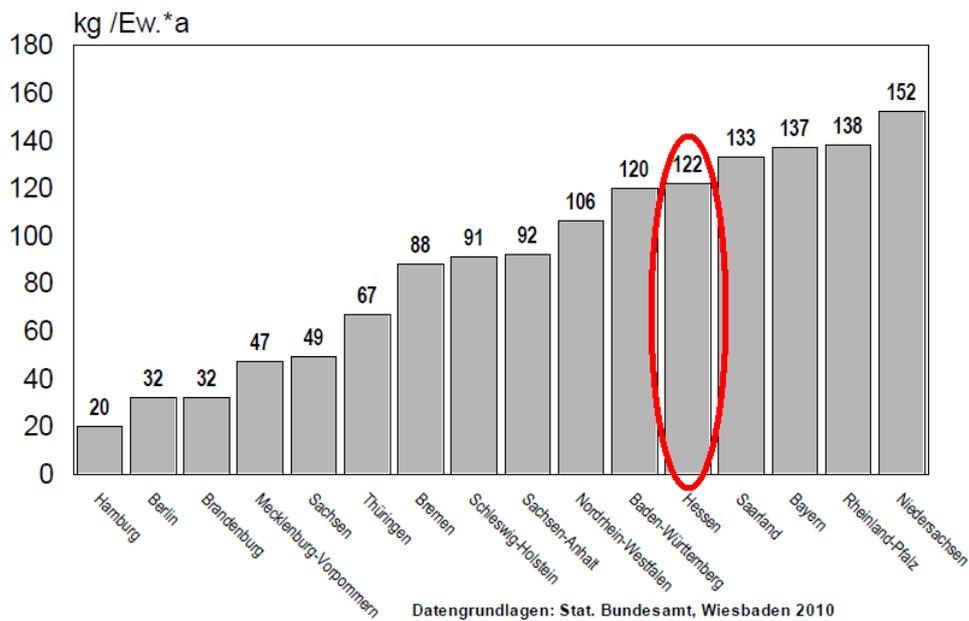


Abb. 3: Spezifisches Bio- und Grünabfallaufkommen der Bundesländer [Quelle: Kern, M., Raussen, T., 2010, Potentieller Beitrag der Bioabfallverwertung zur Energieversorgung]

Trotz dieses guten Ergebnisses hat die Studie zur Optimierung der biologischen Abfallbehandlung in Hessen ergeben, dass durch die flächendeckende Einführung der Biotonne Potentiale von ca. 57.000 Mg/a⁶ Bioabfall zusätzlich

⁶ Vgl. Witzenhausen-Institut in Zusammenarbeit mit Ingenieurgesellschaft Witzenhausen (IGW) Fricke und Turck GmbH: a.a.O. S. 87, hier: S. 2

erfasst werden könnten. Darüber hinaus befindet sich laut Studie ein theoretisch abschöpfbares Potential von 133.000 Mg/a⁷ an organischen Abfällen im Restmüll, die durch Anpassung der Gebührensysteme, Intensivierung der Öffentlichkeitsarbeit, Optimierung der Sammlung, etc. sinnvoller genutzt werden könnten.

Nach dem Entwurf zur Novelle des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes, soll bis zum Jahr 2015 eine flächendeckende Getrenntsammlung für Bioabfälle verpflichtend durchgeführt werden⁸. Dies bedeutet, dass die fehlenden 18%, ca. 1.120.200 Einwohner⁹, welche noch keine Möglichkeit haben ihre organischen Abfälle über die Biotonne zu entsorgen, spätestens zu diesem Zeitpunkt an eine getrennte Sammlung angeschlossen werden müssen.

Unter Berücksichtigung der oben genannten politischen Entwicklungen und der Kenntnis des zusätzlich erfassbaren Potentials, sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie diese Potentiale erschlossen werden können. Aus diesem Grund wurden die Gebietskörperschaften in Hessen auf erfolgreich durchgeführte Entsorgungskonzepte und in Gebieten mit geringer Erfassung auf Optimierungsmöglichkeiten hin untersucht.

⁷ Vgl. Witzenhausen-Institut in Zusammenarbeit mit Ingenieurgemeinschaft Witzenhausen (IGW) Fricke und Turck GmbH: a.a.O. S. 87, hier: S. 2

⁸ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Stand: 23.02.2010, Arbeitsentwurf eines Gesetzes zur Neuordnung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes, §11, Abs.1

⁹ Vgl. Witzenhausen-Institut in Zusammenarbeit mit Ingenieurgemeinschaft Witzenhausen (IGW) Fricke und Turck GmbH: a.a.O. S. 87, hier: S. 2

3 Untersuchungs-Modelle

3.1 Modell zur Ermittlung der Einflussgrößen und Potentialabschätzung

Zur Ermittlung von Einflussgrößen auf das Entsorgungsverhalten der Bürger gemäß dem Modell in Abb. 4 und der Abschätzung von zusätzlich erfassbarem Potential, sind 41 Kommunen und Gebietskörperschaften in Hessen hinsichtlich ihrer Entsorgungsergebnisse für das Jahr 2009 befragt und ausgewertet worden. Angefragt wurden die erfassten Mengen an Bioabfällen, Grünabfällen und Restmüll sowie die Anzahl und Größe der eingesetzten Behälter.

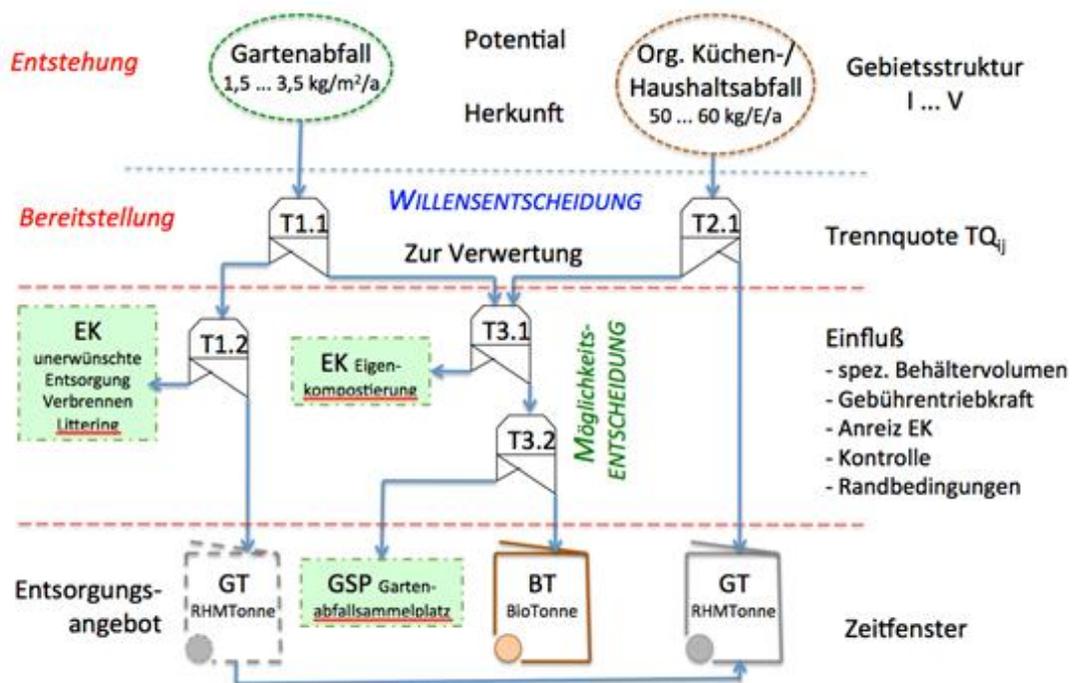


Abb. 4: Regel-Modell zur Beschreibung der Wahl von Entsorgungswegen von Bio- und Grünabfall [Quelle: Skript ENSO FHB Scheffold (2010)]

Durch dieses Modell werden folgende Parameter berechnet, die eine Betrachtung der Einflussnahme ermöglichen:

- Zusammensetzung des Restmülls, zur Abschätzung des Organik-Anteils
- Bestimmung des zusätzlich erfassbaren Potentials an Bio- und Grünabfällen

Die Abb. 5 verdeutlicht auf drei Ebenen die verfügbaren und erforderlichen Daten zur Bilanzierung der Bio- und Grünabfallströme, die auch in dieser Untersuchung verwendet wurden.

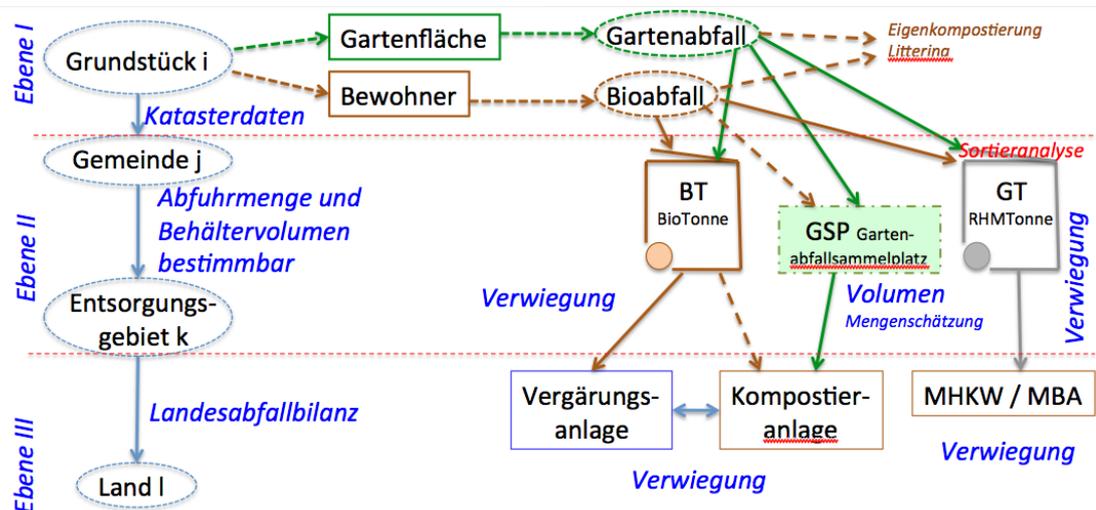


Abb. 5: Übersicht zu Herkunft und Stoffströmen sowie Datengenerierung für Abfallbilanzen [Quelle: Scheffold (2010)]

Zunächst ist abzuschätzen welche Mengen an Organik im Restmüll enthalten sind. Genaue Ergebnisse des Organik-Gehalts im Restmüll, die bis auf wenige Ausnahmen mittels Modellrechnung abgeschätzt wurden, sind nur zu erzielen, wenn der Anteil der Bio- und Gartenabfälle im Restmüll mittels Sortieranalysen stichprobenhaft in den relevanten Gebieten untersucht wird. Solche Analysen werden seit vielen Jahrzehnten als Einzelaktionen in Entsorgungsgebieten durchgeführt, zuletzt hat Kern¹⁰ repräsentativ für Deutschland entsprechende Untersuchungen in Bezug auf Schadstoffanteile im Restmüll betreut und veröffentlicht. In der Abb. 6 ist die Schichtung zur Hochrechnung auf Deutschland für die Analyse von 2002 veranschaulicht.

¹⁰ Kern, M., März 2006, Strukturanalytische Untersuchungen und Bewertung schadstoffhaltiger Abfälle im Hausmüll, (Diss., Universität Kassel)

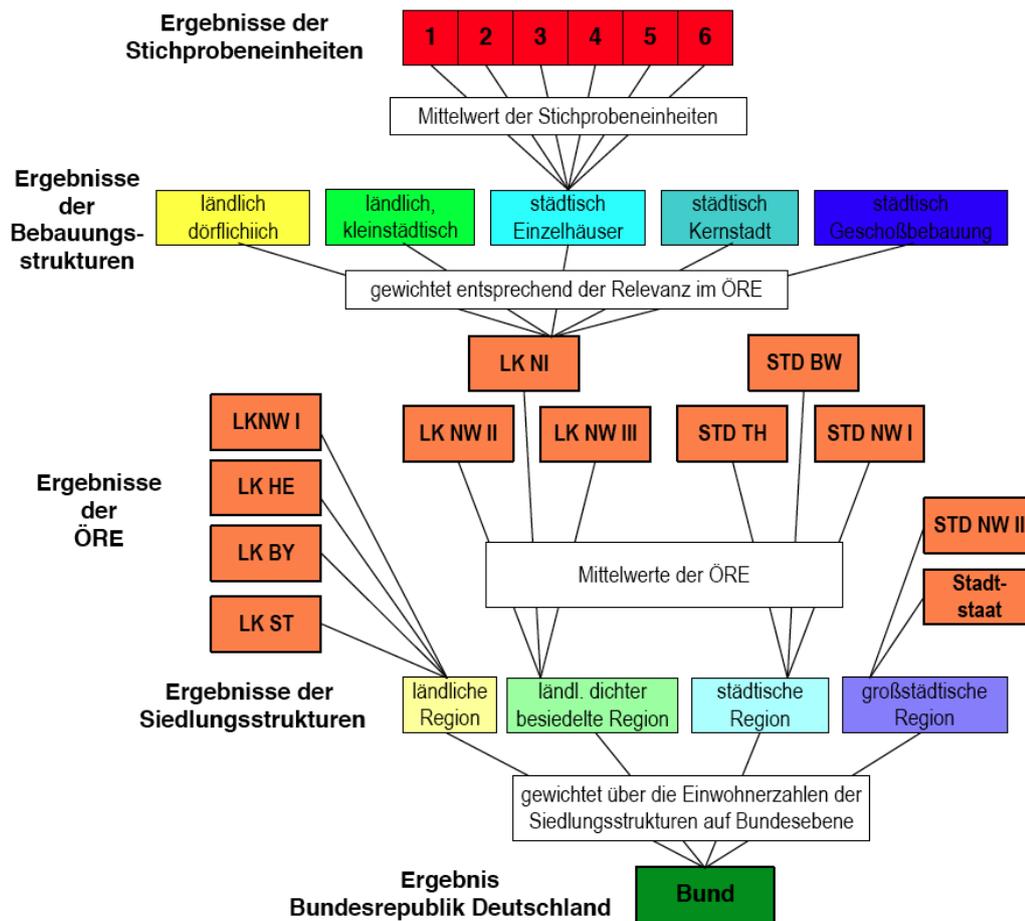


Abb. 6: Übersicht zur Hochrechnung der Ergebnisse aus Stichproben über ein Schichtungsmodell auf Deutschland [Quelle: Kern, Dissertation, S. 63 (2006)]

Als Vergleich für die mittels Modell errechneten Anteile können die Ergebnisse der Studie des Witzenhausen-Instituts herangezogen werden.¹¹ Demnach sind in Hessen 28 Gew.-% Küchen- und Speiseabfälle sowie 12 Gew.-% holzige und krautige Gartenabfälle im Restmüll enthalten.¹² Bei einer Erfassungsmenge für Restmüll in Hessen für das Jahr 2008 von 176 kg/EW*a¹³ bedeutet dies in absoluten Zahlen, dass durchschnittlich ca. 49 kg/EW*a Küchen- und Speiseabfälle sowie ca. 21 kg/EW*a Gartenabfall im Restmüll enthalten sind.

¹¹ Vgl. Witzenhausen-Institut in Zusammenarbeit mit Ingenieurgesellschaft Witzenhausen (IGW) Fricke und Turck GmbH: a.a.O., hier S. 2

¹² Vgl. Witzenhausen-Institut in Zusammenarbeit mit Ingenieurgesellschaft Witzenhausen (IGW) Fricke und Turck GmbH: a.a.O. S. 88, hier: S. 2

¹³ Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2009, Abfallmengenbilanz Hessen 2008, Seite 10

Zur Abschätzung des zusätzlich erfassbaren Potentials an Grünabfällen ist festzuhalten, dass derzeit nicht auf allen kommunalen Sammelplätzen eine Verwiegung der erfassten Grünabfälle stattfindet und in Häcksel-Aktionen verwertete Mengen ebenfalls nicht erfasst werden. Aus diesem Grund kann nicht ausgeschlossen werden, dass in den bereitgestellten Daten der öRE erfasste Grünabfall-Mengen unberücksichtigt geblieben sind. Das ermittelte Potential könnte daher zu groß bemessen sein.

Die Mengen zur Eigenkompostierung sind (mit Ausnahmen) nicht bekannt und müssen durch Schätzung des Potentials abzüglich der über die Entsorgung erfassten Stoffströme rechnerisch bestimmt werden.

3.1.1 Berechnung Zusammensetzung Restmüll

Zur Abschätzung des Potentials an organischen Bestandteilen im Restmüll wurden anhand vorliegender Hausmüllanalysen aus ländlichen und städtischen Bereichen Funktionen abgeleitet (siehe Anhang 1-5), die je nach anfallender spezifischer Restmüll-Menge die Gewichtsanteile der einzelnen Fraktionen wiedergeben (siehe Tab. 2).

Es wurde eine Einteilung nach Strukturtypen anhand der Einwohnerdichte vorgenommen:

Nr.	Strukturtyp	Einwohnerdichte [EW/km ²]
1	ländlich	0 - 500
2	ländlich (Stadt)	501 - 1000
3	städtisch Vorort	1001 - 1250
4	städtisch	1251 - 1900
5	größt. verdichtet	> 1900

Tab. 1: Einteilung Strukturtypen nach Einwohnerdichte

Komp.	Strukturtyp				
	ländlich	ländlich (Stadt)	städtisch Vorort	städtisch	größt. verdichtet
AP	$y = 0,0042(x) + 10,233$	$y = -0,0494(x) + 25,427$	$y = 15,388 \cdot \ln(x) - 67,55$	$y = -0,0227(x) + 20,363$	$y = 1,3467(x) - 305,81$
Glas	$y = 0,0083(x) + 4,6667$	$y = 0,0489(x) - 2,2034$	$y = 2,3681 \cdot \ln(x) - 8,5128$	$y = -0,0881(x) + 26,41$	$y = -0,3(x) + 76,55$
LVP	$y = 0,0472(x) - 1,1556$	$y = 0,0415(x) - 0,0006$	$y = -2,236 \cdot \ln(x) + 16,414$	$y = 0,0384(x) + 1,4841$	$y = 0,7(x) - 160,15$
EAG	$y = 0,0069(x) - 0,7111$	$y = -0,033(x) + 8,0511$	$y = -1,126 \cdot \ln(x) + 6,4296$	$y = -0,0222(x) + 5,6546$	$y = 0,1233(x) - 28,33$
REST	$y = 0,1335(x) + 19,444$	$y = 0,2673(x) - 10,678$	$y = -14,8 \cdot \ln(x) + 106,54$	$y = 0,083(x) + 11,892$	$y = -0,1167(x) + 51,38$

Tab. 2: Formeln zur Berechnung der Restmüllzusammensetzung [Quelle: eigene Berechnung]

Die Berechnung der Menge an Organik im Restmüll erfolgt nach folgender Formel:

$$M_{org_RM} = M_{RM} - M_{LVP} - M_{AP} - M_{Glas} - M_{EAG} - M_{REST}$$

M_{org_RM} – Menge Organik im Restmüll [kg/EW*a]

M_{RM} – Menge Restmüll gesamt [kg/EW*a]

M_{LVP} – Menge Leichtverpackungen im Restmüll [kg/EW*a]

M_{AP} – Menge Altpapier im Restmüll [kg/EW*a]

M_{Glas} – Menge Altglas im Restmüll [kg/EW*a]

M_{EAG} – Menge Elektro-Altgeräte im Restmüll [kg/EW*a]

M_{REST} – Menge nicht zuordenbarer Bestandteile im Restmüll [kg/EW*a]

3.1.2 Zusammensetzung Biotonne

Bei der Abschätzung der Anteile an Küchen- und Gartenabfällen in der Biotonne wurde eine Differenzierung entstehender Küchenabfälle je nach Gebietsstruktur vorgenommen. Für den ländlichen Raum wurden 75 kg/EW*a und für den städtischen Raum 60 kg/EW*a in Ansatz gebracht. Die Bildung dieser Schätzwerte erfolgte nach einer Veröffentlichung von Fricke/Turck, in der sich das Aufkommen von Küchenabfällen je nach Ernährungsgewohnheit

(Verwendung von Fertiggerichten oder frische Zutaten) zwischen 30 und 90 kg/EW*a¹⁴. befindet

Die Differenz zwischen den Schätzwerten und dem Anteil an Organik im Restmüll ergibt schließlich den Anteil an Küchenabfällen in der Biotonne.

Ländlich:
$$M_{Kü_Biot} = 75 \text{ kg/EW} \times a - M_{Kü_RM}$$

Städtisch:
$$M_{Kü_Biot} = 60 \text{ kg/EW} \times a - M_{Kü_RM}$$

$M_{Kü_Biot}$ – Menge der Küchenabfälle in der Biotonne

$M_{Kü_RM}$ – Menge der Küchenabfälle im Restmüll

(Lagen keine Sortieranalysen der jeweiligen Gebietskörperschaft vor, oder wurden diese Parameter nicht getrennt erfasst, so entspricht $M_{Kü_RM}$ der Größe M_{org_RM} .)

Die Gartenabfallmengen ergeben sich aus folgender Formel:

Gartenabfälle:
$$M_{Garten_Biot} = M_{Biot} - M_{Kü_Biot}$$

M_{Garten_Biot} – Menge der Gartenabfälle in der Biotonne

M_{Biot} – Gesamt-Menge Biotonne

3.1.3 Berechnung Pendlereintrag

Um den Eintrag externer organischer Abfälle durch arbeits- oder besuchsbedingten Pendlerverkehr bei der Berechnung entsprechend zu berücksichtigen, wurde der Parameter Pendlereintrag eingeführt. Zur Bestimmung dieses Faktors wurden die Schätzwerte aus Kap. 3.1.2: 75 kg/EW*a für den ländlichen Raum und 60 kg/EW*a für den städtischen Raum angenommen.

Werden in den Gebietskörperschaften Mengen erfasst, die diese Werte übersteigen, werden sie dem Pendlereintrag zugeteilt. Dieser Überschuss wird bei der Abschätzung der Eigenkompostierung berücksichtigt.

¹⁴ Fricke, K., Turk, T., Vogtmann H., 1994: Die Sammlung von Bioabfällen. In: Bilitewski B., Schnurer, H., Zeschmar-Lahl, B. (Hrsg.): Müll-Handbuch 2. Aufl. (2007), Bd. 3, Kennzahl 2882, Lieferung 5/94, Erich Schmitt Verlag, Berlin, Seite 1

$$\text{Ländlich: } M_{Pendler} = M_{Kü_RM} + M_{Kü_Biot} - 75 \text{ kg/EW} \times a$$

$$\text{Städtisch: } M_{Pendler} = M_{Kü_RM} + M_{Kü_Biot} - 60 \text{ kg/EW} \times a$$

$M_{Pendler}$ – Menge Küchenabfälle durch Pendlereintrag [kg/EW*a]

$M_{Kü_RM}$ – Menge Küchenabfälle im Restmüll [kg/EW*a]

$M_{Kü_Biot.}$ – Menge Küchenabfälle in der Biotonne [kg/EW*a]

3.1.4 Potential Bio- und Grünabfälle

Das Potential der Gebietskörperschaften setzt sich aus dem Aufwuchs der Gartenflächen sowie den Küchenabfällen in Biotonne und Restmüll zusammen.

$$M_{Pot} = M_{Kü_RM} + M_{Kü_Biot} + M_{Garten}$$

$M_{Pot.}$ – Mengen-Potential Bio- und Gartenabfälle [kg/EW*a]

M_{Garten} - Menge an Gartenabfällen [kg/EW*a]

Zur Berechnung des Potentials an Gartenabfällen, wurde in Kap. 3.1.5 ein Modell entwickelt mit dem eine Abschätzung der Gartenfläche möglich ist.

Hierzu wurden Daten zur Flächengröße, Anzahl an Wohngebäuden, Einwohnerzahlen, Anzahl an Wohnungen und Räumen in Wohnungen sowie die Wohnfläche aus der hessischen Gemeindestatistik 2009¹⁵ herangezogen.

Der Aufwuchs dieser Flächen wurde mittels einer Produktionsrate von 1,5 kg/qm*a abgeschätzt.¹⁶ Nach Scheffold K. hat sich in Untersuchungen diverser Gebietskörperschaften für die Entstehung von Gartenabfällen dieser Faktor bewährt. Ähnliche Angaben werden ebenfalls von Doedens¹⁷ sowie Fricke/Turck(0,4 – 4kg/qm*a)¹⁸ genannt.

¹⁵ Hessisches Statistisches Landesamt, 2010, Bestand an Wohnungen in Wohn- und Nichtwohngebäuden in: Hessische Gemeindestatistik Ausgabe 2009, <http://www.statistik-hessen.de>

¹⁶ Scheffold, K., 1993, Neue Gebührenmodelle in der kommunalen Abfallentsorgung, EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH, Berlin, Seite 33

¹⁷ Doedens, H., Weber, B., Juli 1984, Menge und Eignung organischer Abfälle zur Verwertung, In: Müll und Abfall Heft 7, Erich Schmidt Verlag, Berlin 1984, S. 191 - 197

¹⁸ Fricke, K., Turk, T., Vogtmann H., a.a.O., S. 3, hier: S.10

Die Menge an Gartenabfällen errechnet sich anhand folgender Formel:

$$M_{\text{Garten}} = A_{\text{Garten}} / EW \times f_{\text{Garten}}$$

A_{Garten}/EW – Gartenfläche pro Einwohner [qm/EW]

f_{Garten} – Produktionsrate Gartenabfall [1,5 kg/qm*a]

3.1.5 Modell zur Berechnung der Gartenfläche

3.1.5.1 Modellbeschreibung und verwendete Daten

Zur Berechnung der Gartenfläche ist zunächst die Grundstücksfläche ermittelt worden. Hierzu wurden Flächenangaben der Ziffern 120/130 (Gebäude- und Freifläche Wohnen) aus dem Datenkatalog HdL 2010¹⁹ des Amts für Bodenmanagement Korbach verwendet.

Berechnungsgrundlage der überbauten Fläche durch Gebäude sind folgende Daten aus der hessischen Gemeindestatistik (Ausgabe 2009):

- Anzahl Wohngebäude mit Anzahl an Wohnungen (1 – 3)²⁰
- Anzahl Wohnungen²¹
- Wohnfläche²²
- Anzahl Wohnräume gesamt und nach Anzahl der Räume je Wohnung (1 – 6 und mehr Räume)²³

Aus diesen Daten erfolgte die Bildung von 3 Gebäudetypen mit den folgenden Eigenschaften:

Typ A

Anzahl Wohnungen je Gebäude	1
Anzahl der Räume pro Wohnung	6 und mehr Räume (5 Räume nach Bedarf)
Geschosszahl	1

Tab. 3: Gebäudetypen zur Berechnung der überbauten Fläche (Typ A)

¹⁹ Amt für Bodenmanagement Korbach, 22.11.2009, HdL 2010

²⁰ Hessisches Statistisches Landesamt, 2010, Bestand an Wohngebäuden in: Hessische Gemeindestatistik Ausgabe 2009, <http://www.statistik-hessen.de>

²¹ Hessisches Statistisches Landesamt, 2010, Bestand an Wohnungen in Wohn- und Nichtwohngebäuden in: Hessische Gemeindestatistik Ausgabe 2009, <http://www.statistik-hessen.de>

²² Hessisches Statistisches Landesamt, 2010, Bestand an Wohnungen in Wohn- und Nichtwohngebäuden in: Hessische Gemeindestatistik Ausgabe 2009, <http://www.statistik-hessen.de>

²³ Hessisches Statistisches Landesamt, 2010, Bestand an Wohnungen in Wohn- und Nichtwohngebäuden in: Hessische Gemeindestatistik Ausgabe 2009, <http://www.statistik-hessen.de>

Typ B

Anzahl Wohnungen	2
Anzahl der Räume pro Wohnung	5 Räume
	(4 Räume nach Bedarf)
Geschosszahl	2

Tab. 4: Gebäudetypen zur Berechnung der überbauten Fläche (Typ B)

Typ C

Anzahl Wohnungen	3+
Anzahl der Räume pro Wohnung	1 - 4 Räume
Geschosszahl	3+

Tab. 5: Gebäudetypen zur Berechnung der überbauten Fläche (Typ C)

3.1.5.2 Berechnungsvorgang

a) Berechnung Gebäudegrundfläche

Berechnung: $A_{GS} = A_{GK} / Anz_{WG}$

A_{GS} – Fläche je Grundstück [qm/GS]

A_{GK} – Gesamte Wohnfläche der Gebietskörperschaft [qm]

Anz_{WG} – Anzahl der Wohngebäude der Gebietskörperschaft

b) Berechnung Wohnfläche pro Raum:

$$A_{WR} = \frac{A_{Wges.}}{Anz_{Räume(ges.)}}$$

A_{WR} – Wohnfläche je Raum [qm]

$A_{Wges.}$ – Gesamt-Wohnfläche der Gebietskörperschaft [qm]

$Anz_{Räume(ges.)}$ – Gesamtanzahl an Räumen der Gebietskörperschaft

c) Berechnung Wohnungszahl Typ 1:

$$Anz_{Whg.T1} = Anz_{(Whg./Geb.)T1} \times Anz_{1-Whg.}$$

$Anz_{Whg.T1}$ – Anzahl an Wohnungen Typ 1

$Anz_{(Whg./Geb.)T1}$ – Anzahl Wohnungen je Gebäude Typ 1

Anz._{1-Whg.} – Anzahl der Wohngebäude mit 1 Wohnung

d) Berechnung Anzahl Räume Typ 1:

$$Anz_{RäumeT1} = Anz_{Whg.T1} \times (Anz_{6+Räume} \times 6)$$

Anz._{RäumeT1} – Anzahl an Räumen Typ 1

Anz._{6+Räume} – Anzahl der Wohnungen mit 6 und mehr Räumen

Liegt die Anzahl an Wohnungen mit 6 und mehr Räumen unter der Anzahl der Wohngebäude mit einer Wohnung, wird die Fehlmenge aus der Anzahl an Wohnungen mit 5 Räumen ergänzt.

Die Berechnungsformel lautet dann:

$$Anz_{RäumeT1} = Anz_{1-Whg.} \times (Anz_{6+Räume} \times 6) + ((Anz_{1-Whg.} - Anz_{6+Räume}) \times 5)$$

e) Berechnung Wohnfläche Typ 1:

$$A_{Wohn.T1} = Anz_{RäumeT1} \times A_{WR}$$

A_{Wohn.T1} – Wohnfläche Typ 1 [qm]

f) Berechnung Gebäudefläche je Grundstück Typ 1:

$$A_{Geb.T1} = \frac{A_{Wohn.T1}}{Anz_{Gesch.T1} * Anz_{Geb.T1}}$$

A_{Geb.T1} – Gebäudefläche je Grundstück Typ 1 [qm Geb./GS]

Anz._{Gesch.T1} – Anzahl der Geschosse Typ 1

Anz._{Geb.T1} – Anzahl an Wohngebäuden Typ 1

g) Berechnung Gebäudefläche gesamt Typ 1:

$$A_{GebT1(ges.)} = Anz_{Geb.T1} \times A_{Wohn.T1}$$

A_{Geb.T1(ges.)} – Gebäudefläche der Gebietskörperschaft für Typ 1 [qm]

h) Berechnung Wohnungszahl Typ 2:

$$Anz_{Whg.T2} = Anz_{(Whg./Geb.)T2} \times Anz_{2-Whg.}$$

$Anz_{Whg.T2}$ – Anzahl an Wohnungen Typ 2

$Anz_{(Whg./Geb.)T2}$ – Anzahl Wohnungen je Gebäude Typ 2

$Anz_{2-Whg.}$ – Anzahl der Wohngebäude mit 2 Wohnungen

i) Berechnung Anzahl Räume Typ 2:

$$Anz_{RäumeT2} = Anz_{Whg.T2} \times (Anz_{5-Räume} \times 5)$$

$Anz_{RäumeT2}$ – Anzahl an Räumen Typ 2

$Anz_{5-Räume}$ – Anzahl der Wohnungen mit 5 Räumen

Liegt die Anzahl an Wohnungen mit 5 Räumen unter der Anzahl der Wohngebäude mit zwei Wohnungen, wird die Fehlmenge aus der Anzahl an Wohnungen mit 4 Räumen ergänzt.

Die Berechnungsformel lautet dann:

$$Anz_{RäumeT2} = Anz_{2-Whg.} \times (Anz_{5-Räume} \times 5) + ((Anz_{2-Whg.} - Anz_{5-Räume}) \times 4)$$

j) Berechnung Wohnfläche Typ2:

$$A_{Wohn.T2} = Anz_{RäumeT2} \times A_{WR}$$

$A_{Wohn.T2}$ – Wohnfläche Typ 2 [qm]

k) Berechnung Gebäudefläche je Grundstück Typ 2:

$$A_{Geb.T2} = \frac{A_{Wohn.T2}}{Anz_{Gesch.T2} * Anz_{Geb.T2}}$$

$A_{Geb.T2}$ – Gebäudefläche je Grundstück Typ 2 [qm Geb./GS]

$Anz_{Gesch.T2}$ – Anzahl der Geschosse Typ 2

Anz._{Geb.T2} – Anzahl an Wohngebäuden Typ 2

l) Berechnung Gebäudefläche gesamt Typ 2:

$$A_{\text{Geb.T2(ges.)}} = \text{Anz}_{\text{Geb.T2}} \times \text{Anz}_{\text{Wohn.T2}}$$

$A_{\text{Geb.T2(ges.)}}$ – Gebäudefläche der Gebietskörperschaft für Typ 2 [qm]

m) Berechnung Wohnungszahl Typ 3:

$$\text{Anz}_{\text{Whg.T3}} = \text{Anz}_{(\text{Whg./Geb.})\text{T3}} \times \text{Anz}_{\text{3-Whg.}}$$

Anz._{Whg.T3} – Anzahl an Wohnungen Typ 3

Anz._{(Whg./Geb.)T3} – Anzahl Wohnungen je Gebäude Typ 3

Anz._{3-Whg.} – Anzahl der Wohngebäude mit 3 oder mehr Wohnungen

Der Parameter Anz._{3-Whg.} wird über Zielwertfindung ermittelt. Hierzu werden die berechneten Wohnungszahlen der Typen 1 – 3 addiert und anschließend von der tatsächlichen Wohnungszahl subtrahiert. Dieser Differenz wird per Zielwertfindung der Wert „Null“ zugeordnet und als veränderbaren Parameter der Wert für Anz._{3-Whg.} deklariert.

n) Berechnung Anzahl Räume Typ 3:

$$\text{Anz}_{\text{RäumeT3}} = \text{Anz}_{\text{Räume(ges.)}} - \text{Anz}_{\text{RäumeT1}} - \text{Anz}_{\text{RäumeT2}}$$

Anz._{RäumeT3} – Anzahl an Räumen Typ 3

Anz._{Räume(ges.)} – Gesamte Anzahl der Räume einer Gebietskörperschaft

o) Berechnung Wohnfläche Typ 3:

$$A_{\text{Wohn.T3}} = \text{Anz}_{\text{RäumeT3}} \times A_{\text{WR}}$$

$A_{\text{Wohn.T3}}$ – Wohnfläche Typ 3 [qm]

p) Berechnung Gebäudefläche je Grundstück Typ 3:

$$A_{\text{Geb.T3}} = \frac{A_{\text{Wohn.T3}}}{\text{Anz.Gesch.T3} * \text{Anz.Geb.T3}}$$

$A_{\text{Geb.T3}}$ – Gebäudefläche je Grundstück Typ 3 [qm Geb./GS]

Anz.Gesch.T3 – Anzahl der Geschosse Typ 3

Anz.Geb.T3 – Anzahl an Wohngebäuden Typ 3

q) Berechnung Gebäudefläche gesamt Typ 3:

$$A_{\text{Geb.T3(ges.)}} = \text{Anz.Geb.T3} \times \text{Anz.Wohn.T3}$$

$A_{\text{Geb.T3(ges.)}}$ – Gebäudefläche der Gebietskörperschaft für Typ 3 [qm]

r) Berechnung der durchschnittlichen Gebäudefläche:

$$A_{\text{Geb.durch.}} = \frac{\sum_{i=1}^3 A_{\text{Geb.Ti(ges.)}}}{\text{Anz.Geb.(ges.)}}$$

$A_{\text{Geb.durch.}}$ – durchschnittliche Gebäudefläche je Grundstück [qm/GS]

$$\sum_{i=1}^3 A_{\text{Geb.Ti-ges.}} \quad \text{- Summe der Gebäudefläche gesamt Typ 1 – 3 [qm]}$$

Anz.Geb.(ges.) – Gesamt-Anzahl an Wohngebäuden der Gebietskörperschaft

s) Berechnung der zusätzlich versiegelten Fläche:

$$A_{\text{zus.}} = \text{EW/Geb.} \times 15 \text{m}^2$$

$A_{\text{zus.}}$ – zusätzlich versiegelte Fläche [qm/GS]

EW/Geb. – Einwohnerzahl pro Gebäude

Es wurde angenommen, dass zur überbauten Grundstücksfläche durch Gebäude, zusätzlich eine Fläche von 15 qm pro Einwohner und Gebäude durch

Parkplätze und Wege versiegelt ist. In städtischen Bereichen wurde dieser Faktor nach der Höhe des Parameters $Anz_{3-Whg.}$ wie folgt angepasst:

$$Anz_{3-Whg.} > 7 \Rightarrow 20 \text{ qm/EW*Geb.}, \text{ statt } 15 \text{ qm/EW*Geb.}$$

$$Anz_{3-Whg.} > 8 \Rightarrow 25 \text{ qm/EW*Geb.}, \text{ statt } 15 \text{ qm/EW*Geb.}$$

t) Berechnung der Gartenfläche je Grundstück:

$$A_{Garten} = A_{GS} - A_{Geb.durch.} - A_{zus.}$$

A_{Garten} – Gartenfläche je Grundstück [qm/GS]

u) Berechnung der Gartenfläche je Einwohner:

$$A_{Garten/EW} = \frac{A_{Garten}}{EW / Geb.}$$

$A_{Garten/EW}$ – Gartenfläche je Einwohner [qm/EW]

3.2 Modell zur Analyse der Einflussnahme bereitgestellter Volumina für Restmüll und Bioabfall

Grundlage dieses Modells ist das Verhältnis der bereitgestellten spezifischen Bioabfallvolumina zu den spezifischen Restmüllvolumina der einzelnen Gebietskörperschaften mit ländlicher Struktur (Abb. 7).

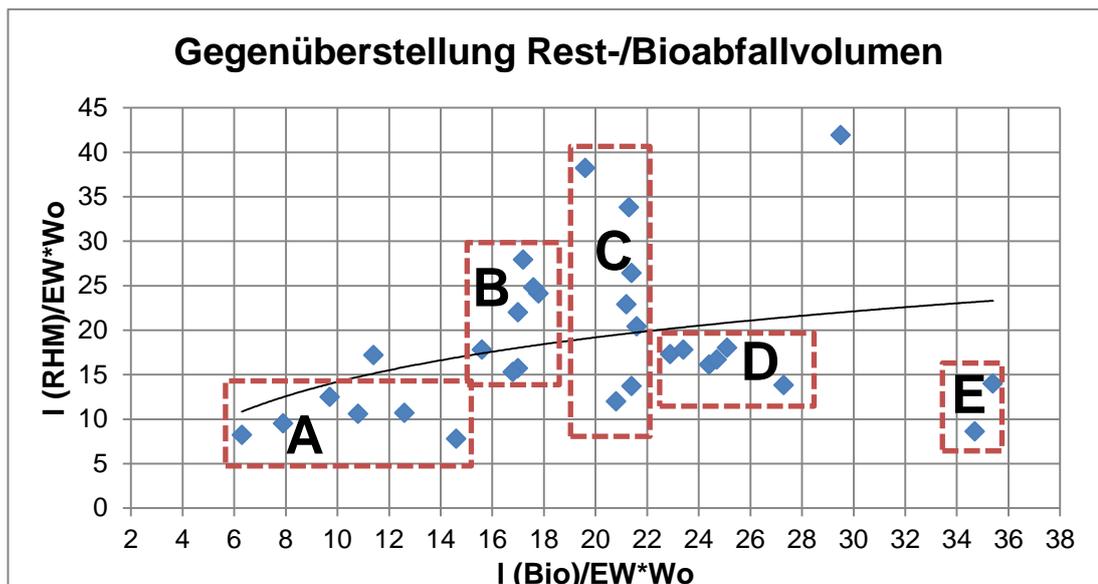


Abb. 7: Gegenüberstellung von spezifischem Restmüll- zu spezifischem Biotonnenvolumen ländlicher Gebietskörperschaften [Quelle: eigene Erhebungen]

Aus dieser Gegenüberstellung konnten die Gebietskörperschaften zu fünf Gruppen mit unterschiedlichen Ausprägungen zusammengefasst werden (Tab. 6).

Kategorie	Eigenschaften
Typ A	geringe Bereitstellung von spezifischem Restmüll- und Biotonnenvolumen; Behältervolumina ähnlich bemessen
Typ B	größeres spezifisches Biotonnenvolumen als Typ A, mit tendenziell größerem spezifischem Restmüllvolumen
Typ C	ausreichendes spezifisches Biotonnenvolumen, unterschiedliches spezifisches Restmüllvolumen
Typ D	mehr spezifisches Biotonnenvolumen als spezifisches Restmüllvolumen
Typ E	hohes spezifisches Biotonnenvolumen zu geringer Bereitstellung von spezifischem Restmüllvolumen

Tab. 6: Typeneigenschaften

Ziel dieses Modells ist es Zusammenhänge innerhalb der einzelnen Gruppen und deren Auswirkungen auf die spezifisch erfasste Bioabfallmenge darzustellen. Aus dem Vergleich der Ergebnisse der einzelnen Typen sollen Stell-schrauben aufgezeigt werden, die eine Steigerung der erfassten Mengen ermöglichen.

Der zweite Schwerpunkt liegt in der Betrachtung weiterer Satzungsregelungen, wie z.B. der Gebührenerhebung und damit verbundener Anreize zur Lenkung der Abfallströme.

4 Einflussfaktoren auf die Bioabfallerfassung

4.1 Flächendeckendes Biotonnenangebot

Aus der aktuellen Abfallbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2008²⁴ geht eindeutig hervor, dass in Gebietskörperschaften mit flächendeckendem Biotonnenangebot generell höhere Mengen an Bio- und Grünabfällen erfasst werden als in Kreisen und Städten ohne oder mit nur in vereinzelt Gebieten eingeführter Biotonne. Einzige Ausnahme ist der Schwalm-Eder-Kreis mit einer spezifischen Erfassungsquote von 189 kg/EW*a. Dies wird in Abb. 8 verdeutlicht, wonach 65% der Gebietskörperschaften mit flächendeckendem Biotonnenangebot die durchschnittliche Erfassungsquote des Landes Hessen von 122 kg/EW*a überschreiten.

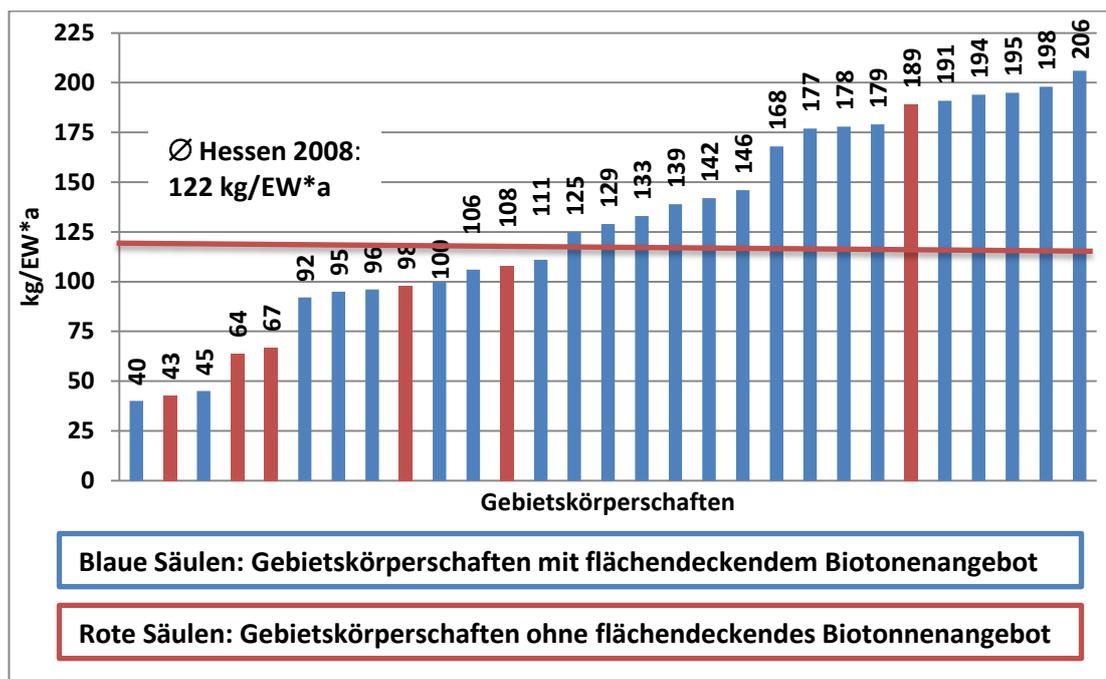


Abb. 8: Spezifische Bio- und Grünabfallmengen des Bundesland Hessen 2008 [Quelle: Abfallmengenbilanz des Landes Hessen 2008²⁵]

Eine Einführung der Biotonne ist entweder verpflichtend per Anschluss- und Benutzungszwang oder auf freiwilliger Basis möglich. In der Literatur wird darauf hingewiesen, bei Anschlusspflicht stärkere Kontrollen durchzuführen,

²⁴ Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2009, Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2008

²⁵ Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2009, Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2008

da mit einem größeren Störstoffanteil zu rechnen ist.²⁶ Bei freiwilligem Angebot der Biotonne wird empfohlen mit entsprechenden Gebührenanreizen einen hohen Anschlussgrad zu erzielen.

4.2 Spezifisches Behältervolumen

Das pro Haushalt zugeteilte Behältervolumen ist die wichtigste Einflussgröße zur Erfassung organischer Abfälle mittels Biotonne, da diese die Entsorgungsmöglichkeiten des Bürgers begrenzt.²⁷ Organische Abfälle, die vor allem in der Vegetationszeit vermehrt anfallen, müssen bei nicht ausreichendem Behältervolumen über andere Wege (Eigenkompostierung, Hol- und Bringsysteme, Verbrennung) entsorgt werden.

Möglichkeiten zur Erweiterung des spezifischen Behältervolumens sind das ausschließliche Angebot großvolumiger Gefäße sowie die Erhöhung der Leerungshäufigkeit (z.B. wöchentliche statt 14-täglicher Abfuhr in den Sommermonaten).

Die meisten der untersuchten Gebietskörperschaften mit ländlicher Struktur bieten zur Erfassung von Bio- und Grünabfällen 120 l- und 240 l- Behälter an. Demnach haben sich diese Behältergrößen je nach Haushaltsgröße und genutzter Gartenfläche etabliert, ausreichend Raum für Küchen- und sperrige Gartenabfälle bereitzustellen. Großvolumige Behälter bewirken, dass vermehrt Gartenabfall aus der Eigenkompostierung eingebracht wird, dadurch höhere Kosten entstehen und bei Anreizen zur Wahl kleinerer Restabfallvolumina, die Verschmutzung und Fehlbefüllung der Biotonne mit Restmüll ansteigt. Durch Sichtkontrollen oder dem Einsatz elektronischer Detektionssysteme und einer ausgewogenen Gebührengestaltung kann dieser Entwicklung entgegen gewirkt werden. Zur Behälterkontrolle können entweder Sichtkontrollen oder ein elektronisches Detektionssystem eingesetzt werden.

Da in städtischen Bereichen generell geringere Mengen an Gartenabfällen zu erwarten sind und ein höherer Anteil an 1-Personenhaushalten vorhanden

²⁶ Funda, K., Kern, M., Raussen, T., Bergs, C.-G., Hermann, T., September 2009, Ökologisch sinnvolle Verwertung von Bioabfällen – Anregungen für kommunale Entscheidungsträger, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.) S. 13

²⁷ Henssen, D., Mai 2009, Einführung und Optimierung der getrennten Sammlung zur Nutzbarmachung von Bioabfällen, VHE/BKG (Hrsg.), S. 33

ist, können hier auch kleinerer Behältervolumina (35 l- bis 80 l- Behälter) sinnvoll eingesetzt werden.

Der Zusammenhang zwischen spezifischem Behältervolumen und der spezifischen Bioabfallmenge ist in Abb. 9 dargestellt.

Einfluss des spezifischen Behältervolumens auf die spezifische Erfassungsmenge

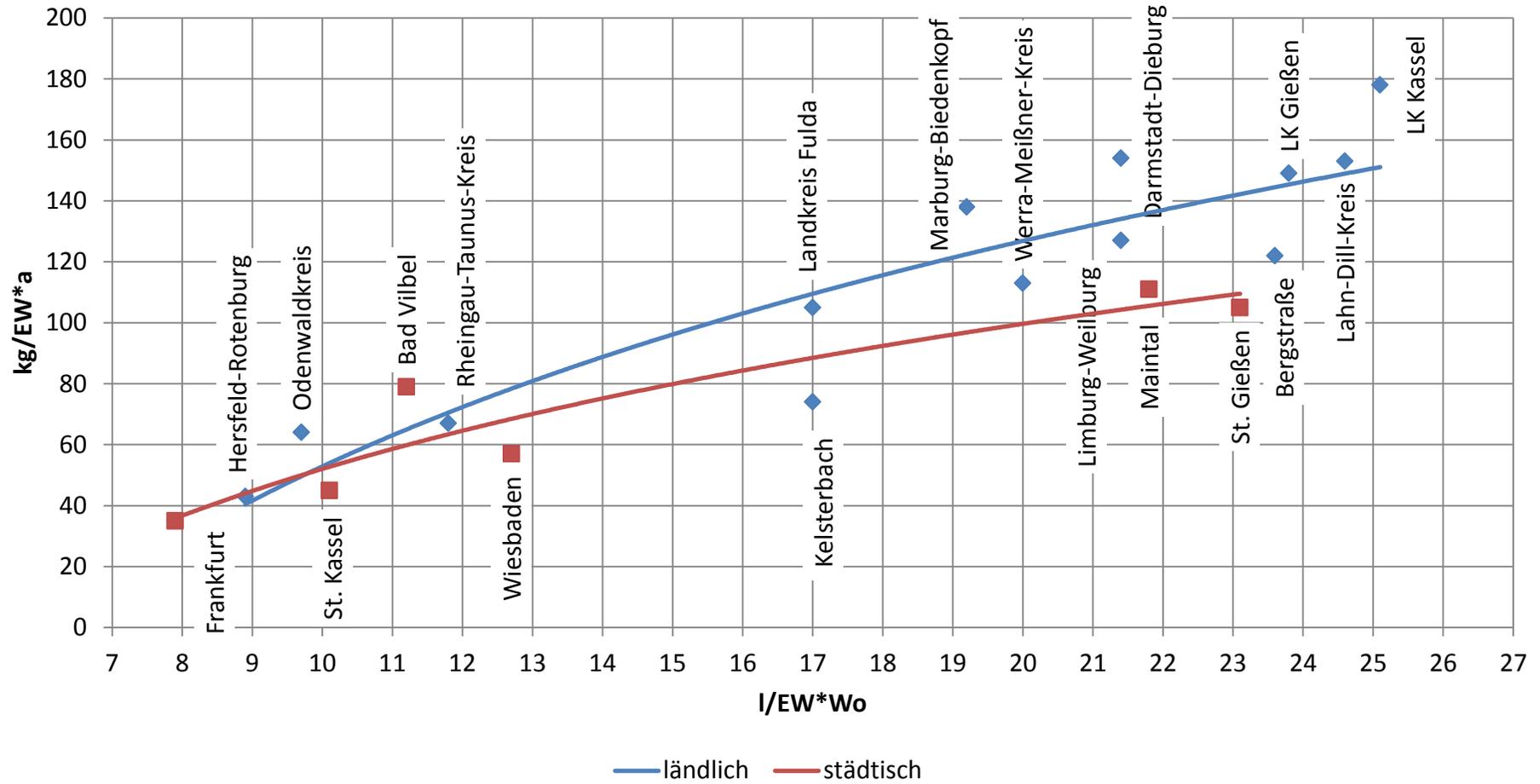


Abb. 9: Einfluss des spezifischen Behältervolumens auf die spezifische Bioabfallmenge [Quelle: eigene Erhebungen]

Aus dieser Grafik geht hervor, dass je größer das spezifische Behältervolumen bemessen ist, entsprechend mehr Mengen je Einwohner und Jahr erfasst werden. Die Funktionen der Korrelationskurven lauten für den ländlichen Bereich: $y = 106,7\ln(x) - 192,82$ und für den städtischen Bereich: $y = 68,659\ln(x) - 106,04$.

Über diese Gleichungen kann je nach Gebietsstruktur (ländlich/städtisch) eine Abschätzung der zu erwartenden Erfassungsmenge für das je nach Gebietskörperschaft bereitgestellte spezifische Behältervolumen (x in $[l/EW*Wo.]$) vorgenommen werden. Bei negativen Abweichungen des berechneten Erwartungswerts, ist über eine Optimierung der Bioabfallerfassung nachzudenken. Des Weiteren kann abgeschätzt werden, welche Mengen durch eine Vergrößerung des spezifischen Behältervolumens zu erwarten sind.

4.3 Gebührenpflicht Biotonne

Von den 41 untersuchten Gebietskörperschaften erheben 13 eine Gebühr für die Biotonnensammlung und 28 führen diese „kostenlos“ über Quersubventionierung der Restmüllgebühr durch.

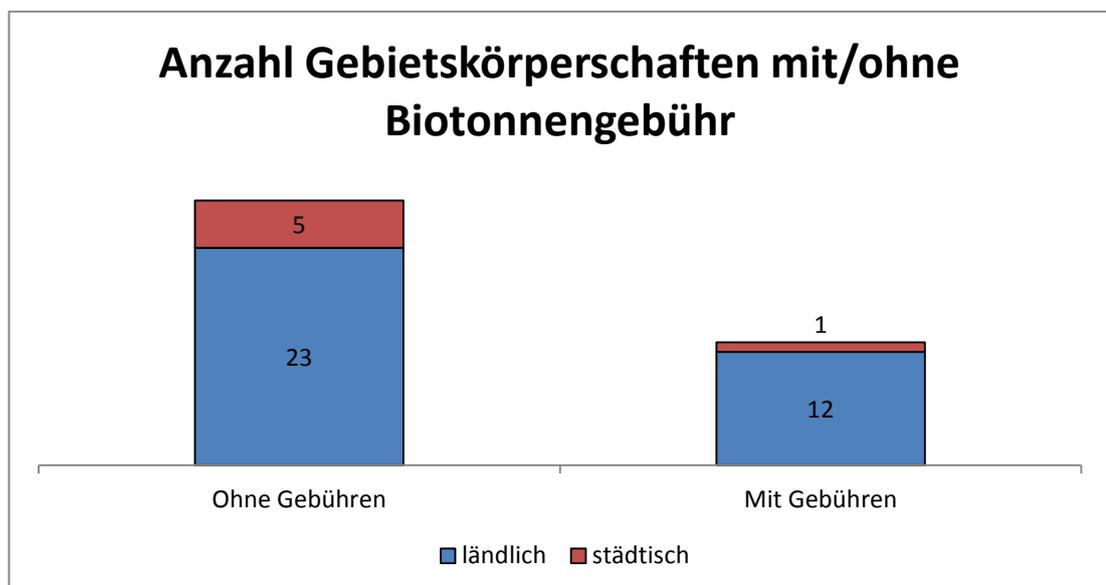


Abb. 10: Anzahl der Gebietskörperschaften ohne und mit Biotonnen-Gebühr [Quelle: eigene Erhebungen]

Bei Gegenüberstellung der erfassten Mengen von Bio- und Grünabfällen der untersuchten Gebietskörperschaften mit und ohne Gebührenerhebung für die

Nutzung der Biotonne, konnte nicht festgestellt werden, dass durchschnittlich größere Mengen bei kostenlosem Biotonnenangebot erzielt wurden (siehe Abb. 11). Lediglich die Verteilung der Mengen auf die Biotonne und zusätzliche Hol- und Bringsysteme ist unterschiedlich.

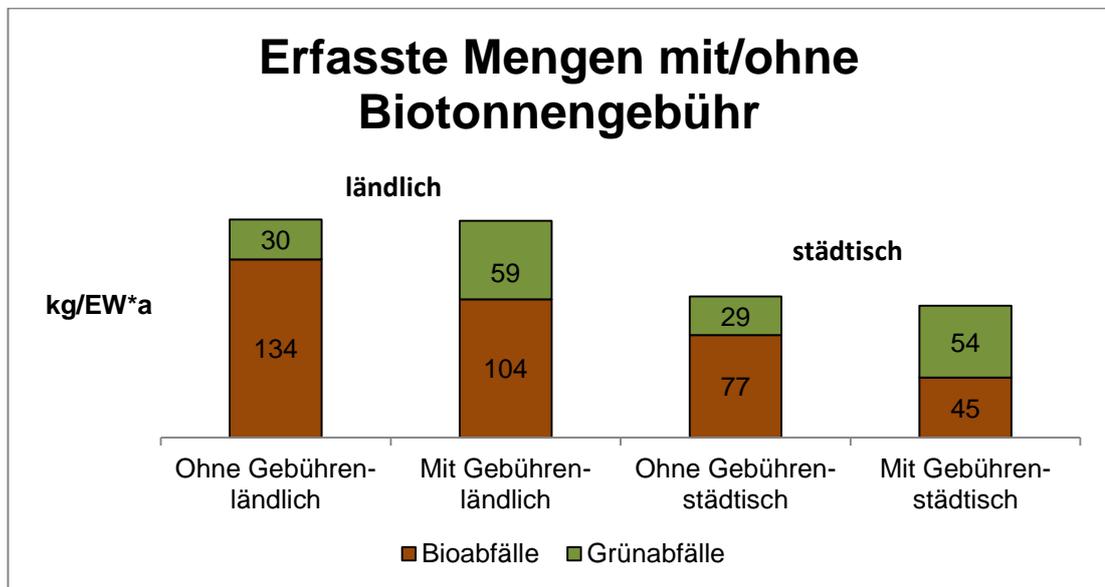


Abb. 11: Durchschnittlich erfasste Mengen im ländlichen und städtischen Bereich ohne/mit Gebühr [Quelle: eigene Erhebungen]

Allerdings lassen sich sowohl im ländlichen als auch im städtischen Bereich Tendenzen erkennen, dass bei Gebührenerhebung für die Biotonne deutlich mehr Mengen über zusätzlich angebotene Hol- und Bringsysteme für Gartenabfälle erfasst werden als in Gebietskörperschaften ohne Biotonnengebühr. Dies geht mit der günstigen bis meist kostenlosen Entsorgungsmöglichkeit dieser Systeme einher.

Aus dieser Erkenntnis ergibt sich eine Möglichkeit für Gebietskörperschaften, die eine Gebühr für die Biotonne erheben, eine Steigerung der Erfassungsmengen durch ein Angebot zusätzlicher Hol- und Bringsysteme für Gartenabfälle zu erzielen.

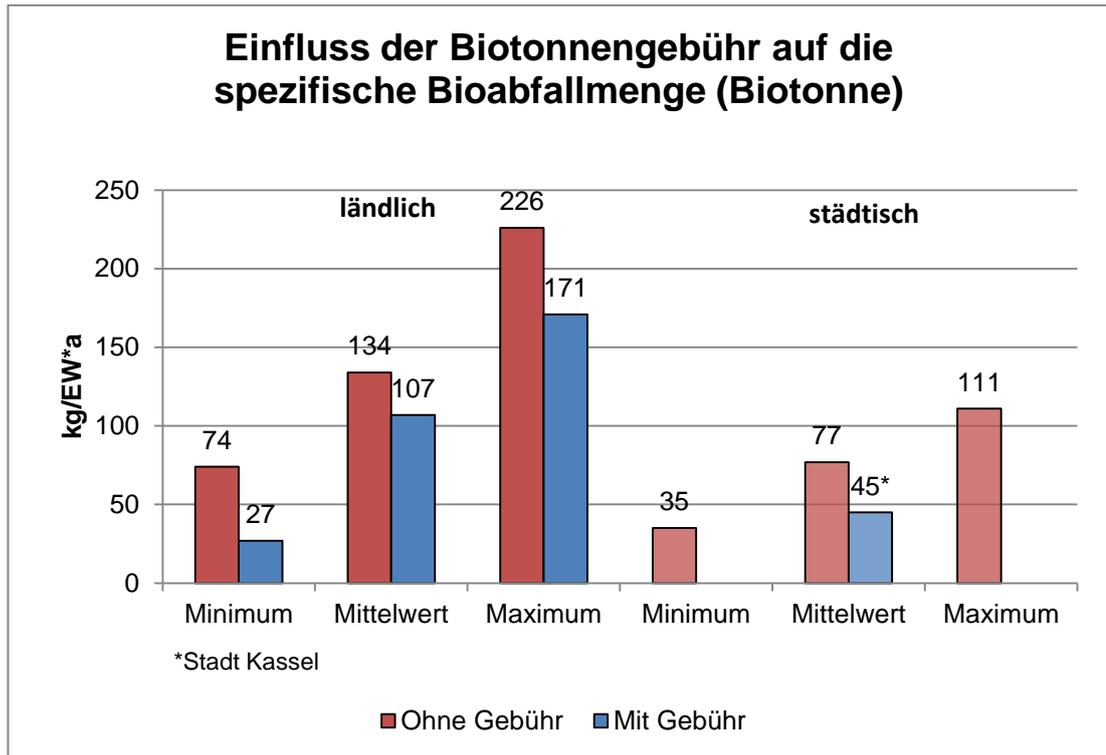


Abb. 12: Einfluss der Biotonnengebühr auf die spezifische Bioabfallmenge [Quelle: eigene Erhebungen]

Abb. 12 zeigt, dass in den untersuchten Gebieten mit ländlicher Struktur ohne Gebührenerhebung durchschnittlich 27 kg/EW*a mehr Bioabfälle über die Biotonne erfasst werden.

Da in Kassel als einzige unter den untersuchten Städten, eine Gebühr für die Bioabfallentsorgung erhoben wird, ist die Differenz von 32 kg/EW*a im Vergleich zu Städten ohne Biotonnengebühr wenig belastbar. Mit 45 kg/EW*a liegt diese weit unter dem durchschnittlichen Wert von 77 kg/EW*a. Allerdings erfasst die Stadt Kassel fast dieselbe Menge über die zusätzlich angebotenen Hol- und Bringsysteme für Grünabfälle.

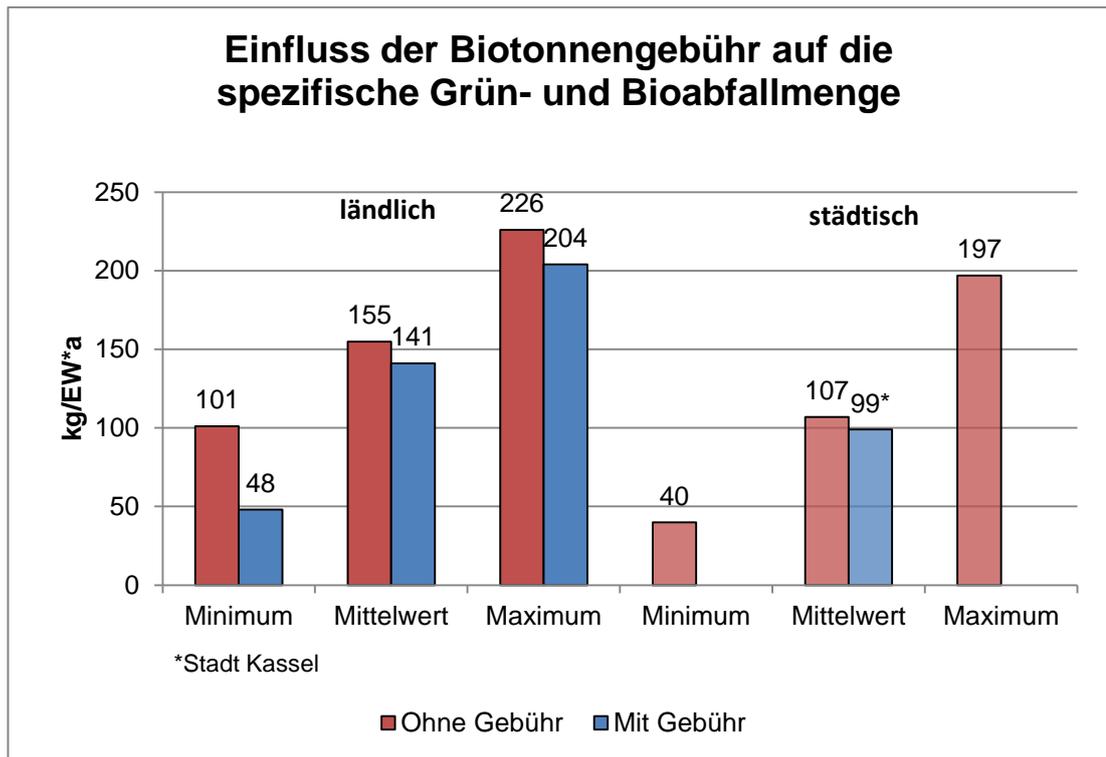


Abb. 13: Einfluss der Biotonnengebühr auf die spezifische Grün- und Bioabfallmenge [Quelle: eigene Erhebungen]

Durch Abb. 13 wird der Eindruck vermittelt, dass generell höhere Mengen an Bio- und Grünabfällen erfasst werden können, wenn für die Biotonnensammlung keine separaten Gebühren erhoben werden. Durch die vorangegangenen Untersuchungen konnte jedoch aufgezeigt werden, dass je nach Angebot zusätzlicher Hol- und Bringsysteme für Gartenabfälle, lediglich eine Verteilung der Mengen auf andere Entsorgungswege stattfindet.

Je nach Gebietskörperschaft stellt sich daher die Frage, welche Entsorgungswege mehr oder weniger ausgelastet werden sollen.

Eine Steigerung der Erfassungsmengen über die Biotonne kann durch kostenloses Angebot und Quersubventionierung der anfallenden Entsorgungs- und Verwertungskosten für die Biotonnensammlung über die Restabfallgebühr erreicht werden.

Sollen jedoch zusätzliche Hol- und/oder Bringsysteme besser ausgelastet werden, so kann eine Gebührenerhebung für die Biotonne eine Lenkungswirkung erzielen.

4.4 Arten an eingesetzten Gebührensystemen

4.4.1 Behälterbezogene Gebühr

In den meisten der untersuchten Gebietskörperschaften wurde ein Gebührensystem mit rein behälterbezogener Gebühr eingesetzt. Dieses System enthält eine feste Grundgebühr, welche sich ausschließlich auf das Behältervolumen bezieht. Die Leerungsintervalle für Restmüll und Biotonne sind festgelegt, weshalb die einzige Einflussnahme dieses Systems auf die Ausnutzung des bereitgestellten Biotonnenvolumens in der Möglichkeit der Reduktion des Behältervolumens für Restmüll liegt. Sonstige finanzielle Anreize, die zu einer Gebührenreduktion führen und eine Lenkungsfunktion auf den Stoffstrom der organischen Abfälle ermöglichen, sind in diesem System nicht vorgesehen.

4.4.2 Kombination behälterbezogene Gebühr mit wählbarem Leerungsrhythmus

Etwas komplexer gestaltet sich die behälterbezogene Gebühr mit wählbarem Leerungsrhythmus. Die Gebühr bemisst sich ebenfalls an der zugeteilten Behältergröße, allerdings mit dem Unterschied, dass durch Abfallvermeidung und Ausnutzung des Biotonnenvolumens Möglichkeiten bestehen, sowohl die Behältergröße als auch das Leerungsintervall für Restmüll zu beeinflussen.

Zur Kontrolle der gewählten Option werden die Leerungsintervalle entweder über den Einsatz von elektronischen Identsystemen erfasst oder die Abfallbehälter werden durch unterschiedliche Plaketten je nach gewähltem Leerungsrhythmus gekennzeichnet.

Bei verminderter oder gleicher Zuteilung der Behältergröße für Bioabfallgefäße kann sich dieses System als nachteilig erweisen, da eventuell nicht ausreichend Behältervolumen für organische Abfälle zur Verfügung steht. Vor allem sperrige Gartenabfälle werden dann über alternative Wege, wie Hol- und Bringsysteme für Gartenabfälle, Eigenkompostierung, Verbrennung auf dem Grundstück eventuell sogar mittels illegaler Ablagerung entsorgt.

4.4.3 Kombination behälterbezogene Gebühr mit zusätzlicher Servicegebühr nach Leerungs-Inanspruchnahme

Diese Gebührenart erfolgt nach tatsächlicher Inanspruchnahme der Entsorgungsdienstleistung und kommt somit einer verursachergerechten Gebühr am nächsten. Hierbei entstehen dem Bürger Kosten nach der tatsächlichen Abfallerzeugung. Hierzu befinden sich derzeit zwei Systeme im Einsatz. Eine Variante bemisst die Gebühr anhand des bereitgestellten Abfallgewichts durch Wägeeinrichtungen am Abfallfahrzeug. Die andere Variante, welche auch in den untersuchten Gebietskörperschaften eingesetzt wird, bemisst die Gebührenhöhe anhand des bereitgestellten Volumens durch Zählung der Behälterleerungen.

Um eine umfangreiche Erfassung von Bioabfällen zu erzielen und die illegale Entsorgung von Restmüll zu vermeiden, ist es bei diesen Systemen erforderlich, wie auch in den meisten Kommunen durchgeführt, eine Anzahl von Mindestleerungen festzulegen, die in einer Grundgebühr enthalten sind. Werden Leerungsgebühren für Bioabfälle erhoben, so hat dieses System in Bezug auf die Steigerung der Mengen den Nachteil, dass die Nutzung eingeschränkt wird und die Abfälle vermehrt der Eigenkompostierung oder alternativen Entsorgungswegen zugeführt werden.

4.4.4 Personenbezogene Gebühr

Die vierte Systemart bemisst sich nach der Personenanzahl je Haushalt. Hierzu wurden auch Gebührensysteme betrachtet, welche die Gebühr nach Wohneinheiten bemessen. Grundsätzlich entspricht dieses System weder dem Grundsatz eines verursachergerechten Gebührensystems noch bietet es dem Abfallerzeuger Möglichkeiten aufgrund seines Verhaltens die Gebühr entsprechend zu verringern.

4.4.5 Kombination aus personen- und behälterbezogener Gebühr

Dieses System ist eine Kombination aus personenbezogener Grundgebühr mit einer Zusatzgebühr nach der Behältergröße. Durch die Variabilität der Behältergröße ist diese Gebühr näher an der Verursachung als die rein per-

sonengebundene Gebühr. Hier kann der Bürger durch Einschränkung seiner Abfallerzeugung Einfluss auf die Gebührenhöhe nehmen. Um das Behältervolumen entsprechend zu verringern, ist davon auszugehen, dass die Bio- tonne mehr in Anspruch genommen wird.

4.4.6 Ergebnisse der Gebührensysteme

Je nach Siedlungsstruktur und eingesetztem Gebührensystem erzielten die Gebietskörperschaften unterschiedlich hohe Erfassungsmengen. Im ländlichen Bereich liegen diese durchschnittlich zwischen 129 kg/EW*a und 164 kg/EW*a (Abb. 14). Betrachtet man nur die mittlere Erfassungsquote so erreicht man mit einem behälterbezogenen Gebührensystem nach genutztem Leerungsrhythmus die höchsten Bioabfallmengen in den ländlichen Gebietskörperschaften. Allerdings liegen die erfassten Mengen bei den Maximalwerten der anderen Gebührensysteme darüber. Dies deutet darauf hin, dass es zwischen dem Einflussfaktor Gebührensystem und der Bioabfallmenge keine lineare Abhängigkeit gibt, sondern andere Einflüsse deutliche Auswirkungen auf die erfassten Bioabfallmengen haben.

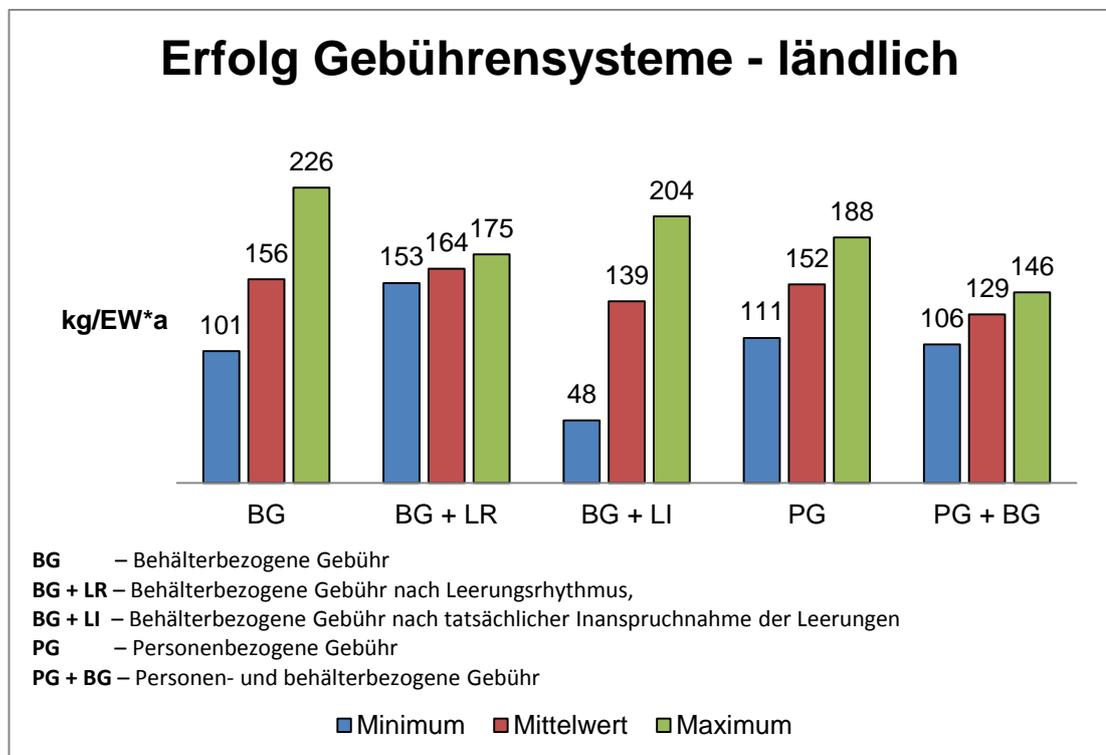


Abb. 14: Einfluss der Gebührensysteme auf die spezifischen Bio- und Grünabfälle – ländliches Gebiet
 [Quelle: eigene Erhebungen]

In den 6 untersuchten Städten wurden lediglich 3 der 5 unterschiedenen Gebührensystemarten eingesetzt, die durchschnittliche Erfassungsquoten zwischen 40 kg/EW*a und 147 kg/EW*a erzielen. Die höchste durchschnittliche Erfassungsmenge wird hier durch Einsatz des rein behälterbezogene Gebührensystems erreicht. Aufgrund der geringen Anzahl untersuchter städtischer Strukturen ist eine belastbare Aussage der eingesetzten Gebührensysteme jedoch nicht möglich. Da Frankfurt als einzige der untersuchten Städte eine großstädtisch verdichtete Struktur aufweist ist ein Vergleich mit anderen Städten die ähnliche Voraussetzungen erfüllen erforderlich, um zu diesem Punkt Aussagen treffen zu können.

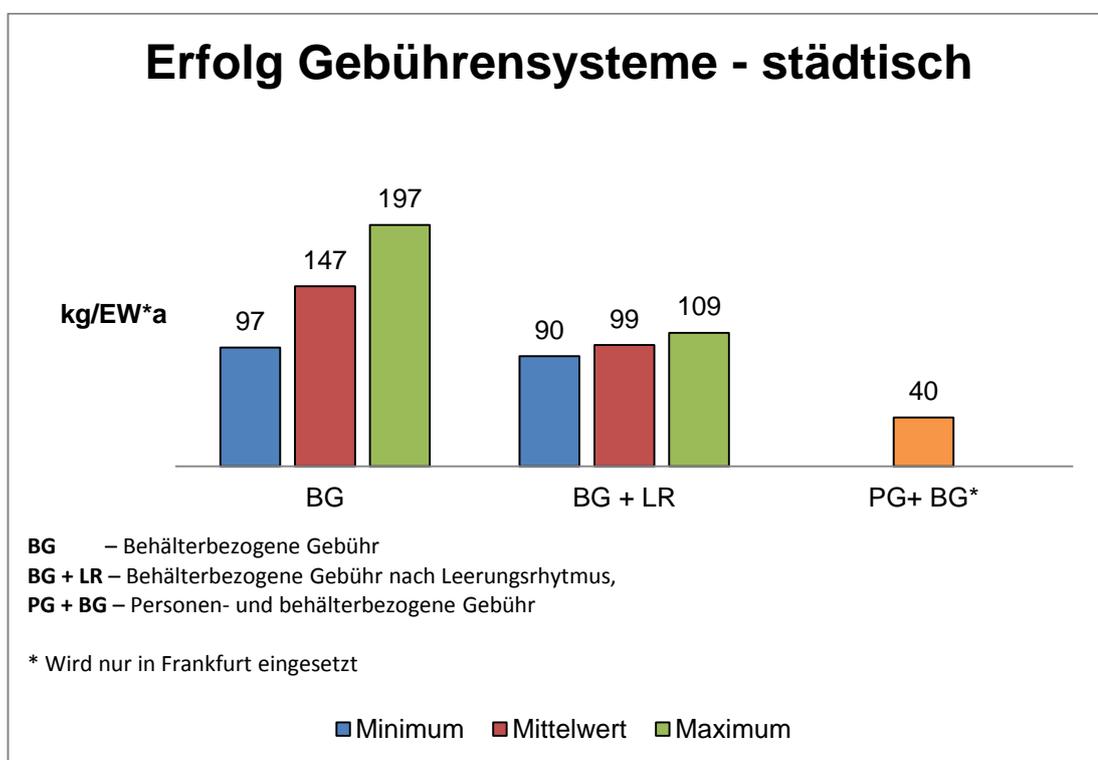


Abb. 15: Einfluss der Gebührensysteme auf die spezifischen Bio- und Grünabfälle – städtisches Gebiet [Quelle: eigene Erhebungen]

4.5 Einfluss zusätzlich angebotener Hol- und Bringsysteme für Gartenabfälle

Zum Einfluss der zusätzlich angebotenen Hol- und Bringsysteme auf die erfassten Bio- und Grünabfallmengen können lediglich qualitative Aussagen getroffen werden. Die Gründe hierfür liegen in der Inhomogenität der Regelungen der untersuchten Gebietskörperschaften und den teilweise ungenau-

en bis fehlenden Erhebungen, der über diese Systeme erfassten Mengen. Daher ist eine Aussage über die Höhe an zusätzlich erfassbaren Mengen nicht möglich.

Durch das Angebot solcher Entsorgungsmöglichkeiten wird generell ein Zusatzertrag zu den über die Biotonne erfassten Mengen erzielt. Die Höhe dieser Mengen ist von verschiedenen Faktoren abhängig, die im Folgenden beispielhaft genannt werden:

- Kostenloses oder gebührenpflichtiges Angebot des Systems
- Gebührenerhebung auf die Biotonnen-Leerung
- Erreichbarkeit
- Öffnungszeiten
- Anzahl an Abfahren bei Holsystemen für Gartenabfälle
- Gebietsstruktur
- Möglichkeiten zur Eigenkompostierung, etc.

Am deutlichsten zeigt sich der Einfluss, wie bereits in Kapitel 4.3 erwähnt, bei der Gebührenerhebung für die Biotonne. Dies führt zu einer größeren Inanspruchnahme dieser Systeme. Auch die Bereitstellung von spezifischem Behältervolumen und die eingesetzten Behältergrößen der Biotonne wirken sich auf diese Systeme aus.

4.6 Öffentlichkeitsarbeit

Der Einfluss der Öffentlichkeitsarbeit kann nicht in Zahlen dargestellt werden. Jedoch sollen hier durch einige Beispiele Möglichkeiten erfolgreicher Öffentlichkeitsarbeit dargestellt werden.

Für den ländlichen Bereich werden Maßnahmen aus den Landkreisen Darmstadt-Dieburg und dem Rheingau-Taunus-Kreis näher erläutert. Da in beiden Kreisen hohe Erfassungsmengen für Bio- und Grünabfälle mit einer guten Trenn-Qualität erzielt werden, zeigt sich wie wichtig der Faktor Öffentlichkeitsarbeit als begleitende Maßnahme Entsorgung ist.

Zur Steigerung der Akzeptanz für die Getrenntsammlung wird in beiden Kreisen eine Abfallzeitschrift herausgegeben, in der die Ergebnisse aus der

Komposterzeugung von Bio- und Gartenabfällen veröffentlicht werden. Dadurch wird dem Bürger das Gefühl vermittelt, durch Bereitstellung der im Haushalt anfallenden Küchen- und Gartenabfälle sowie durch Einhaltung von Trennvorgaben aktiv einen Beitrag zum Umwelt- und Ressourcenschutz zu leisten. Somit kann gleichzeitig Einfluss auf die Bereitschaft zur Bereitstellung von Bio- und Gartenabfällen sowie die Beachtung von Trennvorgaben erreicht werden.

Auch zur Akzeptanzsteigerung von Kontrollmaßnahmen hinsichtlich der Trennqualität kann die Öffentlichkeitsarbeit eingesetzt werden. Herr Pertl, Betriebsbeauftragter des Da-Di-Werks des Landkreises Darmstadt-Dieburg hatte im Gespräch mitgeteilt²⁸, dass vor etwa 10 Jahren ein Detektionssystem aufgrund eines damals hohen Störstoffanteils der Biotonne eingeführt worden ist. Mit diesem System ist es möglich durch Wirbelstromverfahren, sich in der Biotonne befindliche Metalle zu erkennen und den Grad der Verunreinigung zu bestimmen. Nach Einführung dieses Systems erfolgte aufgrund ausbleibender Behälterleerungen eine hohe Beschwerdewelle der Bevölkerung. In diesem Fall wurde die Öffentlichkeitsarbeit vom Zweckverband Abfall- und Wertstoffeinsammlung (ZAW) dahingehend genutzt, dass der Haushalt mit dem geringsten Fremdstoffanteil in der Biotonne einen Preis sowie eine namentliche Nennung in der Abfallzeitschrift erhielt.

Seither hat sich die Qualität des Inputmaterials deutlich verbessert und auch die Beschwerden bleiben bis auf wenige aus.

Ein weiteres Beispiel für herausragende Öffentlichkeitsarbeit ist der Rheingau-Taunus-Kreis. Dieser betreibt auf seiner Grünschnitt-Kompostierungsanlage in Taunusstein-Orlen eine Müllwerkstatt, in welcher bis zu 22 Schulklassen im Jahr die Kompostierung und natürlichen Abbauprozesse nähergebracht werden.²⁹ Diese frühe Aufklärung hinsichtlich der Zersetzungsprozesse kann zu einer nachhaltigen Akzeptanz für die Getrenntsammlung beitragen. Durch Informationstage auf der Kompostierungsanlage und sonstigen Veranstaltungen wird auch ein enger Kontakt zur Be-

²⁸ Pertl, W., 2010: Betriebsbeauftragter DA-DI Werk, Messel, mdl. Mitteilung vom 07.05.2010

²⁹ Semmler, G., 2010: stellvertretender Abteilungsleiter Deponie, Kompostierungsanlage des Eigenbetrieb Abfallwirtschaft (EAW) Rheingau-Taunus-Kreis, Bad Schwalbach, mdl. Mitteilung vom 08.06.2010

völkerung gepflegt. Zudem besteht ein breites Angebot an Informationsbroschüren, die vom Eigenbetrieb Abfallwirtschaft (EAW) Rheingau-Taunus-Kreis auf Anfrage bereitgestellt werden oder von der Homepage heruntergeladen werden können.

Diese Beispiele sollen als Anregungen für Gebietskörperschaften dienen, die eine Optimierung der Öffentlichkeitsarbeit anstreben.

Im städtischen Bereich, vor allem in großstädtisch verdichteten Räumen, ist es aufgrund hoher Anonymität schwieriger Menschen zu erreichen und entsprechende Lenkungen von Stoffströmen durch die Ausdehnung der Öffentlichkeitsarbeit zu ermöglichen. Ein gutes Beispiel zur Durchführung liefert hierbei die Stadtreinigung Hamburg, welche im Jahr 2009 eine große Kampagne unter dem Motto „MehrWertStoffe“³⁰ durchgeführt hat. Hierbei wurde die Bevölkerung durch Großplakate im Stadtgebiet und an Müllfahrzeugen sowie durch Videospots, z.B. im öffentlichen Nahverkehr, zu vermehrter Abfalltrennung im Sinne der günstigen Auswirkungen auf Umwelt und Klima aufgerufen. Des Weiteren wird Öffentlichkeitsarbeit durch Hauswurfsendungen betrieben. Zu Beginn des Jahres 2011 soll nun flächendeckend auch im innerstädtischen Bereich die Biotonne eingeführt werden. Um Anreize zu schaffen, wird die monatliche Gebühr für die Biotonne um 70% gesenkt und die Grundgebühr für den Restmüll um rund 3,8% angehoben.³¹

Da besonders in Großstädten mehr nicht deutsch-sprechende Mitbürger leben als beispielsweise in ländlichen Gebieten, ist eine Grundinformation zu den Regelungen der Abfallentsorgung notwendig. Ein Beispiel für fehlende Informationsbereitstellung ausländischer Mitbürger ohne ausreichend Deutsch-Kenntnisse stellt hier die Stadt Frankfurt am Main dar. In Frankfurt haben die ausländischen Mitbürger über das Internet keine Möglichkeit sich in Ihrer Sprache über die Abfallentsorgung zu informieren. Weder bietet die Seite der Stadt Frankfurt (www.frankfurt.de), die immerhin teilweise in 10 Nicht-Deutschen Sprachen zur Verfügung steht, Informationen über die Abfallentsorgung noch ist es auf der Homepage des Entsorgers, der FES

³⁰ Boisch, A., 2010, Stoffliche und energetische Bioabfallverwertung in Hamburg. In: Witzzenhausen-Institut (Hrsg.): Bio- und Sekundärrohstoffverwertung V (2010), Witzzenhausen, S. 415 - 425

³¹ Boisch, A., 2010: Betriebsleiterin Kompostwerk Bützberg, Bützberg, mdl. Mitteilung vom 28.06.2010

GmbH (www.fes-frankfurt.de), möglich diese als nicht deutsch-sprechende Mitbürger zu erhalten.

Als positives Beispiel kann hier auch wieder die Stadt Hamburg betrachtet werden. Der Internetauftritt der Stadt (www.hamburg.de) ist zwar nur in die englische Sprache übersetzt und bietet ebenfalls keine Verlinkung zum zuständigen Entsorger, auf der Seite der Stadtreinigung Hamburg (www.stadtreinigung-hh.de) erhält man allerdings grundlegende Informationen hinsichtlich der Entsorgung in den Sprachen Englisch, Polnisch, Russisch und Türkisch.

5 Ergebnisse aus den Modellen

5.1 Ergebnisse des Modells zur Ermittlung der Einflussgrößen und Potentialabschätzung

5.1.1 Größe der Gartenflächen

Die Ergebnisse aus der Berechnung zur Größe der Grundstücks- und Gartenflächen mittels Modell aus Kap. 3.1.5 sind in Abb. 16 und 17 grafisch dargestellt. Für die einzelnen Gebietskörperschaften können die Ergebnisse aus Anhang 7 entnommen werden.

In den 41 untersuchten Gebietskörperschaften leben rund 3,7 Mio. Einwohner, was rund 60 % der hessischen Bevölkerung (rund 6,1 Mio. Einwohnern³²) entspricht. 35 dieser Gebiete haben eine ländliche Struktur. Demnach stehen 50 % der dort ansässigen Bevölkerung eine Grundstücksfläche von > 165 qm/EW (siehe Abb. 16) mit einer Gartenfläche von > 115 qm/EW (siehe Abb. 17) zur Verfügung.

³² Hessisches Statistisches Landesamt, 2009, Bevölkerung insgesamt in: Hessische Gemeindestatistik Ausgabe 2009, <http://www.statistik-hessen.de>

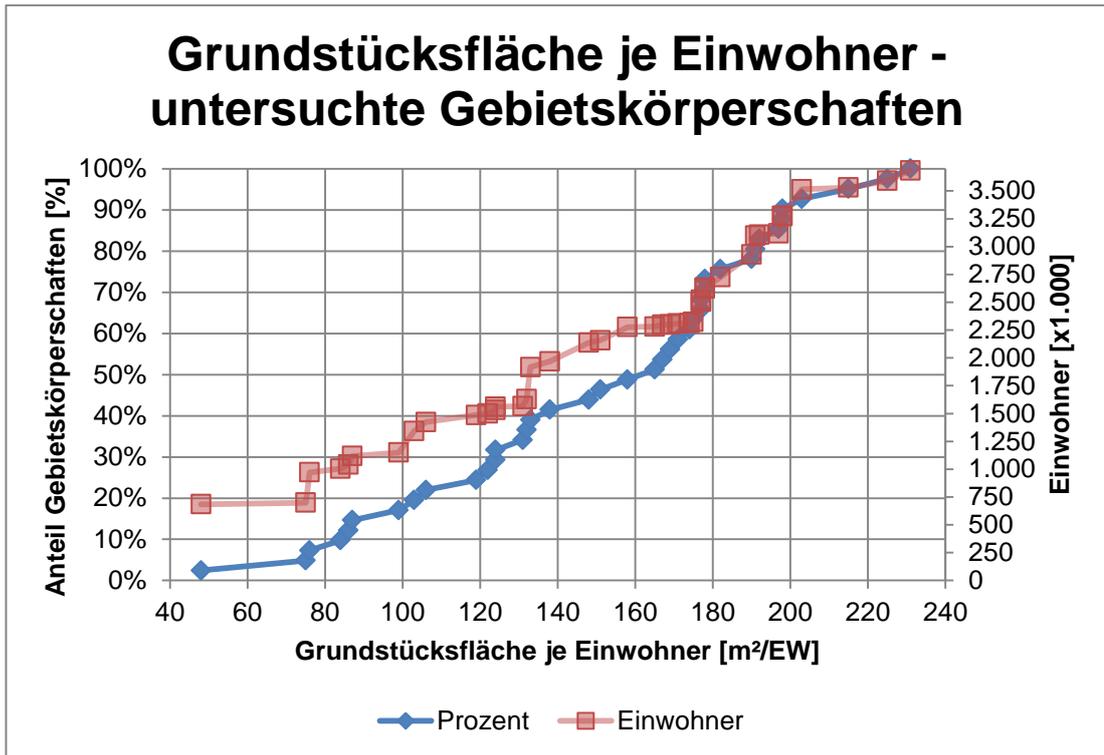


Abb. 16: Grundstücksfläche je Einwohner – untersuchte Gebietskörperschaften [Quelle: eigene Erhebungen, HdL-Datei 2010]

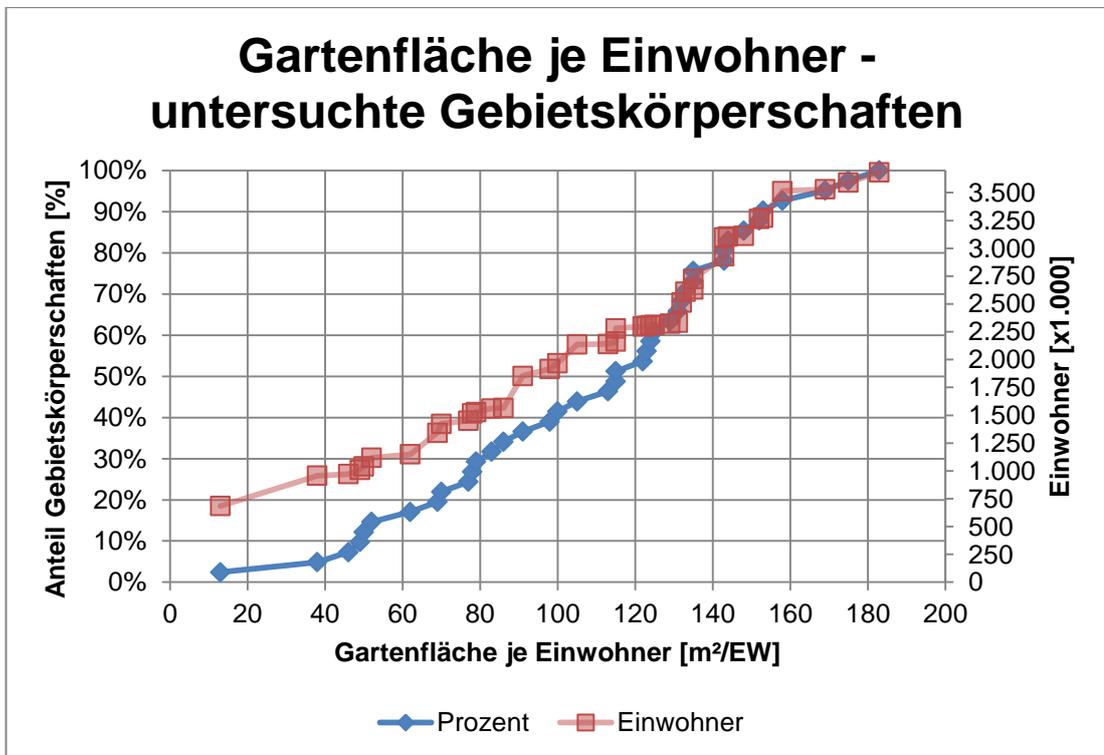


Abb. 17: Gartenfläche je Einwohner – untersuchte Gebietskörperschaften [Quelle: eigene Erhebungen, HdL-Datei 2010]

Im Vergleich dieser Ergebnisse mit dem gesamten Land Hessen ergeben sich leichte Differenzen. Die Grundstücksfläche je Einwohner liegt gemäß Abb. 18 für 50 % der Gesamt-Bevölkerung bei ca. 140 qm/EW und ist damit rund 25 qm/EW geringer bemessen. Der ähnliche Kurvenverlauf und die annähernd identischen unteren und oberen Grenzen zeigen jedoch, dass ein für das Land Hessen repräsentatives Untersuchungsgebiet betrachtet worden ist.

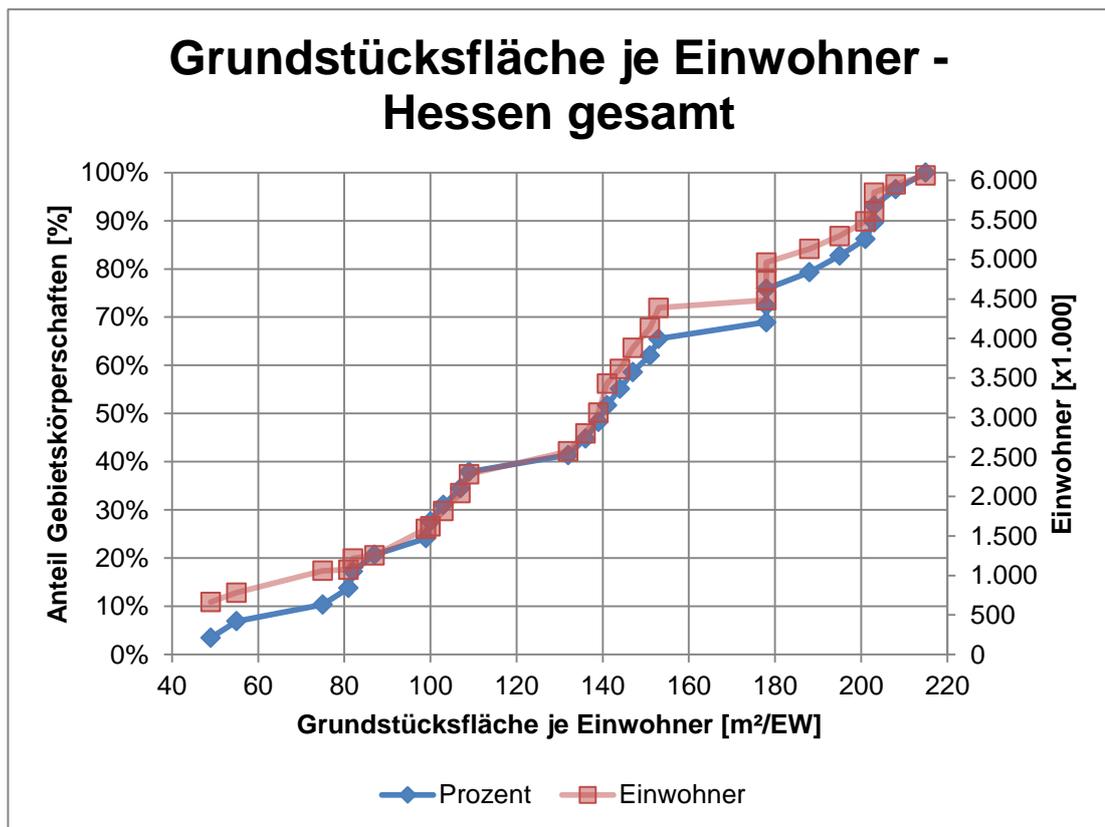


Abb. 18: Grundstücksfläche je Einwohner – Hessen gesamt [Quelle: Hessische Gemeindestatistik Ausgabe 2009, HdL-Datei 2010]

5.1.2 Potential an Bio- und Gartenabfällen

5.1.2.1 Potentiell erfassbare Mengen der ländlichen Gebietskörperschaften

In Abb. 19 ist das spezifische Aufkommen an Bio- und Grünabfällen, die Mengen an Organik im Restmüll sowie die Potential-Mengen der Eigenkompostierung für die Gebietskörperschaften mit ländlicher Struktur dargestellt. Dies sind die Ergebnisse aus dem Modell zur Ermittlung der Einflussgrößen und Potentialabschätzung aus Kap. 3.1.

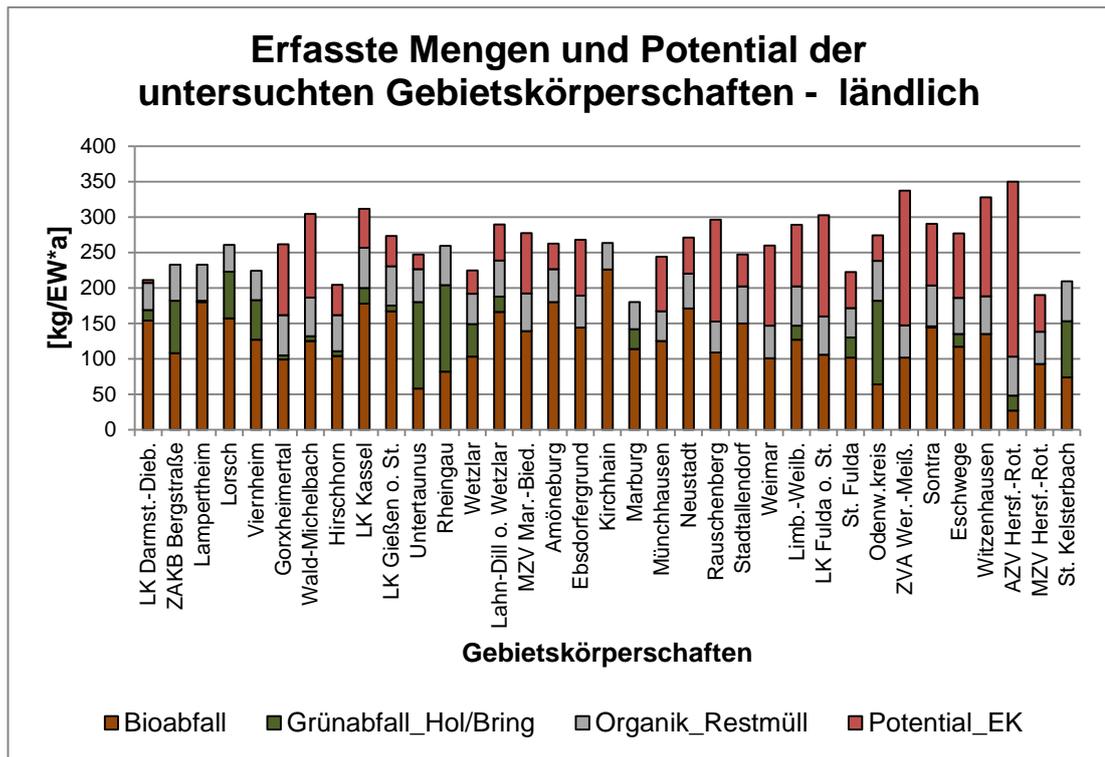


Abb. 19: Getrennt erfasste Mengen an Bio- und Grünabfall sowie nicht erfasste Potentiale an Organik im Restmüll und über Eigenkompostierung verwertete Mengen der ländlichen Gebietskörperschaften [Quelle: eigene Erhebungen]

Die Bio- und Grünabfälle stellen die über die Getrenntsammlung erfassten Mengen dar und sind für Bioabfall braun und Grünabfall grün gekennzeichnet. Das zusätzliche Erfassungspotential liegt in den organischen Anteilen des Restmülls (graue Markierung) und der über die Eigenkompostierung verwerteten Mengen (rote Markierung).

Es hat sich gezeigt, dass im ländlichen Raum trotz hoher Erfassungsquoten durchaus Potential an zusätzlich erfassbaren Mengen besteht.

So zum Beispiel in der Gemeinde Wald-Michelbach, wo trotz einer Erfassungsquote von 132 kg/EW*a an Bio- und Grünabfällen, zusätzliche Mengen von ca. 118 kg/EW*a über die Eigenkompostierung selbst verwertet werden. Unter der Annahme, dass 50 % dieser Mengen theoretisch ausgeschleust werden können, wäre dort somit ein zusätzliches Potential von 59 kg/EW*a möglich.

Insgesamt ergibt sich für die untersuchten Gebietskörperschaften im ländlichen Raum ein absolutes Potential von 67.500 Mg/a (28 kg/EW*a) an ab-

schöpfbaren Mengen aus der Eigenkompostierung, unter der Annahme einer 50 %igen Abschöpfungsrate.

Die Anteile an Organik im Restmüll bewegen sich im ländlichen Bereich der untersuchten Gebietskörperschaften zwischen 38 – 58 kg/EW*a. Gemäß Studie des Witzenhausen-instituts³³ können durch Effizienzsteigerung der Sammlung 30% prinzipiell abgeschöpft werden. Für den ländlichen Bereich wären für alle untersuchten Gebiete eine absolute Menge von ca. 35.700 Mg/a (15 kg/EW*a) theoretisch möglich.

Insgesamt könnten also durch Optimierung der Bioabfallerfassung in den untersuchten ländlich geprägten Gebietskörperschaften eine Menge von 67.500 Mg/a aus der Eigenkompostierung und weitere 35.700 Mg/a an Organik im Restmüll zusätzlich erfasst werden.

5.1.2.2 Potentiell erfassbare Mengen der städtischen Gebietskörperschaften

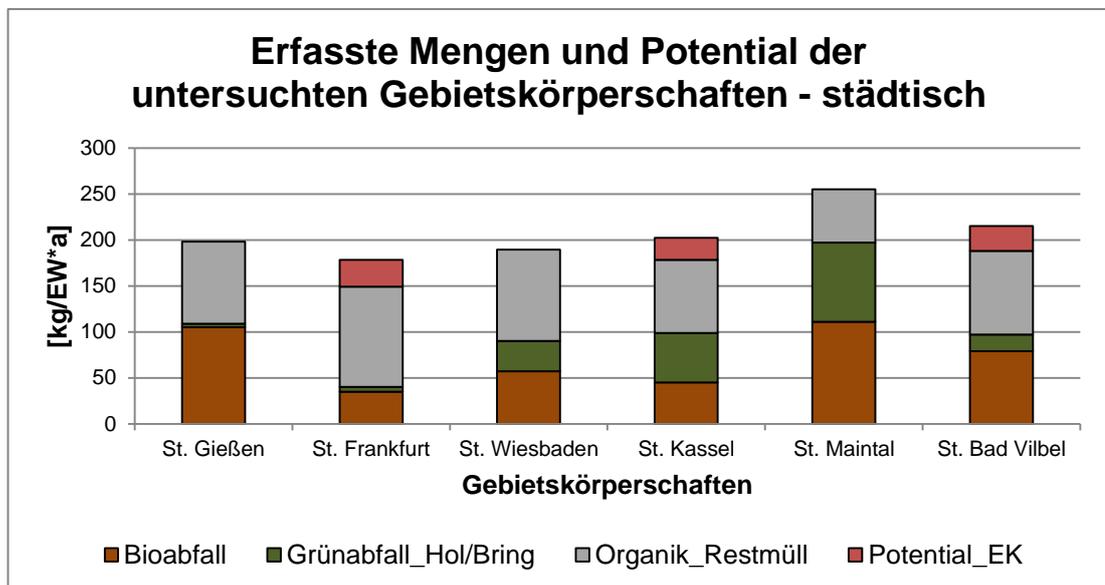


Abb. 20: Getrennt erfasste Mengen an Bio- und Grünabfall sowie nicht erfasste Potentiale an Organik im Restmüll und über Eigenkompostierung verwertete Mengen der städtischen Gebietskörperschaften [Quelle: eigene Erhebungen]

³³ Witzenhausen-Institut in Zusammenarbeit mit Ingenieurgemeinschaft Witzenhausen (IGW) Fricke und Turck GmbH, a.a.O., S. 89, hier: S. 2

Erwartungsgemäß ist aufgrund der begrenzten Größe und Anzahl an Gartenflächen und des geringen Platzangebots zur Einrichtung von Kompostplätzen, im städtischen Bereich ein geringes Potential an zusätzlichen Erfassungsmengen durch Ausschleusung aus der Eigenkompostierung vorhanden. Die anfallenden Küchen- und Gartenabfälle werden fast ausnahmslos den angebotenen Entsorgungssysteme angedient.

Aus diesem Grund liegt das zusätzlich erfassbare Potential der untersuchten Städte bei rund 12.700 Mg/a bzw. 10 kg/EW*a.

Im städtischen Bereich befinden sich wesentlich größere Mengen im Restmüll. Die spezifischen Mengen liegen hier zwischen 58 – 109 kg/EW*a. Die größten Mengen mit 109 kg/EW*a befinden sich in der Stadt Frankfurt, da dort die Biotonne aufgrund von Platzmangel nicht im gesamten Entsorgungsgebiet angeboten werden kann und ein großer Pendlerverkehr vorherrscht (257.944 Pendler bei 664.838 EW³⁴).

Bei gleicher Annahme einer 30%igen Abschöpftrate durch Intensivierung der Getrenntsammlung organischer Abfälle, wäre im städtischen Bereich eine absolute Menge von ca. 38.000 Mg/a erzielbar, was einer spezifischen Erfassungsquote von 30 kg/EW*a entspricht.

Für die untersuchten städtischen Gebietskörperschaften liegen somit die Potentiale an zusätzlich erfassbaren Mengen bei 12.700 Mg/a aus der Eigenkompostierung und weitere 38.000 Mg/a befinden sich an Organik im Restmüll.

5.1.2.3 Potentiell erfassbare Mengen Ingesamt

Für den organischen Anteil im Restmüll ergibt sich eine zusätzliche Erfassungsmenge von 74.500 Mg/a und für eine Ausschleusung von 50 % aus der momentan über die Eigenkompostierung verwerteten Menge von 80.200 Mg/a in den untersuchten Gebietskörperschaften. Somit besteht ein Potential auf der Grundlage des Berechnungsmodells von rund 154.700 Mg/a, wel-

³⁴ Hessisches Statistisches Landesamt, 2009, Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Pendler über die Gemeindegrenzen in: Hessische Gemeindestatistik Ausgabe 2009, <http://www.statistik-hessen.de/>

ches durch Optimierung der getrennten Bio- und Grünabfallerfassung in den untersuchten Gebietskörperschaften zusätzlich erfasst werden könnte.

	Potential gesamt			theoretisch abschöpfbares Potential		
	Potential EK	Organik RM	Gesamt	Potential EK	Organik RM	Gesamt
	[Mg/a]	[Mg/a]	[Mg/a]	[Mg/a]	[Mg/a]	[Mg/a]
Ländlich	135.046	119.098	254.144	67.528	35.731	103.259
Städtisch	25.366	129.233	154.599	12.683	38.769	51.452
Gesamt	160.412	248.331	408.743	80.211	74.500	154.711

Tab. 7: Ergebnis der Potentialabschätzung Organik im Restmüll und Mengen Eigenkompostierung [Quelle: eigene Erhebungen]

5.2 Ergebnisse des Modells zur Analyse der Einflussnahme bereitgestellter Volumina für Restmüll und Bioabfall

5.2.1 Übersicht über die Typen-Eigenschaften

Um die folgenden Einzelbetrachtungen der Typen A – E besser nachvollziehen zu können, sind in Tab. 8 nochmals ihre Eigenschaften dargestellt.

Kategorie	Eigenschaften
Typ A	geringe Bereitstellung von spezifischem Restmüll- und Biotonnenvolumen; Behältervolumina ähnlich bemessen
Typ B	größeres spezifisches Biotonnenvolumen als Typ A, mit tendenziell größerem spezifischem Restmüllvolumen
Typ C	ausreichendes spezifisches Biotonnenvolumen, unterschiedliches spezifisches Restmüllvolumen
Typ D	mehr spezifisches Biotonnenvolumen als spezifisches Restmüllvolumen
Typ E	hohes spezifisches Biotonnenvolumen zu geringer Bereitstellung von spezifischem Restmüllvolumen

Tab. 8: Typeneigenschaften

5.2.2 Ergebnisse Typ A

Dieser Gruppierung wurden Gebietskörperschaften zugeteilt, die sich durch geringe Bereitstellung spezifischen Rest- und Bioabfallvolumens kennzeichnen. Dies entspricht einer Strategie der bevorzugten Abfallvermeidung und der Lenkung von Stoffströmen.

örE	spez. Behältervolumina		Volumen Bio/RM	spez. Erfassungsquote			
	Bioabfall	Restmüll		Bioabfall	Hol-/Bringsystem	Bio- und Grünabfall	Restmüll
	[l/EW*Wo]	[l/EW*Wo]			[kg/EW*a]	[kg/EW*a]	[kg/EW*a]
Sammelgebiet AZV	6,3	8,2	0,77	27	21	48	133
Untertaunus	7,9	9,5	0,83	58	122	180	95
Odenwaldkreis	9,7	12,5	0,78	64	118	182	146
Gemeinde Weimar	10,8	10,6	1,02	101	0	101	93
Stadt Rauschenberg	12,6	10,7	1,18	109	0	109	86
Gemeinde Münchhausen	14,6	7,8	1,87	125	0	125	82

Tab. 9: Erfassungssituation Typ A [Quelle: eigene Erhebungen]

Von allen betrachteten 5 Typen werden hier durchschnittlich die geringsten Mengen sowohl an Bio- und Grünabfällen (125 kg/EW*a) als auch an Restmüll (106 kg/EW*a) erfasst.

Das spezifische Behältervolumen für Bioabfall beläuft sich auf 6,3 bis 14,6 l/EW*Wo und das für Restmüll befindet sich zwischen 8,2 bis 12,5 l/EW*Wo. Das Verhältnis des spezifischen Bioabfallvolumens zum spezifischen Restmüllvolumen liegt somit zwischen 0,77 und 1,87.

Die Gemeinde Münchhausen erzielt mit 125 kg/EW*a die höchste Erfassungsmenge über die Biotonne unter Einsatz des höchsten Faktors an Bioabfall- zu Restmüllvolumen der Gruppe A von 1,87. Dies vermittelt einen ersten Eindruck über den Einfluss dieses Verhältnisses.

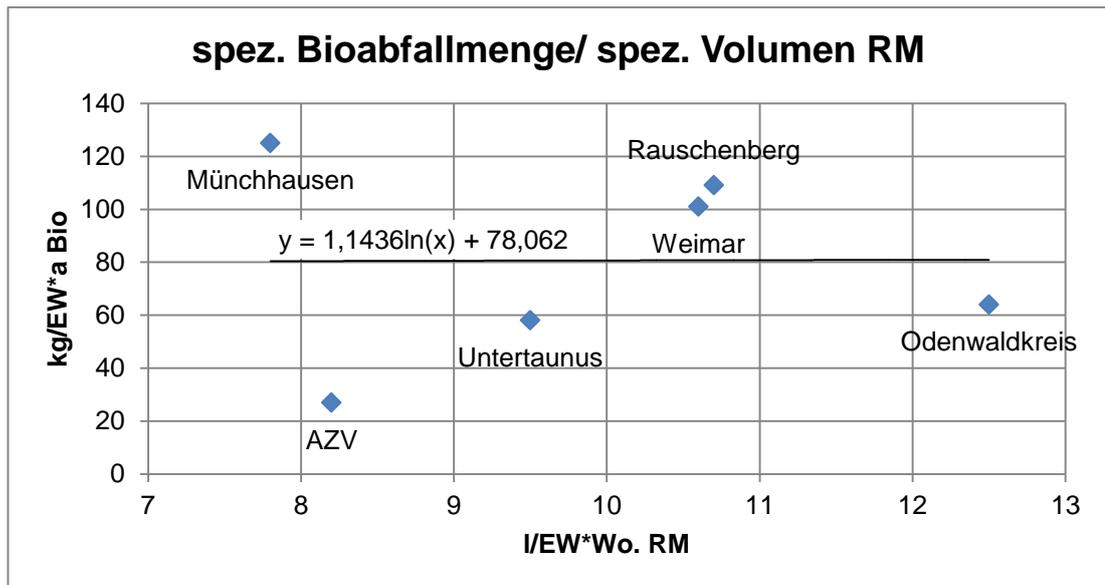


Abb. 21: Entwicklung der erfassten Bioabfallmengen durch bereitgestelltes Behältervolumen Restmüll Typ A [Quelle: eigene Erhebungen]

In den Zuständigkeitsbereichen des Abfallwirtschafts-Zweckverband (AZV) des Landkreises Hersfeld-Rotenburg, dem Sammelgebiet des Untertaunus (Rheingau-Taunus-Kreis) und im Odenwaldkreis wird der in Kap. 4.3 beschriebene Effekt deutlich, dass bei Gebührenerhebung für die Biotonnenutzung eine stärkere Inanspruchnahme von separat angebotenen Sammelsystemen erfolgt. So werden zu den erfassten Bioabfällen des AZV von 27 kg/EW*a, weitere Mengen von 21 kg/EW*a über ein separates Bringsystem erfasst. Im Untertaunus werden zu den 58 kg/EW*a erfassten Bioabfällen zusätzlich 122 kg/EW*a über separat angebotene Grünschnitt-Sammelstellen erfasst. Dies ist im Odenwaldkreis ähnlich, dort werden 118 kg/EW*a zusätzlich über ein Bringsystem zu den 64 kg/EW*a über Biotonne erfasst werden. Der Grund für die teilweise recht großen Unterschiede der über Biotonne und separate Systeme erzielten Erfassungsmengen, liegt in der kostenlosen Nutzungsmöglichkeit der Bringsysteme. Ein zusätzlicher Einfluss wird durch den Einsatz von Identssystemen und der Gebührenerhebung nach tatsächlich in Anspruch genommenen Leerungen für die Biotonne in den Erfassungsbereichen des AZV und des Untertaunus generiert.

Insgesamt wurde festgestellt, dass für den Typ A die erfassten Mengen über zusätzliche Hol- und Bringsysteme für Grünabfälle am größten war. Dies resultiert aus der geringen Bereitstellung an spezifischem Behältervolumen und

der Gebührenerhebung auf die Biotonne von 4 der 6 aufgeführten Gebietskörperschaften.

5.2.3 Ergebnisse Typ B

Dieser Gruppierung wurden Gebietskörperschaften zugeteilt, die zwar durchschnittlich größere spezifische Behältervolumina für Bioabfall bereitstellen als Gruppe A, aber größtenteils mehr Behältervolumen für Restmüll anbieten.

örE	spez. Behältervolumina		Volumen Bio/RM	spez. Erfassungsquote			
	Bioabfall	Restmüll		Bioabfall	Hol-/Bringsystem	Bio- und Grünabfall	Restmüll
	[l/EW*Wo]	[l/EW*Wo]			[kg/EW*a]		
Rheingau	15,6	17,8	0,88	82	122	204	138
LK_Fulda	16,8	15,3	1,1	106	0	106	126
Gemeinde Wald-Michelbach	17	15,7	1,08	125	7	132	130
Stadt Kelsterbach	17	22	0,77	74	79	153	129
Stadt Fulda	17,2	27,9	0,62	102	28	130	194
ZVA Werra-Meißner-Kreis	17,6	24,8	0,71	102	0	102	92
Gemeinde Gorxheimertal	17,8	24,1	0,74	99	6	105	146

Tab. 10: Erfassungssituation Typ B [Quelle: eigene Erhebungen]

Bei diesem Typ konnte festgestellt werden, dass die erfasste Menge an Bioabfall mit steigendem Restmüllvolumen tendenziell sinkt, was in Abb. 22 ersichtlich wird.

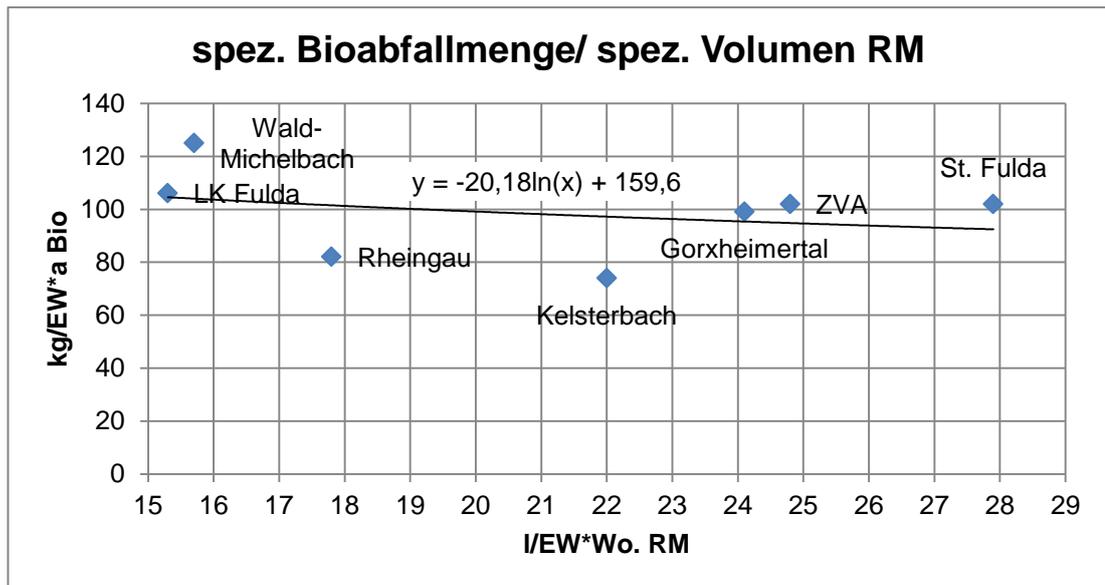


Abb. 22: Entwicklung der erfassten Bioabfallmengen durch bereitgestelltes Behältervolumen Restmüll Typ B [Quelle: eigene Erhebungen]

Die Schwankungen sind auf die unterschiedlichen bereitgestellten Behältervolumina für Bioabfall zurückzuführen.

Der Erfolg der ersten beiden Punkte, Gemeinde Wald-Michelbach mit 125 kg/EW*a und LK Fulda mit 106 kg/EW*a, lässt sich aus einer höheren Bereitstellung an Behältervolumen für Bioabfall als für Restmüll ableiten. Die Faktoren für $I \text{ Bio}/EW*Wo.$ pro $I \text{ RM}/EW*Wo.$ belaufen sich in beiden Gebietskörperschaften auf rund 1,1.

Die geringsten Mengen dieser Gruppe erfassen die Stadt Kelsterbach mit einem Faktor von 0,77 und der Rheingau mit einem Faktor von 0,88.

In den restlichen Gebietskörperschaften werden zwar höhere spezifische Behältervolumina für Bioabfall bereitgestellt, allerdings mit darüber liegendem Angebot an spezifischem Restmüll-Volumen. Es ergeben sich für das Verhältnis $I \text{ Bio}/EW*Wo.$ pro $I \text{ RM}/EW*Wo.$ Faktoren von 0,62 -0,74.

Dies bekräftigt den Einfluss dieses Faktors, der in der Untersuchung des Typ A ebenfalls nachgewiesen wurde.

5.2.4 Ergebnisse Typ C

In dieser Gruppe befinden sich Gebietskörperschaften mit einem ähnlichen Angebot an spezifischem Bioabfall-Volumen und breiter Streuung hinsichtlich des bereitgestellten Behältervolumens für Restmüll.

örE	spez. Behältervolumina		Volumen Bio/RM	spez. Erfassungsquote			
	Bioabfall	Restmüll		Bioabfall	Hol-/Bringsystem	Bio- und Grünabfall	Restmüll
	[l/EW*Wo]	[l/EW*Wo]	[l Bio/l RM]	[kg/EW*a]	[kg/EW*a]	[kg/EW*a]	[kg/EW*a]
Stadt Wetzlar	19,6	38,2	0,51	103	46	149	217
Stadt Amöneburg	20,8	12	1,73	180	0	180	96
Stadt Sontra	21,2	22,9	0,93	144	2	146	177
Stadt Eschwege	21,3	33,8	0,63	117	18	135	113
Landkreis Darmstadt-Dieburg	21,4	13,7	1,56	154	15	169	72
Kreis Limburg-Weilburg	21,4	26,4	0,81	127	20	147	204
ZAKB Kreis Bergstraße	21,6	20,4	1,06	108	74	182	111

Tab. 11: Erfassungssituation Typ C [Quelle: eigene Erhebungen]

Durch diese Inhomogenität wird besonders deutlich, wie durch die Erhöhung des Restmüll-Volumens die erfasste Menge an Bioabfällen sinkt.

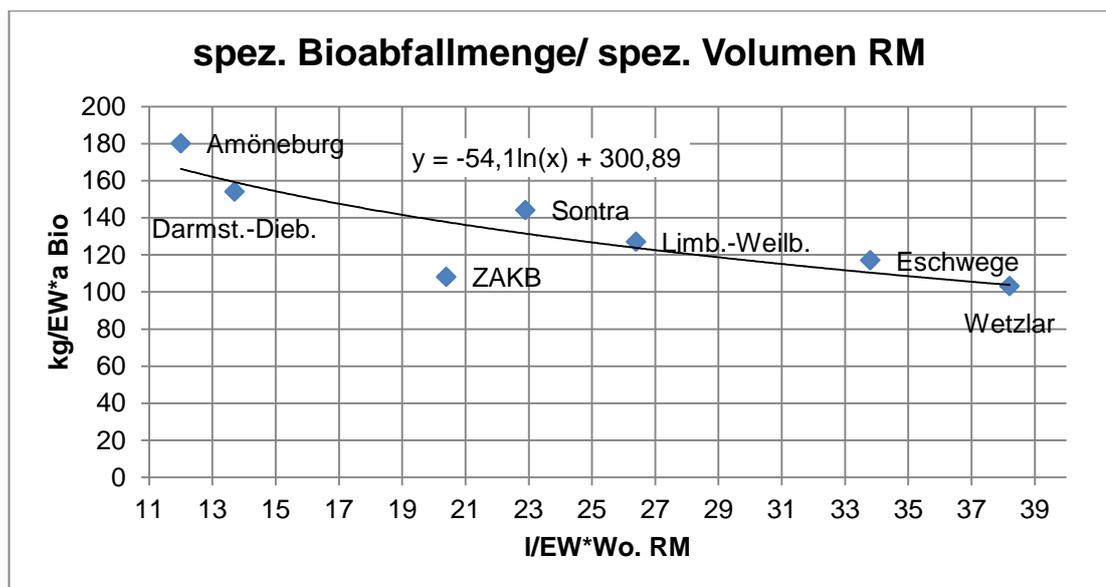


Abb. 23: Entwicklung der erfassten Bioabfallmengen durch bereitgestelltes Behältervolumen Restmüll Typ C [Quelle: eigene Erhebungen]

Bis zu Punkt 4 (Sontra) werden noch ausreichend hohe Mengen erfasst, da verhältnismäßig mehr Behältervolumen für Bioabfälle als für Restmüll bereitgestellt wird (Faktor 0,93 - 1,73). Aber ab Punkt 5 ergeben sich Faktoren von 0,51 bis 0,81, was den Grund für die geringere Erfassungsmenge darstellt.

5.2.5 Ergebnisse Typ D

In der Gruppe D sind Gebietskörperschaften zusammengefasst, die generell größere Behältervolumina für Bioabfall als für Restmüll bereitstellen.

örE	spez. Behältervolumina		Volumen Bio/RM [l Bio/l RM]	spez. Erfassungsquote			
	Bioabfall	Restmüll		Bioabfall	Hol-/Bringsystem	Bio- und Grünabfall	Restmüll
	[l/EW*Wo]	[l/EW*Wo]		[kg/EW*a]	[kg/EW*a]	[kg/EW*a]	[kg/EW*a]
Stadt Viernheim	22,9	17,3	1,32	127	56	183	135
Stadt Hirschhorn	23,4	17,8	1,31	104	7	111	110
LK_Gießen	24,4	16,1	1,52	167	8	175	137
Stadt Neustadt	24,7	16,7	1,48	171	0	171	105
Landkreis Kassel	25,1	18	1,39	178	22	200	160
Stadt Lorsch	27,3	13,8	1,98	157	66	223	110

Tab. 12: Erfassungssituation Typ D [Quelle: eigene Erhebungen]

Die Faktoren für l Bio/EW*Wo. pro l RM/EW*Wo. befinden sich zwischen 1,31 und 1,98.

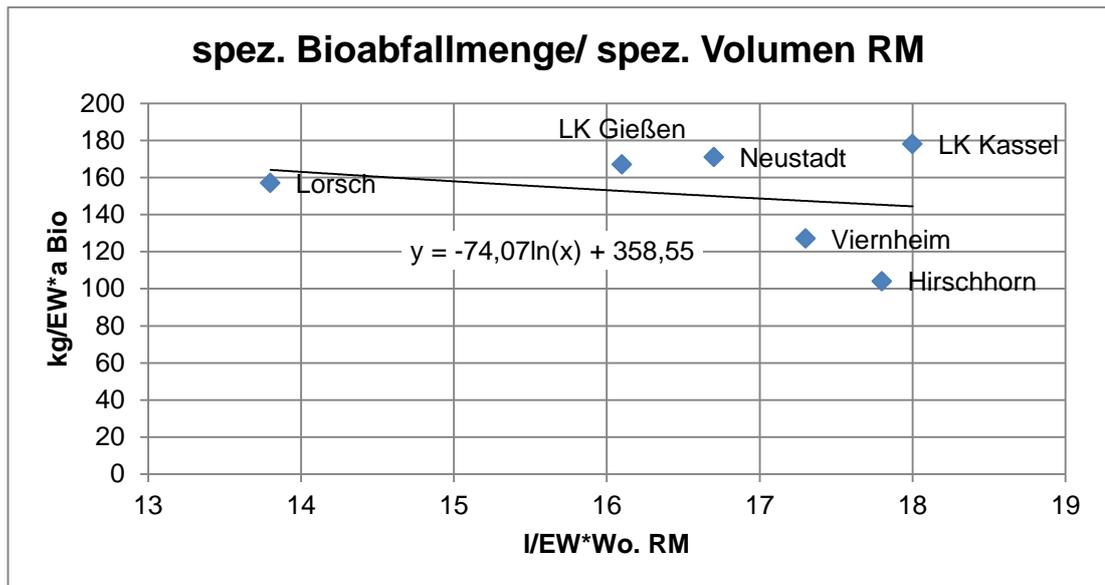


Abb. 24: Entwicklung der erfassten Bioabfallmengen durch bereitgestelltes Behältervolumen Restmüll Typ D [Quelle: eigene Erhebungen]

Bis auf die Stadt Hirschhorn mit einer spezifischen Erfassungsmenge für Bio- und Grünabfälle von 111 kg/EW*a werden in dieser Gruppe Mengen erzielt, die sich deutlich über der durchschnittlichen Erfassungsmenge des Landes Hessen von 122 kg/EW*a³⁵ für das Jahr 2008 befinden. Durchschnittlich wird in dieser Gruppe eine Bioabfallmenge von 151 kg/EW*a erfasst.

Das Ergebnis der Stadt Hirschhorn lässt sich auf die Gebietsstruktur zurückführen. Begrenzt durch Neckar und den Odenwald sind die Grundstücke und somit auch die Gartenflächen durchschnittlich nicht sonderlich groß bemessen. Daher ist die erzielte Erfassungsmenge durchaus ausreichend und es bieten sich nur beschränkt Optimierungsmöglichkeiten.

5.2.6 Ergebnisse Typ E

Beide Gebietskörperschaften dieser Gruppe zeichnen sich durch eine hohe Bereitstellung an spezifischem Biotonnenvolumen zu einer geringen Bereitstellung von spezifischem Restmüllvolumen aus.

³⁵ Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2009, Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2008, S. 10

örE	spez. Behältervolumina		Volumen Bio/RM	spez. Erfassungsquote			
	Bioabfall	Restmüll		Bioabfall	Hol-/Bringsystem	Bio- und Grünabfall	Restmüll
	[l/EW*Wo]	[l/EW*Wo]	[l Bio/l RM]	[kg/EW*a]	[kg/EW*a]	[kg/EW*a]	[kg/EW*a]
Stadt Kirchhain	34,7	8,6	4,03	226	0	226	70
Stadt Lampertheim	35,4	14	2,53	180	2	182	112

Tab. 13: Erfassungssituation Typ E [Quelle: eigene Erhebungen]

Auch hier ist der Faktor l Bio/EW*Wo. pro l RM/EW*Wo. ausschlaggebend für die erfassten Mengen. Es werden in Lampertheim mit ähnlichem spezifischen Behältervolumen für Bioabfälle fast 50 kg/EW*a weniger erfasst. Dies liegt darin begründet, dass fast die doppelte Menge an Restmüll-Volumen bereitgestellt wird und dies zeigt sich auch in der erfassten Restmüll-Menge, die 42 kg/EW*a höher ist als in Kirchhain. Dies entspricht auch der Abschätzung des Organik-Anteils im Restmüll, der für die Stadt Kirchhain mit 38 kg/EW*a und für die Stadt Lampertheim mit 51 kg/EW*a berechnet wurde.

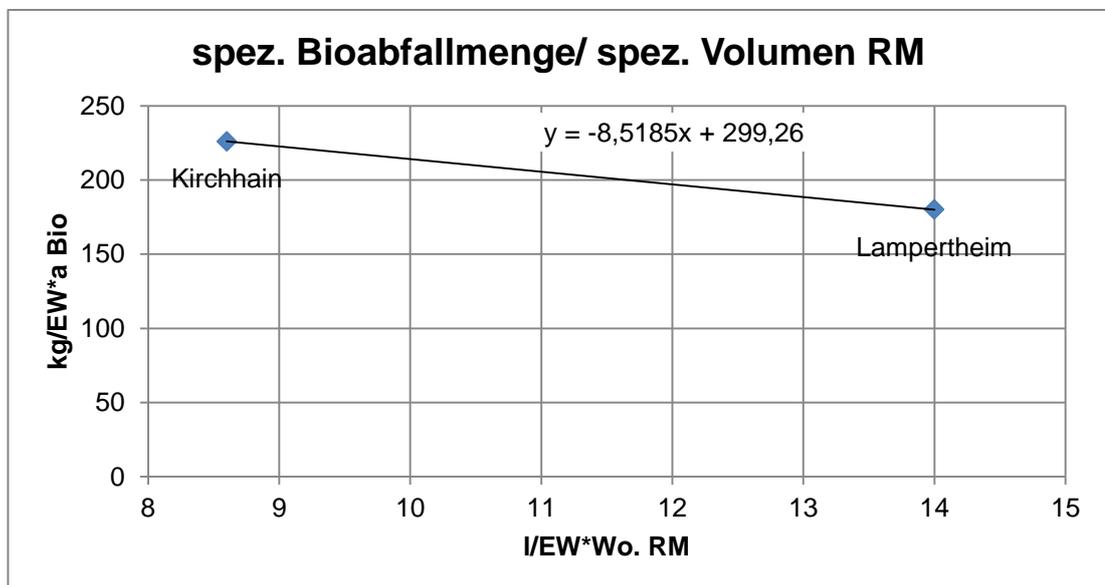


Abb. 25: Entwicklung der erfassten Bioabfallmengen durch bereitgestelltes Behältervolumen Restmüll Typ E [Quelle: eigene Erhebungen]

In Lampertheim ist das Verhältnis RM-Volumen zu Bio-Volumen mit 14 l/EW*Wo RM zu 35,4 l/EW*Wo Bio mit dem Faktor 0,4 etwas größer. Für organische Abfälle wird maximal das Volumen des RM bereitgestellt, jedoch ist

das Leerungsintervall mit 13 Leerungen/a geringer bemessen als das für Bioabfall mit insgesamt 38 Leerungen/a.

Dies ist eine Möglichkeit über die Abfuhrhäufigkeit das Angebot an spezifischem Behältervolumen zu reduzieren. Der Erfolg zeigt sich in beiden Gebietskörperschaften mit Erfassungsquoten von 88 und 91 % für Bioabfälle.

Die ausschließliche Nutzung eines 240 l- Behälters für Bioabfälle, wie in der Stadt Kirchhain, ist nur Gebietskörperschaften in ländlichen Gebieten zu empfehlen, da sonst der Anteil an Störstoffen steigt. Dies ist aber auch eine weitere Erklärung für das hohe spezifische Behältervolumen.

In der Stadt Lampertheim erfolgt bei Befreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang der Biotonne eine Gebührenermäßigung von 34,80 € pro Jahr für einen 120 l-Behälter. Dies entspricht etwa 17% der Gesamtgebühr und bietet wenig Anreiz zur Eigenkompostierung, was aus dem hohen Anschlussgrad hervorgeht.

In beiden Gebietskörperschaften werden zusätzliche Sammelsysteme für Gartenabfälle angeboten. Allerdings werden diese nur marginal genutzt. So wird die Menge per Direktanlieferung der Kompostieranlage in Kirchhain nicht erfasst und in Lampertheim beträgt die Erfassungsmenge über das 2x jährliche Holsystem für Gartenabfälle lediglich 2 kg/EW*a.

In den Gebietskörperschaften des Typs E erfolgt eine größere Bereitstellung an Bioabfall- zu Restmüll-Volumen. Das bereitgestellte Volumen für organische Abfälle ist hier um den Faktor 2,5 bis 4 höher als das Volumen für Restmüll. Kirchhain stellt 34,7 l/EW*Wo. Bio- zu 8,6 l/EW*Wo. RM-Volumen und Lampertheim 35,4 l/EW*Wo Bio- zu 14 l/EW*Wo RM-Volumen zur Verfügung.

Der Erfolg hoher Volumenbereitstellung für die Biotonne in Kombination mit reduziertem Restmüllvolumen zeigt sich vor allem in der Höhe der erfassten Mengen (216 kg Bio./EW*a und 180 kg Bio./EW*a) und den hohen Erfassungsquoten von 88 % und 91 %.

In Lampertheim wird für organische Abfälle maximal das Volumen für Restmüll bereitgestellt. Das Angebot an spezifischem Behältervolumen wird hier über die Anzahl der Leerungen pro Jahr beeinflusst. Für Restmüll werden lediglich 13 Leerungen/a angeboten, wohingegen für Bioabfälle insgesamt 38 Leerungen/a zur Verfügung stehen.

Anders ist dies in der Stadt Kirchhain. Dort wird durch ausschließliche Bereitstellung von 240 I-Behältern ausreichendes Behältervolumen zur Verfügung gestellt. Die Anzahl der Leerungshäufigkeiten tragen allerdings mit 13 Leerungen/a für Restmüll und 26 Leerungen/a für Bioabfall ebenfalls zur Steigerung des spezifischen Behältervolumens für Bioabfälle bei.

Die ausschließliche Nutzung eines 240 l-Behälters für Bioabfälle wie in der Stadt Kirchhain ist nur bedingt empfehlenswert, da in Gebieten mit geringem Anfall an Gartenabfällen das Volumen zu hoch bemessen und somit ein Anstieg des Störstoffanteils zu erwarten ist.

Zusätzlich zur Biotonne werden in beiden Gebietskörperschaften Sammelsysteme für Gartenabfälle angeboten. Allerdings werden über diese Wege nur geringe Mengen erfasst. In Kirchhain ist eine Direktanlieferung an der Kompostieranlage möglich. Diese Mengen werden allerdings nicht separat erfasst. Lampertheim erfasst über die 2x jährlich durchgeführte Sammlung im Holsystem für Gartenabfälle eine zusätzliche Menge von 2 kg/EW*a.

In den beiden Gebietskörperschaften des Typs E zeigt sich, dass mit einem größeren Angebot an Behältervolumen für Bioabfälle entsprechend hohe Mengen erzielt werden können. Die bis auf Großbehälter durchgeführte 4-wöchentliche Leerung des Restmülls wirkt darüber hinaus lenkend auf den Stoffstrom Organik, der vorzugsweise über die Biotonne entsorgt wird. Vergleicht man die Gebührenhöhe mit denen anderer Gebietskörperschaften, so ist diese durchaus angemessen und liegt im mittleren bis unteren Bereich.

5.2.6 Zusammenfassung

Es lassen sich für die 5 Typen einige Tendenzen ableiten. So haben die Anschluss-Quote der Biotonne sowie die Erfassungs-Quote von Grünschnitt- und Bioabfall von Typ A nach Typ E stets einen steigenden Verlauf. Ähnlich

verhalten sich die Erfassungsmengen der Biotonne, die bis zu Typ D kontinuierlich ansteigen, was mit dem größeren Behältervolumen einhergeht.

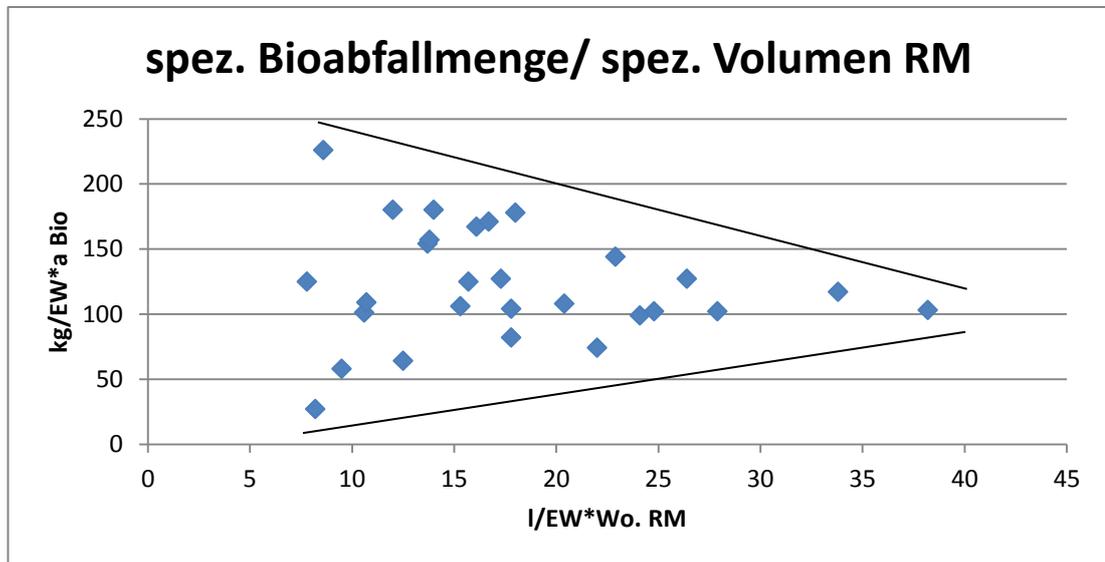


Abb. 26: Entwicklung der erfassten Bioabfallmenge zum bereitgestellten Behältervolumen für Restmüll [Quelle: eigene Erhebungen]

Die Untersuchung des Einflusses von spezifischem Behältervolumen für Restmüll auf die Erfassungsmenge an Bioabfall hat aufgrund der breiten Streuung keinen direkten Zusammenhang ergeben. Lediglich tendenziell kann ein Absinken der erfassten Menge mit steigendem Behältervolumen für Restmüll festgestellt werden. Dies ist ein Beleg dafür, dass die alleinige Verringerung des bereitgestellten Behältervolumens für Restmüll keine Garantie für eine Steigerung der erfassbaren Mengen an Bioabfall darstellt.

Vielmehr hat das Verhältnis des spezifischen Volumens der Biotonne- zum Restmüllvolumen einen Einfluss auf die Steigerung der erfassten Mengen.

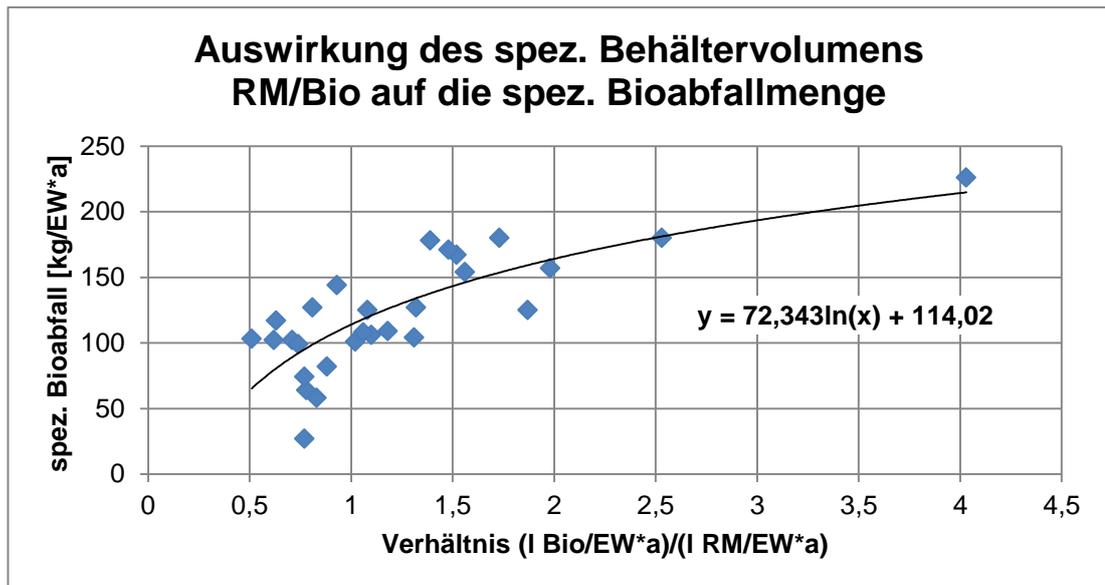


Abb. 27: Auswirkungen des Verhältnisses spezifischer Behältervolumina Bioabfall zu Restmüll auf die spezifische Erfassungsmenge für Bioabfall [Quelle: eigene Erhebungen]

So war in den untersuchten Gebietskörperschaften mindestens ein Faktor Biotonne-/Restmüll-Volumen von 1,39 notwendig um eine spezifische Erfassungsquote von >150 kg/EW*a zu erzielen.

Dieses Untersuchungsmodell hat ergeben, dass hohe Erfassungsmengen durch ein ausreichendes Behältervolumen für Bioabfälle erzielt werden können, wenn ein entsprechend geringeres Volumen für Restmüll bereitgestellt wird. Als Orientierung kann hier die Gruppe des Typs D herangezogen werden, die zwischen 22,9 – 27,3 l/EW*Wo. Biotonnen- zu 13,8 – 18 l/EW*Wo. Restmüllvolumen bereitstellt. Dadurch ergeben sich Bereitstellungs-Faktoren zwischen 1,31 – 1,98 Biotonnen- zu Restmüllvolumen mit denen durchschnittlich 151 kg/EW*a an Bioabfällen über die Biotonne erfasst werden.

Es wird angenommen, dass durch diese Maßnahme vor allem eine Entfrachtung des Organikanteils aus dem Restmüll erzielt werden kann.

6 Empfehlungen für Optimierungsmöglichkeiten der unterschiedlichen Gebührenmodelle

6.1 Behälterbezogene Gebühr

Bei diesem System wurden von allen untersuchten Gebietskörperschaften mit 226 kg/EW*a die größten spezifischen Bio- und Grünabfälle erfasst. Es befindet sich im ländlichen Bereich jedoch mit durchschnittlich 156 kg/EW*a nur an zweiter Stelle. Dieses System weist Schwankungen von ± 38 kg/EW*a auf und ist somit trotz Einsatz in 17 untersuchten Gebieten mit relativ hohen Unsicherheiten behaftet. Da durchschnittlich gute Ergebnisse erzielt werden und aufgrund der einfachen Struktur nur geringe Handlungsmöglichkeiten bestehen, ist die Empfehlung zusätzlicher Maßnahmen beschränkt.

Neben den Standardempfehlungen aus der Literatur³⁶, wie Anschluss- und Benutzungszwang der Biotonne, geringen Gebührenanreiz zur Eigenkompostierung und die ausreichende Bereitstellung von Behältervolumen (ausschließlich 120 l- und 240 l- Behälter) gibt es zwei weitere Möglichkeiten. In den Gebietskörperschaften mit geringem Behältervolumen für Bioabfälle besteht die Möglichkeit zusätzlich Hol- und Bringsysteme für Grünabfälle anzubieten. Ist allerdings das Behältervolumen für Bioabfälle bereits entsprechend dimensioniert, würde diese Maßnahme lediglich einen geringen Zusatzertrag erzielen oder lediglich eine Verlagerung von separat erfassten Grünabfallmengen in die Biotonne stattfinden.

Eine zweite Möglichkeit ist die Reduzierung des Restmüllvolumens durch entsprechende Satzungsvorgaben. So könnte beispielsweise statt einer Zuteilung von 20 l/EW*Wo. für Restmüll, eine Zuteilung von 10 l/EW*Wo. erfolgen. Zusätzlich könnte das doppelte Volumen für Bioabfälle zugewiesen werden. Somit wäre auch eine Entfrachtung des Organik-Anteils aus dem Restmüll möglich.

³⁶ Funda, K., Kern, M., Raussen, T., Bergs, C.-G., Hermann, T., S. 13, hier: S.21

6.2 Kombination behälterbezogene Gebühr mit wählbarem Leerungsrhythmus

Dieses System wird insgesamt in 5 der untersuchten Gebietskörperschaften eingesetzt, wovon 2 eine ländliche und 3 eine städtische Struktur aufweisen. Im ländlichen Bereich wurden durchschnittlich $164 \text{ kg/EW}^*a \pm 11 \text{ kg/EW}^*a$ erfasst, in städtischen Gebieten hingegen durchschnittlich $99 \text{ kg/EW}^*a \pm 2 \text{ kg/EW}^*a$. Damit konnten ähnliche Erfolge wie bei rein behälterbezogener Gebühr erzielt werden. Aufgrund der geringen Anwendung jedoch kann sowohl im ländlichen als auch im städtischen Bereich keine definitive Aussage über die Erfolgsaussichten dieses Systems getroffen werden.

Die geringen Schwankungen könnten ein Indiz für ein stabiles System mit kalkulierbaren Erfolgsaussichten sein, was sich allerdings aufgrund der wenigen Stichproben nicht belegen lässt. Durch die Wahlmöglichkeit des Leerungsintervalls ergibt sich für den Bürger die Möglichkeit durch gezielte Abfallvermeidung die Gebühr entsprechend zu senken. Die vergleichsweise hohe Erfassungsmenge der Bioabfälle zeigt auch eine gute Akzeptanz dieses Systems.

Weitere denkbare Maßnahmen zur Mengensteigerung sind die gleichen wie bei der rein behälterbezogenen Gebühr. Besonders in Gebietskörperschaften, die trotz ausreichendem Biotonnenangebot noch eine hohe Menge an Restmüll erfassen, ist über eine Satzungsregelung zur Begrenzung des Restmüllvolumens nachzudenken, da hier davon auszugehen ist, dass ein entsprechend hoher Organik-Gehalt im Restmüll vorzufinden ist. Vor Durchführung dieser Maßnahme wird eine Abschätzung der zusätzlich erfassbaren Mengen durch Restmüllanalysen empfohlen.

Zusätzliche Hol- und Bringsysteme können auch hier zu Mehrerträgen führen.

6.3 Kombination behälterbezogene Gebühr mit zusätzlicher Servicegebühr nach Leerungs-Inanspruchnahme

Eingesetzt wird dieses Gebührensystem ausschließlich in 8 ländlichen Gebietskörperschaften. Es wurden durchschnittlich $139 \text{ kg/EW}^*a \pm 51 \text{ kg/EW}^*a$

erzielt. Die starken Schwankungen resultieren aus den unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten dieses Systems.

Sollen generell Abfälle vermieden werden, so werden wie im Sammelgebiet des AZV (Landkreis Hersfeld-Rotenburg) die Service-Gebühren für die Leerungen von Bioabfall und Restmüll gleich bemessen. Hier wurde auch keine Mindestleerungszahl verbindlich festgelegt, wodurch in starkem Maße die Eigenkompostierung gefördert wird. Gleichzeitig werden aber auch Hol- und Bringsysteme stärker genutzt und erzielen in diesem Fall fast die gleiche Menge, die über die Biotonne erfasst wurde.

Eine Lenkungsfunktion zum Ausbau der über die Biotonne erfassten Mengen kann am Beispiel des Landkreises Darmstadt-Dieburg veranschaulicht werden. Hier wird für die Biotonne gegenüber der Restmülltonne das doppelte Volumen kostenlos bereitgestellt. Um Verunreinigungen in der Biotonne durch Fehlwürfe zu minimieren, wurde eine Mindestleerungsanzahl für Restmüll von 12 Leerungen pro Jahr per Satzung vorgeschrieben und zusätzlich ein Detektionssystem zur Kontrolle der Biotonne auf Schadstoffe eingesetzt. Gleichzeitig wurde eine geringe Gebührenreduktion bei Befreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang der Biotonne von 2,60 €/Monat (31,20 €/a)³⁷ eingeführt, mit der sich der Antragsteller verpflichtet alle anfallenden kompostierfähigen Abfälle auf seinem Grundstück zu verwerten. Des Weiteren verpflichtet sich der Antragsteller dazu keine organischen Abfälle einem privaten oder öffentlichen Betreiber von Verwertungsanlagen (Kompostierungsanlagen), Sammelstellen oder landwirtschaftlichen Betrieben anzudienen³⁸.

Die spezifische Erfassungsmenge von 154 kg/EW*a über die Biotonne und der zusätzliche Ertrag von 15 kg/EW*a per Direktanlieferung bestätigen den Erfolg dieses Systems.

³⁷ Zweckverband Abfall- und Wertstoffeinsammlung (ZAW) für den Landkreis Darmstadt-Dieburg, 17.12.2009, Abfallsatzung Zweckverband Abfall- und Wertstoffeinsammlung (ZAW) für den Landkreis Darmstadt-Dieburg, § 33 Abs. 2

³⁸ Zweckverband Abfall- und Wertstoffeinsammlung (ZAW) für den Landkreis Darmstadt-Dieburg, Antrag auf Befreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang – Erstantrag –

Festzuhalten ist die besondere Bedeutung zusätzlicher Hol- und Bringsysteme bei Anwendung dieses Gebührentyps. Es wurde festgestellt, dass bei Erhebung einer Gebühr für die Nutzung der Biotonne zusätzlich angebotene Hol- und Bringsysteme stärker frequentiert werden. Dies ist auf die kostengünstige bis kostenlose Nutzung zurückzuführen. Somit kann über diese Maßnahme ein Mengenzuwachs ermöglicht werden.

Es wurden zwei Beispiele genannt, mit denen unterschiedliche Ziele desselben Grundsystems erreicht werden können. Wird eine Mengensteigerung angestrebt, so wird eine Systemvariante, ähnlich der des Landkreises Darmstadt-Dieburg, empfohlen.

6.4 Personenbezogene Gebühr

Auch diese Variante wurde ausschließlich in 5 ländlichen Gebietskörperschaften angewandt. Die Gebührenerhebung bezieht sich meist auf einen festen Jahres- oder Monatsbetrag pro Person, wie in der Stadt Hirschhorn, oder wird anhand einer Jahresgebühr pro Person und einer zusätzlichen Gebühr je Liter Restmüll-Volumen pro Person und Monat bemessen, wie im Landkreis Limburg-Weilburg.

Trotz fehlender finanzieller Anreize zur Abfallvermeidung oder Lenkungsfunktion des organischen Abfalls in die Biotonne, wurden mit durchschnittlich 152 kg/EW*a \pm 26 kg/EW*a hohe Mengen an Bio- und Grünabfällen erfasst. Dies resultiert aus der fast ausschließlich kostenlosen Bereitstellung der Biotonne mit entsprechend hohem spezifischem Behältervolumen zwischen 17,3 l/EW*Wo. (Stadt Marburg) und 29,5 l/EW*Wo. (Lahn-Dill-Kreis).

Zusätzliche Mengen können bei diesem System über Gebührenanreize zur Verminderung des Restmüllanteils erzielt werden. Es könnte zum Beispiel eine Reduktion der Gebühr durch Verminderung des Behältervolumens angestrebt werden, wie dies im Landkreis Limburg-Weilburg (147 kg/EW*a) durchgeführt wird.

6.5 Kombination aus personen- und behälterbezogener Gebühr

Da im städtischen Bereich ausschließlich die Stadt Frankfurt dieses System eingeführt hat, können über Erfolgsaussichten keine Aussagen getroffen werden. Die Stadt Frankfurt erfasste im Jahr 2009 insgesamt 35 kg/EW*a über die Biotonne und weitere 5 kg/EW*a über zusätzliche Hol- und Bring-systeme. Die Gebühr setzt sich aus einer Grundgebühr je Wohneinheit und zusätzlicher Monatsgebühr nach bereitgestelltem Behältervolumen für Restmüll zusammen.

Im ländlichen Bereich fand diese Systemart in drei Gebietskörperschaften Anwendung. Dort wurden durchschnittlich 129 kg/EW*a \pm 17 kg/EW*a und somit im Vergleich der Gebührensysteme die geringsten Mengen erfasst.

Die Gebühr besteht dort aus einer Grundgebühr pro Person zuzüglich einer Gebühr je nach zugeteilter Behältergröße.

7 Diskussion und Fazit

Aufgrund der Größe des Untersuchungsgebietes wurden die Entwicklungen der Bioabfallfassung anhand von Modellen aufgezeigt. Diese Szenarien können als Ausgangslage für darauf aufbauende detailliertere Untersuchungen in einzelnen Gebietskörperschaften herangezogen werden.

Es ist festzuhalten, dass aufgrund der vielen Unterschiede hinsichtlich des Entsorgungsverhaltens der Bevölkerung in den jeweiligen Gebietskörperschaften, das schon allein durch die Gebietsstruktur stark variiert, eine Modellbetrachtung nur als Maßnahmen-Tool betrachtet werden kann. Aus diesem Grund müssen die in der Arbeit ermittelten Maßnahmen durch Versuchsprojekte zur Ermittlung der Erfolgsaussichten verifiziert werden.

Um eine Lenkungswirkung hinsichtlich verminderter Eigenkompostierung von Gartenabfällen zu erzielen, wird empfohlen, neben der Biotonne zusätzliche Sammelaktionen für sperrige Gartenabfälle und bequem zu erreichende

Bringsysteme einzuführen. Auch ein Verbot für die Verbrennung von Gartenabfällen kann zu höheren Erträgen führen.

Zudem ist eine Bemessung des Behältervolumens nach Bedarf angemessen. Ein Ansatz für die Zuteilung von ausreichendem Behältervolumen könnte eine Kombination aus Zuordnung nach Personenanzahl sowie vorhandener Gartenfläche sein.

Da der Schwerpunkt dieser Arbeit auf der Erfassungs-Steigerung von Bio- und Grünabfallmengen beruht, soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass auch die Förderung der Eigenkompostierung, für einige Kreise und Städte durchaus sinnvoll ist. Beispielsweise ist in Gebietskörperschaften mit begrenzten Verwertungskapazitäten für Bio- und Grünabfälle ein hoher Anteil an Eigenkompostierung durchaus angebracht, um einen Anstieg der Sammlungs- und Verwertungskosten und damit eine Erhöhung der Gebühren zu vermeiden. Zudem wird durch Eigenkompostierung den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft Rechnung getragen, wonach die Vermeidung von Abfällen einer stofflichen Verwertung vorzuziehen ist³⁹.

8 Zusammenfassung

Die Untersuchungen zur Bio- und Grünabfallerfassung im Land Hessen zeigen, dass es eine große Bandbreite an Möglichkeiten gibt, die zu einer Steigerung der Mengen bei der kommunalen Bioabfallerfassung führen. Es ist daher die Aufgabe des jeweiligen öffentlich rechtlichen Entsorgers, sich aus dem Maßnahmenpool die entsprechenden Lenkungsparameter auszuwählen. Diese sind nach Abschätzung des zusätzlich erfassbaren Potentials entsprechend zu gestalten, um den gewünschten Erfolg zu erzielen. Zweckmäßiger ist jedoch die Vorgabe des Landes von Zielmengen und Regelungen zum Anschluss- und Benutzungszwang für die Biotonne sowie zur Einrichtung von Sammelstellen für Gartenabfälle.

³⁹ Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, 27.09.1994, (BGBl. I S. 2705), in der Fassung der letzten Änderung durch Artikel 8 vom 11. August 2010 (BGBl. I S. 1163), §4, Abs.1

Folgende Kenntnisse konnten durch Analyse und Vergleich der Gebietskörperschaften erlangt werden:

- In Kap. 4.1 wurde aufgezeigt, dass 65 % der Gebietskörperschaften mit flächendeckender Einführung der Biotonne über der durchschnittlichen Erfassungsquote des Landes Hessen aus dem Jahr 2008 von 122 kg/EW*a liegen. Somit wurde verdeutlicht, dass zur Erfassungssteigerung von Bio- und Grünabfällen eine flächendeckende Einführung der Biotonne anzustreben ist. Diese kann auch unterstützend in Gebietskörperschaften mit Förderung von Eigenkompostierung zur Aufnahme von Küchen- und Speiseresten eingeführt werden
- Bei Gebührenerhebung für die Biotonne ist es empfehlenswert ein ausreichendes und kostengünstiges/kostenloses Angebot an zusätzlichen Hol- und/oder Bringsystemen anzubieten, da über diese Systeme hohe Zusatzmengen erfasst werden können
- Bei leistungsabhängigen Gebührensystemen nach Kap. 4.4.3 wird empfohlen die Biotonne kostenlos zur Restmülltonne anzubieten, da hiermit eine Lenkungsfunction erzielt wird und eine bessere Akzeptanz für dieses Systems entsteht
- Je nach Größe und Nutzungsintensität von Gartenflächen können vor allem im ländlichen Bereich Bio- und Grünabfälle über 150 kg/EW*a erfasst werden. Durch die Betrachtung des Verhältnisses von spezifischem Biotonnenvolumen zu spezifischem Restmüll-Volumen hat sich herausgestellt, dass mindestens der Faktor 1,39 einzuhalten ist. Generell wurden die größten Mengen von Typ D (siehe Kap. 5.2.5) mit Faktoren von 1,31 bis 1,98 erfasst. Eine Anpassung dieses Faktors dient vor allem der Ausschleusung von Organik aus dem Restmüll
- Für eine Erhöhung des spezifischen Biotonnenvolumens bzw. Reduzierung des Restmüllvolumens stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Zum einen kann durch eine Verkürzung/Verlängerung der Leerungsintervalle ein Mehr- oder Minderangebot an Behältervolumen erreicht werden. Zum anderen besteht diese Möglichkeit im Angebot der Behältergrößen, die durch Satzungsregelungen entsprechend zugeteilt werden können, z. B. doppeltes Biotonnenvolumen zu Restmüll-

Volumen oder 20 kg/EW*Wo. Biotonnenvolumen und 10 kg/EW*Wo. RM-Volumen

- Um eine Mengensteigerung zu erzielen, ist es vor allem notwendig ausreichend spezifisches Biotonnenvolumen bereitzustellen (siehe Abb. 9). Um eine ausreichende Menge aus der Eigenkompostierung auszuschleusen, ist vor allem die Breitstellung großvolumiger Abfallbehälter (mind. 120 l) erforderlich um auch entsprechend sperrige Abfälle aufnehmen zu können
- Eine wichtige Begleitmaßnahme zu einer nachhaltigen Erfassung hoher Bioabfallmengen und die Gewährleistung einer gleichbleibenden Trennqualität ist die Öffentlichkeitsarbeit. Selbst wenn diese nicht quantifizierbar ist, haben die Beispiele aus dem Landkreis Darmstadt-Dieburg und dem Rheingau-Taunus-Kreis ihren Stellenwert für erfolgreiche Bioabfallererfassung deutlich gemacht

Eine Abhängigkeit der erfassten Mengen von der Wahl eines Gebührentyps konnte nicht festgestellt werden. Durchschnittlich wurden allerdings bei behälterbezogenen Gebührensystemen und wählbarem Leerungsrhythmus durchschnittlich mit 164 ± 11 kg/EW*a die größten Mengen erfasst.

In Gebietskörperschaften ohne flächendeckendes Biotonnenangebot ist es von Vorteil Informationsveranstaltungen im Vorfeld der Einführung durchzuführen, um durch Klärung von Fragen und der Diskussion von Kritikpunkten Akzeptanz zu schaffen. Unterstützend können Informationsbroschüren an die Haushalte mit den Kontaktdaten der Beratungsstelle verteilt werden.

9 Ausblick

Anhand der Untersuchungen konnten Zusammenhänge hinsichtlich der Einflussnahme auf die Steigerung der Mengen an Bio- und Grünabfällen aus der kommunalen Bioabfallererfassung aufgezeigt werden. Durch die Ermittlung des theoretisch zusätzlich erfassbaren Potentials von 154.700 Mg/a an Bio- und Grünabfällen konnte eine Größenordnung ermittelt werden, die durchaus eine Optimierung einzelner Gebietskörperschaften erwarten lässt.

Das Ziel der politischen Entscheidungsträger erneuerbare Energien nachhaltig zu fördern und mindestens 20% des Endenergieverbrauchs bis zum Jahr 2020 durch regenerative Energieträger zu ersetzen⁴⁰, wird nur erreichbar sein, wenn das gesamte Angebot genutzt wird. Das Bioabfallpotential aus den Haushalten („Abfallbiomasse“) kann hierzu wesentlich beitragen.

Die Ausweitung dieser Sparte belegen aktuelle Planungen zur Errichtung einer Co-Vergärungsanlage in Fulda⁴¹ oder die Erweiterung der Kompostierungsanlage in Kirchhain-Stausebach um eine Vorvergärungsstufe⁴².

Somit sind die Weichen in Richtung stoffliche und energetische Verwertung aus Bio- und Grünabfällen gestellt und es ist davon auszugehen, dass in Zukunft ein gesteigerter Bedarf an verwertbarem Material vorhanden sein wird.

⁴⁰ Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2008, Biomassepotentialstudie Hessen

⁴¹ Bug A., 2010, Biothan Fulda – Umsetzung der Nassvergärung von Lebensmittelabfällen und Speiseresten. In: Witzenhausen-Institut (Hrsg.): Bio- und Sekundärrohstoffverwertung V (2010), Witzenhausen, S. 427 - 429

⁴² Betrieb für Abfallwirtschaft (BefA) Marburg Biedenkopf, 2010, Abfallmengenbilanz des Landkreises Marburg-Biedenkopf für das Jahr 2009, S. 4

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AP	Altpapier
AS	Altstoffe
EAG	Elektroaltgeräte
EK	Eigenkompostierung
EW	Einwohner
Gew.-%	Gewichtsprozent
GS	Grundstück
kg/EW*a	Kilogramm pro Einwohner und Jahr
kg/qm*a	Kilogramm pro Quadratmeter und Jahr
l	Liter
l/EW*Wo.	Liter pro Einwohner und Woche
l Bio/EW*Wo.	Liter Bioabfall pro Einwohner und Woche
l RM/EW*Wo.	Liter Restmüll pro Einwohner und Woche
LK	Landkreis
LVP	Leichtverpackungen
Mg	Megagramm (1.000 kg)
Mg/a	Megagramm pro Jahr
Mio.	Million
örE	öffentlich-rechtlicher Entsorger
qm	Quadratmeter
qm/EW	Quadratmeter pro Einwohner
qm/EW*Geb.	Quadratmeter pro Einwohner und Gebäude
qm/GS	Quadratmeter pro Grundstück
RM	Restmüll
spez.	spezifisch
WS	Wertstoffe

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Entwicklung des spezifischen Bio- und Grünabfallaufkommens in Hessen (2000 – 2008) [Quelle: Abfallmengenbilanzen des Landes Hessen von 2000 – 2008]	2
Abb. 2: Bundesweites Aufkommen an getrennt erfassten Bio- und Grünabfällen [Quelle: Kern, M., Raussen, T., 2010, Potentieller Beitrag der Bioabfallverwertung zur Energieversorgung]	3
Abb. 3: Spezifisches Bio- und Grünabfallaufkommen der Bundesländer [Quelle: Kern, M., Raussen, T., 2010, Potentieller Beitrag der Bioabfallverwertung zur Energieversorgung]	3
Abb. 4: Regel-Modell zur Beschreibung der Wahl von Entsorgungswegen von Bio- und Grünabfall [Quelle: Skript ENSO FHB Scheffold (2010)]	5
Abb. 5: Übersicht zu Herkunft und Stoffströmen sowie Datengenerierung für Abfallbilanzen [Quelle: Scheffold (2010)]	6
Abb. 6: Übersicht zur Hochrechnung der Ergebnisse aus Stichproben über ein Schichtungsmodell auf Deutschland [Quelle: Kern, Dissertation, S. 63 (2006)]	7
Abb. 7: Gegenüberstellung von spezifischem Restmüll- zu spezifischem Biotonnenvolumen ländlicher Gebietskörperschaften [Quelle: eigene Erhebungen]	19
Abb. 8: Spezifische Bio- und Grünabfallmengen des Bundesland Hessen 2008 [Quelle: Abfallmengenbilanz des Landes Hessen 2008]	20
Abb. 9: Einfluss des spezifischen Behältervolumens auf die spezifische Bioabfallmenge [Quelle: eigene Erhebungen]	23
Abb. 10: Anzahl der Gebietskörperschaften ohne und mit Biotonnen-Gebühr [Quelle: eigene Erhebungen]	24
Abb. 11: Durchschnittlich erfasste Mengen im ländlichen und städtischen Bereich ohne/mit Gebühr [Quelle: eigene Erhebungen]	25
Abb. 12: Einfluss der Biotonnengebühr auf die spezifische Bioabfallmenge [Quelle: eigene Erhebungen]	26
Abb. 13: Einfluss der Biotonnengebühr auf die spezifische Grün- und Bioabfallmenge [Quelle: eigene Erhebungen]	27

Abb. 14: Einfluss der Gebührensysteme auf die spezifischen Bio- und Grünabfälle – ländliches Gebiet [Quelle: eigene Erhebungen]	30
Abb. 15: Einfluss der Gebührensysteme auf die spezifischen Bio- und Grünabfälle – städtisches Gebiet [Quelle: eigene Erhebungen]	31
Abb. 16: Grundstücksfläche je Einwohner – untersuchte Gebietskörperschaften [Quelle: eigene Erhebungen, HdL-Datei 2010]	36
Abb. 17: Gartenfläche je Einwohner – untersuchte Gebietskörperschaften[Quelle: eigene Erhebungen, HdL-Datei 2010]	36
Abb. 18: Grundstücksfläche je Einwohner – Hessen gesamt [Quelle: Hessische Gemeindestatistik Ausgabe 2009, HdL-Datei 2010].....	37
Abb. 19: Getrennt erfasste Mengen an Bio- und Grünabfall sowie nicht erfasste Potentiale an Organik im Restmüll und über Eigenkompostierung verwertete Mengen der ländlichen Gebietskörperschaften [Quelle: eigene Erhebungen]	38
Abb. 20: Getrennt erfasste Mengen an Bio- und Grünabfall sowie nicht erfasste Potentiale an Organik im Restmüll und über Eigenkompostierung verwertete Mengen der städtischen Gebietskörperschaften [Quelle: eigene Erhebungen]	39
Abb. 21: Entwicklung der erfassten Bioabfallmengen durch bereitgestelltes Behältervolumen Restmüll Typ A [Quelle: eigene Erhebungen]	43
Abb. 22: Entwicklung der erfassten Bioabfallmengen durch bereitgestelltes Behältervolumen Restmüll Typ B [Quelle: eigene Erhebungen]	45
Abb. 23: Entwicklung der erfassten Bioabfallmengen durch bereitgestelltes Behältervolumen Restmüll Typ C [Quelle: eigene Erhebungen]	46
Abb. 24: Entwicklung der erfassten Bioabfallmengen durch bereitgestelltes Behältervolumen Restmüll Typ D [Quelle: eigene Erhebungen]	48
Abb. 25: Entwicklung der erfassten Bioabfallmengen durch bereitgestelltes Behältervolumen Restmüll Typ E [Quelle: eigene Erhebungen]	49
Abb. 26: Entwicklung der erfassten Bioabfallmenge zum bereitgestellten Behältervolumen für Restmüll [Quelle: eigene Erhebungen]	52
Abb. 27: Auswirkungen des Verhältnisses spezifischer Behältervolumina Bioabfall zu Restmüll auf die spezifische Erfassungsmenge für Bioabfall [Quelle: eigene Erhebungen]	53

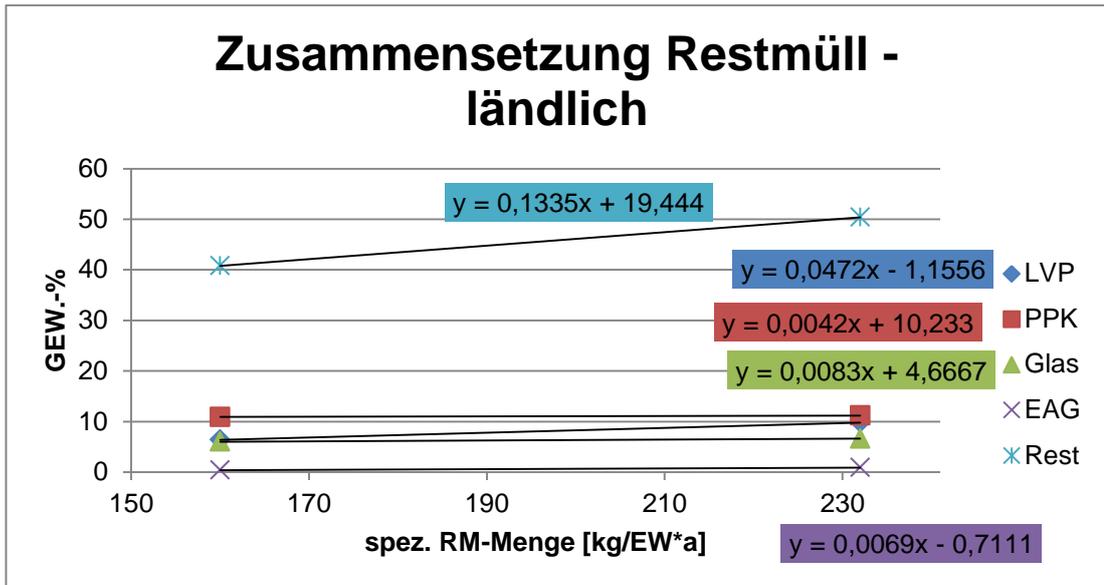
Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Einteilung Strukturtypen nach Einwohnerdichte.....	8
Tab. 2: Formeln zur Berechnung der Restmüllzusammensetzung [Quelle: eigene Berechnung].....	9
Tab. 3: Gebäudetypen zur Berechnung der überbauten Fläche (Typ A)	12
Tab. 4: Gebäudetypen zur Berechnung der überbauten Fläche (Typ B)	13
Tab. 5: Gebäudetypen zur Berechnung der überbauten Fläche (Typ C)	13
Tab. 6: Typeneigenschaften.....	19
Tab. 7: Ergebnis der Potentialabschätzung Organik im Restmüll und Mengen Eigenkompostierung [Quelle: eigene Erhebungen].....	41
Tab. 8: Typeneigenschaften.....	41
Tab. 9: Erfassungssituation Typ A [Quelle: eigene Erhebungen].....	42
Tab. 10: Erfassungssituation Typ B [Quelle: eigene Erhebungen].....	44
Tab. 11: Erfassungssituation Typ C [Quelle: eigene Erhebungen].....	46
Tab. 12: Erfassungssituation Typ D [Quelle: eigene Erhebungen].....	47
Tab. 13: Erfassungssituation Typ E [Quelle: eigene Erhebungen].....	49

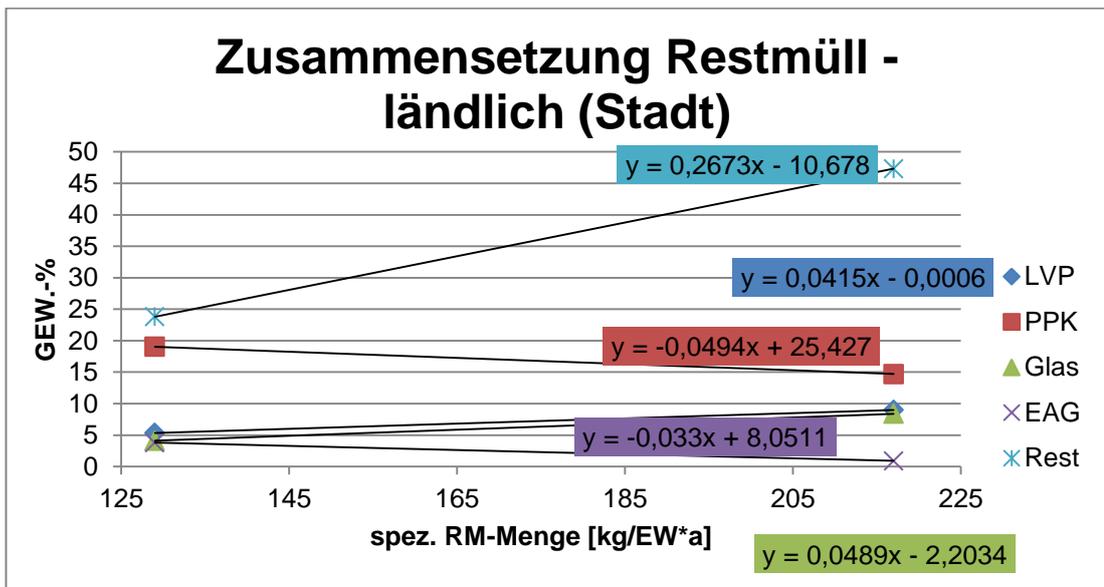
Anhang

Anhang 1: Funktionen zur Berechnung der Zusammensetzung des Restmülls - ländlich	69
Anhang 2: Funktionen zur Berechnung der Zusammensetzung des Restmülls – ländlich (Stadt)	69
Anhang 3: Funktionen zur Berechnung der Zusammensetzung des Restmülls – städtisch Vorort	70
Anhang 4: Funktionen zur Berechnung der Zusammensetzung des Restmülls - städtisch	70
Anhang 5: Funktionen zur Berechnung der Zusammensetzung des Restmülls – großstädtisch verdichtet	71
Anhang 6: Erfasste Bioabfallmengen der Gebietskörperschaften [Quelle: Abfallmengenbilanz Hessen 2008]	72
Anhang 7: Grundstücks- und Gartenflächen der untersuchten Gebietskörperschaften	73
Anhang 8: Erfassungs-Situation der untersuchten Gebietskörperschaften nach Typen	74
Anhang 9: Behälterzuteilung der untersuchten Gebietskörperschaften Typ A - C	75
Anhang 10: Behälterzuteilung der untersuchten Gebietskörperschaften Typ D und E	76
Anhang 11: Gebührensysteme und –größe der untersuchten Gebietskörperschaften nach Typen	77
Anhang 12: Unabhängige Variablen der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 1 - 19	78
Anhang 13: Unabhängige Variablen der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 20 - 34	79
Anhang 14: Unabhängige Variablen der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 35 - 47	80
Anhang 15: Zusammensetzung Restmüll- und Biotonne der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 1 - 19	81

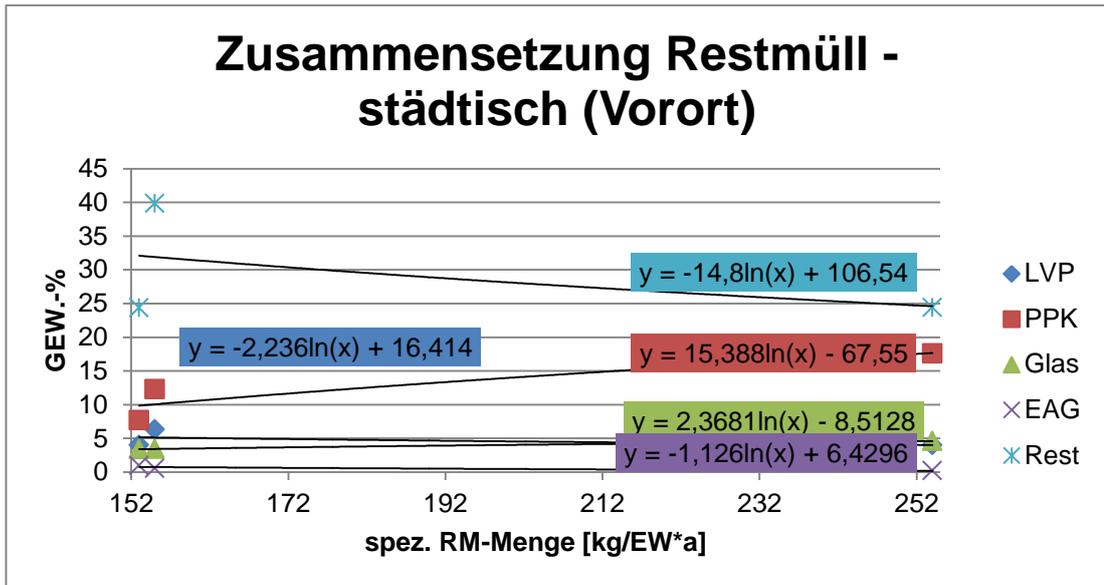
Anhang 16: Zusammensetzung Restmüll- und Biotonne der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 20 - 34.....	82
Anhang 17: Zusammensetzung Restmüll- und Biotonne der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 35 - 47.....	83
Anhang 18: Spezifisch erfasste Abfallmengen und Potential an erfassbaren Bio- und Grünabfällen der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 1 - 19 .	84
Anhang 19: Spezifisch erfasste Abfallmengen und Potential an erfassbaren Bio- und Grünabfällen der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 20 - 34	85
Anhang 20: Spezifisch erfasste Abfallmengen und Potential an erfassbaren Bio- und Grünabfällen der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 35 - 48	86
Anhang 21: Erhebungsbogen Bioabfall.....	87
Anhang 22: Erhebungsbogen Restmüll	88



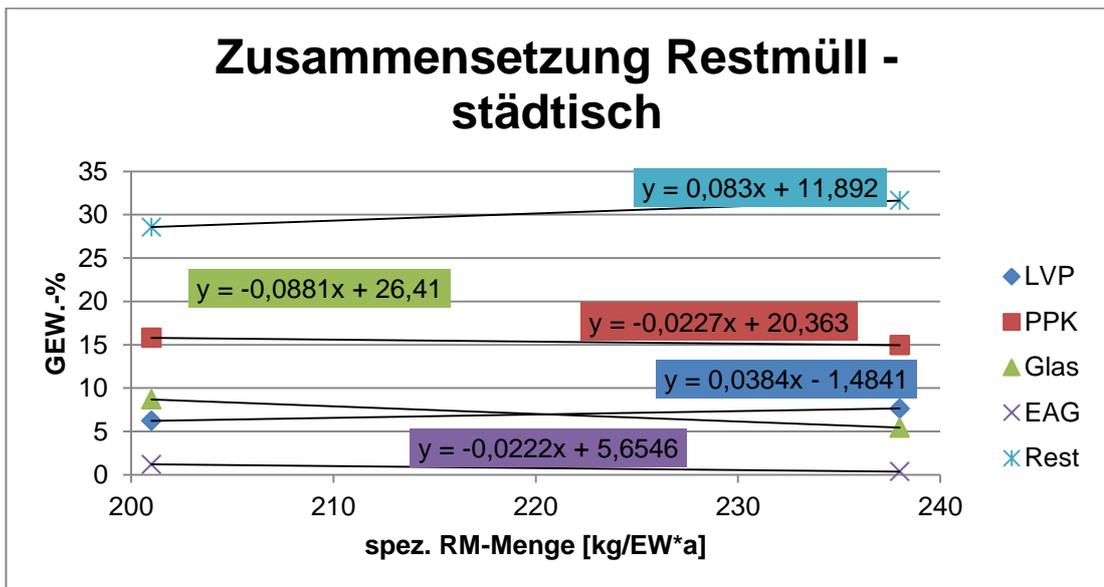
Anhang 1: Funktionen zur Berechnung der Zusammensetzung des Restmülls - ländlich



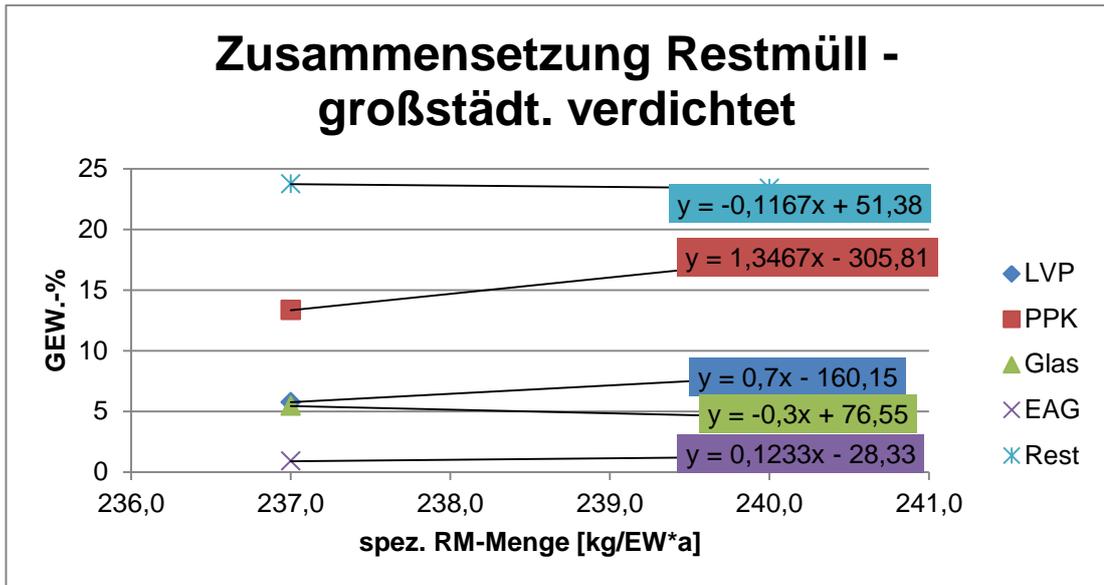
Anhang 2: Funktionen zur Berechnung der Zusammensetzung des Restmülls – ländlich (Stadt)



Anhang 3: Funktionen zur Berechnung der Zusammensetzung des Restmülls – städtisch Vorort



Anhang 4: Funktionen zur Berechnung der Zusammensetzung des Restmülls - städtisch



Anhang 5: Funktionen zur Berechnung der Zusammensetzung des Restmülls – großstädtisch verdichtet

Nr.	Kreisfreie Stadt/ Landkreis	Bioabfall absolut [Mg]	Bioabfall spezifisch [kg/EW*a]
1	Landkreis Darmstadt-Dieburg	56.448	195
2	Main-Kinzig-Kreis	47.815	129
3	Kreis Bergstraße	44.333	168
4	Landkreis Kassel	46.585	194
5	Landkreis Groß-Gerau	42.714	178
6	Landkreis Gießen	33.881	133
7	Kreis Offenbach (*)	36.280	108
8	Rheingau-Taunus-Kreis	35.030	191
9	Lahn-Dill-Kreis	35.736	139
10	Landkreis Marburg-Biedenkopf	35.723	142
11	Landkreis Waldeck-Frankenberg	29.274	177
12	Wetteraukreis	29.544	111
13	Stadt Frankfurt	26.592	40
14	Stadt Wiesbaden	27.716	100
15	Schwalm-Eder-Kreis (*)	35.138	189
16	Kreis Limburg-Weilburg	25.259	146
17	Landkreis Fulda	23.232	106
18	Hochtaunuskreis (*)	22.034	98
19	Odenwaldkreis	17.663	179
20	Stadt Kassel	18.363	95
21	Werra-Meißner-Kreis	13.348	125
22	Main-Taunus-Kreis (*)	14.345	64
23	Stadt Darmstadt	13.672	96
24	Stadt Maintal	7.455	198
25	Vogelsbergkreis (*)	7.569	67
26	Stadt Offenbach (*)	5.116	43
27	Landkreis Hersfeld-Rotenburg	5.635	45
28	Stadt Bad Vilbel	2.895	92
29	Stadt Kelsterbach	2.786	206
	Land Hessen	742.181	122

Anhang 6: Erfasste Bioabfallmengen der Gebietskörperschaften [Quelle: Abfallmengenbilanz Hessen 2008]

Nr.	Gemeinde/Stadt	Kreis/kreisfreie Stadt	Struktur	GS-FI/EW	Garten-FI./EW
	Gebiet	örE		[m ² /EW]	[m ² /EW]
1	Sammelgebiet MZV	Marburg-Biedenkopf	Ländlich	182	135
2	Amöneburg	Marburg-Biedenkopf	Ländlich	174	125
3	Weimar, Gem.	Marburg-Biedenkopf	Ländlich	171	123
4	Ebsdorfergrund, Gem.	Marburg-Biedenkopf	Ländlich	178	129
5	Kirchhain	Marburg-Biedenkopf	Ländlich	167	122
6	Marburg, St.	Marburg-Biedenkopf	Ländlich	106	70
7	Münchhausen, Gem.	Marburg-Biedenkopf	Ländlich	165	113
8	Neustadt, St.	Marburg-Biedenkopf	Ländlich	175	131
9	Rauschenberg, St	Marburg-Biedenkopf	Ländlich	198	148
10	Stadtallendorf, St.	Marburg-Biedenkopf	Ländlich	151	115
11	Marburg-Biedenkopf Lk.	Landkreis	Ländlich	153	113
12	ZAKB Kreis Bergstraße	Bergstraße	Ländlich	148	105
13	Stadt Lampertheim	Bergstraße	Ländlich	124	83
14	Stadt Lorsch	Bergstraße	Ländlich	122	79
15	Stadt Viernheim	Bergstraße	Ländlich	84	50
16	Gemeinde Gorxheimertal	Bergstraße	Ländlich	169	124
17	Gemeinde Wald-Michelbach	Bergstraße	Ländlich	197	153
18	Stadt Hirschhorn	Bergstraße	Ländlich	131	86
19	Bergstraße, Lk.	Landkreis	Ländlich	138	97
20	Gießen, Lk o. St.	Gießen	Ländlich	177	132
21	Gießen, St.	Gießen	Städtisch	87	52
22	Gießen gesamt	Landkreis	Ländlich	151	111
23	Untertaunus, Sammelg.	Rheingau-Taunus-Kreis	Ländlich	158	115
24	Rheingau, Sammelg.	Rheingau-Taunus-Kreis	Ländlich	119	78
25	Rheingau-Taunus-Kreis	Landkreis	Ländlich	145	102
26	Wetzlar, Innenstadt	Lahn-Dill-Kreis	Ländlich	138	100
27	Lk. Lahn-Dill o. Wetzlar	Lahn-Dill-Kreis	Ländlich	190	143
28	Lahn-Dill-Kreis	Landkreis	Ländlich	179	134
29	Fulda, Lk. o. St.	Fulda	Ländlich	198	152
30	Fulda, St.	Fulda	Ländlich	132	98
31	Fulda, Lk.	Landkreis	Ländlich	178	136
32	ZVA Werra-Meißner-Kreis	Werra-Meißner-Kreis	Ländlich	225	175
33	Sontra, St.	Werra-Meißner-Kreis	Ländlich	192	144
34	Eschwege, St.	Werra-Meißner-Kreis	Ländlich	177	135
35	Witzenhausen, St.	Werra-Meißner-Kreis	Ländlich	215	169
36	Werra-Meißner-Kreis, Lk.	Landkreis	Ländlich	212	164
37	Sammelgebiet AZV	Hersfeld-Rotenburg	Ländlich	231	183
38	Sammelgebiet MZV	Hersfeld-Rotenburg	Ländlich	124	77
39	Hersfeld-Rotenburg, Lk.	Landkreis	Ländlich	205	157
40	Darmstadt-Dieburg, Lk.	Landkreis	Ländlich	133	91
41	Kassel, Lk.	Landkreis	Ländlich	203	158
42	Limburg-Weilburg, Lk.	Landkreis	Ländlich	191	143
43	Odenwaldkreis, Lk.	Landkreis	Ländlich	178	133
44	Kelsterbach, St.	Kelsterbach	Ländlich	75	46
45	Frankfurt, St.	Frankfurt.	Städtisch	48	13
46	Wiesbaden gesamt	Wiesbaden	Städtisch	76	38
47	Kassel, St.	Kassel	Städtisch	103	69
48	Maintal, St.	Maintal	Städtisch	86	49
49	Bad Vilbel, St.	Bad Vilbel	Städtisch	99	62

Anhang 7: Grundstücks- und Gartenflächen der untersuchten Gebietskörperschaften

Kategorie	öRE	spez. Behältervol.		Volumen Bio/RM	spez. Erfassungsquote				Anschlussquote Biotonne	Einwohner/ Biotonne	Erfassungsquote
		Bioabfall	Restmüll		Bioabfall	Hol- /Bringsystem	Bio- und Grünabfall	Restmüll	(Beh. Bio/Beh.RM)		(erfasste Menge/Potential)
		[l/EW*Wo]	[l/EW*Wo]	[l Bio/l RM]	[kg/EW*a]	[kg/EW*a]	[kg/EW*a]	[kg/EW*a]	[%]		[%]
TYP A	Sammelgebiet AZV	6,3	8,2	0,77	27	21	48	133	87%	8,76	14%
	Untertaunus	7,9	9,5	0,83	58	122	180	95	39%	8,39	73%
	Odenwaldkreis	9,7	12,5	0,78	64	118	182	146	54%	6,16	66%
	Gemeinde Weimar	10,8	10,6	1,02	101	0	101	93	76%	13,95	39%
	Stadt Rauschenberg	12,6	10,7	1,18	109	0	109	86	67%	4,76	37%
	Gemeinde Münchhausen	14,6	7,8	1,87	125	0	125	82	77%	4,10	51%
TYP B	Rheingau	15,6	17,8	0,88	82	122	204	138	71%	5,1	106%
	LK_Fulda	16,8	15,3	1,1	106	0	106	126	79%	4,58	35%
	Gemeinde Wald-Michelbach	17	15,7	1,08	125	7	132	130	61%	5,14	43%
	Stadt Kelsterbach	17	22	0,77	74	79	153	129	70%	7,33	106%
	Stadt Fulda	17,2	27,9	0,62	102	28	130	194	74%	5,26	59%
	ZVA Werra-Meißner-Kreis	17,6	24,8	0,71	102	0	102	92	75%	3,86	30%
TYP C	Gemeinde Gorbheimer-tal	17,8	24,1	0,74	99	6	105	146	93%	3,37	40%
	Stadt Wetzlar	19,6	38,2	0,51	103	46	149	217	81%	4,48	66%
	Stadt Amöneburg	20,8	12	1,73	180	0	180	96	54%	4,78	69%
	Stadt Sontra	21,2	22,9	0,93	144	2	146	177	90%	3,08	50%
	Stadt Eschwege	21,3	33,8	0,63	117	18	135	113	69%	3,27	49%
	Landkreis Darmstadt-Dieburg	21,4	13,7	1,56	154	15	169	72	85%	3,54	80%
	Kreis Limburg-Weilburg	21,4	26,4	0,81	127	20	147	204	89%	3,33	51%
ZAKB Kreis Bergstraße	21,6	20,4	1,06	108	74	182	111	84%	3,87	78%	
TYP D	Stadt Viernheim	22,9	17,3	1,32	127	56	183	135	107%	3,32	122%
	Stadt Hirschhorn	23,4	17,8	1,31	104	7	111	110	92%	3,74	54%
	LK_Gießen	24,4	16,1	1,52	167	8	175	137	88%	3,70	64%
	Stadt Neustadt	24,7	16,7	1,48	171	0	171	105	77%	4,08	63%
	Landkreis Kassel	25,1	18	1,39	178	22	200	160	80%	3,91	64%
	Stadt Lorsch	27,3	13,8	1,98	157	66	223	110	104%	3,30	115%
TYP E	Stadt Kirchhain	34,7	8,6	4,03	226	0	226	70	92%	3,45	88%
	Stadt Lampertheim	35,4	14	2,53	180	2	182	112	105%	3,14	91%

Anhang 8: Erfassungssituation der untersuchten Gebietskörperschaften nach Typen

Kategorie	öRE	Behälter-Zuteilung						Leerungsintervall		
		Bioabfall		Behältergrößen Bio	Restmüll		Behältergrößen RM		Bioabfall	Restmüll
		V _{min} [l/EW*Wo]	Beh _{min} [l]	[l]	V _{min} [l/EW*Wo]	Beh _{min} [l]	[l]			
TYP A	Sammelgebiet AZV	k.A.	k.A.	120 l, 240 l	k.A.	k.A.	50 l, 120 l, 240 l, 1100 l, 2500 l, 5000 l	22	26	
	Untertaunus	k.A.	k.A.	80 l, 120 l, 240 l	k.A.	k.A.	80 l, 120 l, 240 l, 1100 l	27	26	
	Odenwaldkreis	5	k.A.	60 l	10	60	60 l, 120 l, 240 l, 1100 l	52	26	
	Gemeinde Weimar	5	Beh RM x 0,5	60 l, 120 l, 240 l	10	80	80 l, 120 l, 240 l, 1100 l	26	13	
	Stadt Rauschenberg	k.A.	120	120 l	10	k.A.	60 l, 80 l, 120 l	26	26	
	Gemeinde Münchhausen	k.A.	120	120 l	k.A.	60	60 l, 80 l, 120 l, 240 l	26	13	
TYP B	Rheingau	k.A.	k.A.	80, 120 l, 240 l	k.A.	80	80 l, 120 l, 240 l, 1100 l	40	26	
	LK_Fulda	k.A.	max. RM-Größe	120 l, 240 l	7,5	120	120 l, 240 l, 360 l, 660 l, 1100 l	26	26	
	Gemeinde Wald-Michelbach	k.A.	120	120 l	k.A.	50/60	50 l, 60 l, 80 l, 120 l, 240 l, 770 l, 1100 l	38	18	
	Stadt Kelsterbach	k.A.	120l/8 Pers.; min. 120	120 l, 240 l	10	80	80 l, 120 l, 240 l, 1100 l	43	26	
	Stadt Fulda	k.A.	k.A.	120 l, 240 l	7,5	k.A.	120 l, 240 l, 1.100 l, 2.500 l, 5.000 l	26	26	
	ZVA Werra-Meißner-Kreis	k.A.	k.A.	120 l, 240 l	k.A.	120	120 l, 240 l, 1.100 l	26	26	
TYP C	Gemeinde Gorbheimer-tal	k.A.	1 Beh.(120)/R M-Beh.	120 l	k.A.	80 - 4Pers., 120 - 7 Pers., 240 - 12 Pers.	80 l, 120 l, 240 l, 1.100 l	26	26	
	Stadt Wetzlar	20; 15 a.A.	max. RM-Größe	120 l, 240 l	20; 15 a.A.	120	120 l, 240 l, 770 l, 1.100 l, 4.000 l, 5.000 l	26	26	
	Stadt Amöneburg	k.A.	Beh.Bio = Beh.RM	80 l, 120 l, 240 l, 1.100 l	20	80	80 l, 120 l, 240 l, 1.100 l	26	13	
	Stadt Sontra	k.A.	Beh.Bio = Beh.RM	120 l, 240 l	12; 10 a.A. +10%Geb.st.	80	80 l, 120 l, 240 l, 1.100 l	26	26	
	Stadt Eschwege	k.A.	120	120 l, 240 l	k.A.	120	120 l, 240 l, 660 l, 1100 l	26	26	
	Landkreis Darmstadt-Dieburg	k.A.	120 l Bio je 60 l RM	120 l, 240 l	12 l/EW*Monat	50	50 l, 60 l, 80 l, 120 l, 240 l, 1.100 l	26	26	
	Kreis Limburg-Weilburg	15; 20 a.A.	120; Bio-Beh = RM-Beh.	120 l, 240 l	15; 20 a.A.	120	120 l, 240 l, 1.100 l, 2.500 l, 5.000 l, 7.500 l	26	26	
ZAKB Kreis Bergstraße	k.A.	120	120 l, 240 l	7,5	60	60 l, 80 l, 120 l, 240 l, 770 l, 1.100 l, 2.500 l, 5.000 l, 7.500 l	35	26		

Anhang 9: Behälterzuteilung der untersuchten Gebietskörperschaften Typ A - C

Kategorie	öRE	Behälter-Zuteilung						Leerungsintervall	
		Bioabfall		Behältergrößen Bio	Restmüll		Behältergrößen RM	Bioabfall	Restmüll
		V _{min} [l/EW*Wo]	Beh _{min} [l]	[l]	V _{min} [l/EW*Wo]	Beh _{min} [l]	[l]		
TYP D	Stadt Viernheim	k.A.	Beh.Bio = Beh.RM	120 l	12 bei 14 tägl. Leer.	50	50 l, 120 l, 240 l, 1100 l	33	26
	Stadt Hirschhorn	k.A.	k.A.	120 l	k.A.	80	80 l, 120 l, 240 l, 770 l, 1.100 l	38	26
	LK_Gießen	k.A.	min. 120/GS	120 l, 240 l	15; 7,5 auf Antrag	60	60 l, 120 l, 240 l, 770 l, 1100 l	26	26
	Stadt Neustadt	k.A.	wie RM-Beh.	60 l, 80 l, 120 l, 240 l	max. 12	60	35 l, 50 l, 60 l, 80 l, 120 l, 240 l, 1100 l	26	26
	Landkreis Kassel	k.A.	2*RM-Vol., min. 240	120 l, 240 l	k.A.	20 l/EW, min. 80	50 l- Säcke, 80 l, 120 l, 240 l, 1.100 l	26	26
	Stadt Lorsch	k.A.	120 l-Bio - 240 l RM	120 l	k.A.	50/60	50 l, 60 l, 80 l, 120 l, 240 l, 770 l, 1.100 l	39	18
TYP E	Stadt Kirchhain	40 bei 14-tägl. Leer.	240	240 l	20 bei 4-wöch. Leer.	80	80 l, 120 l, 240 l, 1.100 l	26	13
	Stadt Lampertheim	k.A.	max. RM-Größe	80 l, 120 l, 240 l	k.A.	25 l/EW; min. 80 l-Beh.	80 l, 120 l, 240 l, 660 l, 770 l, 1.100 l	35	13

Anhang 10: Behälterzuteilung der untersuchten Gebietskörperschaften Typ D und E

Kategorie	öRE	Gebührensysteem	Gebührenhöhe (120l-Beh.)			Ersparnis bei Befreiung	
			Bioabfall	Restmüll	Gesamt	[€/a]	[%]
			[€/a]	[€/a]	[€/a]		
TYP A	Sammelgebiet AZV	BG + LI	33,48	89,34	122,82	33,48	ca. 27%
	Untertaunus	BG + LI	93,60	165,60	259,20	93,60	ca. 36%
	Odenwaldkreis	BG	49,20	350,40	399,60	49,20	ca. 12%
	Gemeinde Weimar	BG	kostenlos	228,00	228,00	18,00	ca. 8%
	Stadt Rauschenberg	BG	55,00	302,00	357,00	55,00	ca. 15%
	Gemeinde Münchhausen	BG	kostenlos	219,00	219,00	57,00	ca. 26%
TYP B	Rheingau	BG + LI	102,00	154,80	256,80	102,00	ca. 40%
	LK_Fulda	PG + BG	kostenlos	4.wö.: 136,80	14-tägl.: 177,00	40,20	ca. 23%
	Gemeinde Wald-Michelbach	BG	kostenlos	202,20	202,20	keine	0%
	Stadt Kelsterbach	BG + LR	kostenlos	4wö.: 72,00	14-tägl.: 144,00	4wö.: 10,80/ 14-tägl.: 21,60	15%
	Stadt Fulda	BG + LR	kostenlos	4wö.: 101,40	14-tägl.: 202,80	101,40	50%
	ZVA Werra-Meißner-Kreis	BG + LI	52,80	148,80	201,60	52,80	ca. 26%
TYP C	Gemeinde Gornheimertal	BG	kostenlos	219,60	219,60	31,20	ca. 14%
	Stadt Wetzlar	BG	kostenlos	207,00	207,00	39,00	ca. 19%
	Stadt Amöneburg	BG	kostenlos	172,80	172,80	57,50	ca. 33%
	Stadt Sontra	PG + BG	kostenlos	316,20	316,20	60,60	ca. 20%
	Stadt Eschwege	BG + LI	55,40	114,00	169,40	55,40	ca. 33%
	Landkreis Darmstadt-Dieburg	BG + LI	kostenlos	230,40	230,40	31,20	ca. 13,5%
	Kreis Limburg-Weilburg	PG	kostenlos	261,00	261,00	21,60	ca. 8%
ZAKB Kreis Bergstraße	BG + LI	kostenlos	176,24	176,24	25,00	ca. 14%	
TYP D	Stadt Viernheim	BG	kostenlos	370,20	370,20	45,20	ca. 12,5%
	Stadt Hirschhorn	PG	kostenlos	244,80	244,80	keine	0%
	LK_Gießen	BG + LR	26,40	4wö.: 100,80 (ges. 127,20)	14-tägl.: 211,20 (ges. 273,90)	26,40	4wö.: ca. 21%; 14-tägl.: 12,5 %
	Stadt Neustadt	PG + BG	114,00	246,00	360,00	114,00	ca. 32%
	Landkreis Kassel	BG	kostenlos	300,60	300,60	15,00	ca. 5%
	Stadt Lorsch	BG	kostenlos	302,28	302,28	38,76	ca. 13%
TYP E	Stadt Kirchhain	BG	kostenlos	223,20	223,20	keine	0,00
	Stadt Lampertheim	BG	kostenlos	201,60	201,60	34,80	ca. 17%

Anhang 11: Gebührensysteeme und –größe der untersuchten Gebietskörperschaften nach Typen

Nr.	Gebiet	Typ	Typ	Einwohner	Fläche	Einwohnerdichte	Einw/ Gebäude	Whg/ Gebäude	HDL-FL/ Gebäude	HDL-FL/EW	GuF/E	Gartenfl./ Einw.	Garten/Geb
	Gebiet	örE	Ländlich/ Städtisch			[EW/km ²]	[E/G]	[Wg/G]	[m ² /G]	[m ² /EW]	[m ² /EW]	[m ² /EW]	[m ² /G]
1	Darmstadt-Dieburg, Lk	Landkreis	Ländlich	288.400	658	438	4,15	1,82	550	133	232	91	376
2	ZAKB Kreis Bergstraße	Bergstraße, Lk	Ländlich	167.778	459	366	4	1,77	593	148	264	105	421
3	Stadt Lampertheim	Bergstraße, Lk	Ländlich	31.301	72	435	4,15	1,95	515	124	247	83	346
4	Stadt Lorsch	Bergstraße, Lk	Ländlich	13.620	25	545	3,98	1,69	486	122	244	79	314
5	Stadt Viernheim	Bergstraße, Lk	Ländlich	32.643	48	680	5,54	2,63	464	84	168	50	278
6	Gemeinde Gorbheimertal	Bergstraße, Lk	Ländlich	3.961	11	360	3,71	1,71	626	169	240	124	459
7	Gemeinde Wald-Michelbach	Bergstraße, Lk	Ländlich	11.036	74	149	3,85	1,68	758	197	343	153	588
8	Stadt Hirschhorn	Bergstraße, Lk	Ländlich	3.743	31	121	3,6	1,76	471	131	230	86	311
9	Bergstraße, Lk	Landkreis	Ländlich	264.082	720	367	4,14	1,86	572	138	251	97	400
10	Kassel, Lk	Landkreis	Ländlich	238.544	1.293	184	3,62	1,71	736	203	365	158	574
11	Gießen, Lk o. St.	Gießen, Lk	Ländlich	180.500	782	231	3,74	1,68	664	177	324	132	495
12	Gießen, St.	Gießen, Lk	Städtisch	75.000	73	1.027	6,42	3,56	558	87	227	52	336
13	Gießen gesamt	Landkreis	Ländlich	255.500	855	299	4,26	2,05	643	151	295	111	471
14	Untertaunus, Sammelg.	Rheingau-Taunus, Lk	Ländlich	119.417	539	222	4,03	1,8	637	158	255	115	463
15	Rheingau, Sammelg.	Rheingau-Taunus, Lk	Ländlich	63.738	272	234	4,18	1,94	497	119	222	78	327
16	Rheingau-Taunus-Kreis	Landkreis	Ländlich	183.155	811	226	4,08	1,85	590	145	243	102	417
17	Wetzlar, Innenstadt	Lahn-Dill, Lk	Ländlich	51.752	76	681	4,45	2,14	613	138	271	100	445
18	Lk Lahn-Dill o. Wetzlar	Lahn-Dill, Lk	Ländlich	203.381	991	205	3,44	1,53	654	190	345	143	491
19	Lahn-Dill-Kreis	Landkreis	Ländlich	255.133	1.067	239	3,61	1,63	647	179	330	134	483

Anhang 12: Unabhängige Variablen der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 1 - 19

Nr.	Gebiet	Typ	Typ	Einwohner	Fläche	Einwohnerdichte	Einw/ Gebäude	Whg/ Gebäude	HDL-FL/ Gebäude	HDL-FL/EW	GuF/E	Gartenfl./ Einw.	Garten/Geb
	Gebiet	örE	Ländlich/ Städtisch			[EW/km²]	[E/G]	[Wg/G]	[m²/G]	[m²/EW]	[m²/EW]	[m²/EW]	[m²/G]
20	Sammelgebiet MZV	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	95.759	640	150	3,61	1,51	656	182	386	135	487
21	Amöneburg	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	5.214	44	119	3,46	1,42	604	174	334	125	434
22	Ebsdorfergrund, Gem	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	8.978	73	123	3,44	1,34	614	178	344	129	445
23	Kirchhain	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	16.235	91	178	3,74	1,58	623	167	324	122	455
24	Marburg, St.	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	79.663	124	642	6,38	2,86	674	106	200	70	445
25	Münchhausen, Gem	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	3.524	42	84	3,31	1,26	545	165	474	113	374
26	Neustadt, St.	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	8.935	57	157	3,76	1,59	658	175	379	131	492
27	Rauschenberg, St	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	4.533	67	68	3,31	1,37	655	198	437	148	489
28	Stadtallendorf, St.	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	21.276	78	273	5,05	2,05	762	151	450	115	580
29	Weimar, Gem	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	6.945	47	148	3,53	1,44	603	171	337	123	434
23	Marburg-Biedenkopf Lk	Landkreis	Ländlich	251.062	1.263	199	4,29	1,83	658	153	326	113	483
30	Limburg-Weilburg, Lk	Landkreis	Ländlich	170.000	738	230	3,46	1,59	659	191	351	143	493
31	Fulda, Lk o. St.	Fulda, Lk	Ländlich	154.000	1.276	121	3,76	1,71	743	198	416	152	573
32	Fulda, St.	Fulda, Lk	Ländlich	64.008	104	615	5,4	2,54	712	132	281	98	528
33	Fulda, Lk	Landkreis	Ländlich	218.008	1.380	158	4,13	1,89	736	178	376	136	563
34	Odenwaldkreis, Lk	Landkreis	Ländlich	98.092	624	157	3,68	1,66	656	178	331	133	488

Anhang 13: Unabhängige Variablen der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 20 - 34

Nr.	Gebiet	Typ	Typ	Einwohner	Fläche	Einwohnerdichte	Einw/ Gebäude	Whg/ Gebäude	HDL-FL/ Gebäude	HDL-FL/EW	GuF/E	Gartenfl./ Einw.	Garten/Geb
	Gebiet	örE	Ländlich/ Städtisch			[EW/km²]	[E/G]	[Wg/G]	[m²/G]	[m²/EW]	[m²/EW]	[m²/EW]	[m²/G]
35	ZVA Werra-Meißner-Kreis	Werra-Meißner-Kreis, Lk	Ländlich	60.994	724	84	3,1	1,52	696	225	479	175	543
36	Sontra, St.	Werra-Meißner-Kreis, Lk	Ländlich	8.110	111	73	3,24	1,55	622	192	509	144	465
37	Eschwege, St.	Werra-Meißner-Kreis, Lk	Ländlich	19.500	63	310	3,7	2,14	654	177	390	135	498
38	Witzenhausen, St.	Werra-Meißner-Kreis, Lk	Ländlich	15.360	127	121	3,44	1,72	738	215	419	169	582
39	Werra-Meißner-Kreis, Lk	Landkreis	Ländlich	103.964	1.025	101	3,26	1,66	689	212	456	164	535
40	Sammelgebiet AZV	Hersfeld-Rotenburg, Lk	Ländlich	93.282	886	105	3,36	1,56	775	231	453	183	615
41	Sammelgebiet MZV	Hersfeld-Rotenburg, Lk	Ländlich	29.530	211	140	3,36	1,65	416	124	396	77	259
42	Hersfeld-Rotenburg, Lk	Landkreis	Ländlich	122.812	1.097	112	3,36	1,58	689	205	439	157	529
43	Kelsterbach, St.	Kelsterbach, St.	Ländlich	14.656	15	977	6,33	3	473	75	257	46	289
44	Frankfurt, St.	Frankfurt, St.	Städtisch	684.562	248	2.760	9,32	4,87	444	48	117	13	125
45	Wiesbaden gesamt	Wiesbaden, St.	Städtisch	272.890	204	1.338	7,55	3,85	571	76	151	38	286
45	Kassel, St.	Kassel, St.	Städtisch	194.000	107	1.813	6,48	3,45	667	103	192	69	445
46	Maintal, St.	Maintal, St.	Städtisch	37.784	32	1.181	5,84	2,78	504	86	159	49	286
47	Bad Vilbel, St.	Bad Vilbel, St.	Städtisch	31.775	26	1.222	4,81	2,33	474	99	180	62	296

Anhang 14: Unabhängige Variablen der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 35 - 47

Nr.	Gebiet	Typ	Typ	AP	Glas	LVP	EAG	Rest	Grün- und Bioabf.	M_Kü-RHM	M_Gart-RHM	M-Bio-LVP	M_Kü-BT	M_Gart-BT
	Gebiet	örE	Ländlich/ Städtisch	kg/EW*a	kg/EW*a	kg/EW*a	kg/EW*a	kg/EW*a	kg/EW*a	kg/EW*a	kg/EW*a	kg/EW*a	kg/EW*a	kg/EW*a
1	Darmstadt-Dieburg, Lk	Landkreis	Ländlich	7,59	3,79	1,32	0,00	20,92	38,38	38,38		0	36,62	117,38
2	ZAKB Kreis Bergstraße	Bergstraße, Lk	Ländlich	11,88	6,20	4,08	0,06	38,03	50,75	50,75		0	24,25	83,75
3	Stadt Lampertheim	Bergstraße, Lk	Ländlich	11,98	6,27	4,18	0,07	38,53	50,97	50,97		0	24,03	155,97
4	Stadt Lorsch	Bergstraße, Lk	Ländlich	21,99	3,50	5,02	4,86	36,80	37,83	37,83		0	37,17	119,83
5	Stadt Viernheim	Bergstraße, Lk	Ländlich	25,33	5,94	7,56	4,86	50,13	41,18	41,18		0	33,82	93,18
6	Gemeinde Gorchheimetal	Bergstraße, Lk	Ländlich	15,84	8,58	7,80	0,44	56,85	56,49	56,49		0	18,51	80,49
7	Gemeinde Wald-Michelbach	Bergstraße, Lk	Ländlich	14,01	7,48	5,95	0,25	47,84	54,47	54,47		0	20,53	104,47
8	Stadt Hirschhorn	Bergstraße, Lk	Ländlich	11,77	6,14	4,00	0,06	37,54	50,49	50,49		0	24,51	79,49
9	Bergstraße, Lk	Landkreis	Ländlich	12,44	6,53	4,55	0,10	40,52	51,86	51,86		0	23,14	98,86
10	Kassel, Lk	Landkreis	Ländlich	17,44	9,60	10,24	0,64	65,28	56,80	50,72	6,08	0	24,28	153,72
11	Gießen, Lk o. St.	Gießen, Lk	Ländlich	14,81	7,95	6,73	0,32	51,69	55,50	55,50		0	19,5	147,5
12	Gießen, St.	Gießen, Lk	Städtisch	23,08	6,99	8,73	1,02	53,88	89,30	89,30		0	0,00	105
13	Gießen gesamt	Landkreis	Ländlich	16,41	8,94	8,41	0,50	59,80	56,94	56,94		0	18,06	130,94
14	Untertaunus, Sammelg.	Rheingau-Taunus, Lk	Ländlich	10,10	5,19	2,78	0,00	30,52	46,41	46,41		0	28,59	29,41
15	Rheingau, Sammelg.	Rheingau-Taunus, Lk	Ländlich	14,92	8,02	6,84	0,33	52,26	55,63	55,63		0	19,37	62,63
16	Rheingau-Taunus-Kreis	Landkreis	Ländlich	11,77	6,14	4,00	0,06	37,54	50,49	50,49		0	24,51	42,49
17	Wetzlar, Innenstadt	Lahn-Dill, Lk	Ländlich	31,90	18,23	19,53	1,95	102,68	42,71	36,29	6,42	0	38,71	64,29
18	Lk Lahn-Dill o. Wetzlar	Lahn-Dill, Lk	Ländlich	24,31	13,98	23,60	2,12	121,29	50,70	37,59	13,11	0	37,41	128,59
19	Lahn-Dill-Kreis	Landkreis	Ländlich	25,98	15,31	22,74	2,09	116,95	48,93	37,22	11,71	0	37,78	115,22

Anhang 15: Zusammensetzung Restmüll- und Biotonne der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 1 - 19

Nr	Gebiet	Typ	Typ	AP	Glas	LVP	EAG	Rest	Grün- und Bioabf.	M_Kü-RHM	M_Gart-RHM	M-Bio-LVP	M_Kü-BT	M_Gart-BT
	Gebiet	örE	Ländlich/ Städtisch	kg/EW *a	kg/EW *a	kg/EW *a	kg/EW *a	kg/EW *a	kg/EW* a	kg/EW* a	kg/EW* a	kg/EW* a	kg/EW* a	kg/EW* a
20	Sammelgebiet MZV	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	13,33	7,07	5,33	0,17	44,64	53,46	53,46		0	21,54	117,46
21	Amöneburg	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	10,21	5,24	2,86	0	30,97	46,72	46,72		0	28,28	151,72
22	Ebsdorfergrund, Gem	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	9,66	4,93	2,49	0	28,75	45,17	45,17		0	29,83	114,17
23	Kirchhain	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	7,37	3,68	1,23	0	20,15	37,57	37,57		0	37,43	188,57
24	Marburg, St.	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	22,42	3,75	5,3	4,88	38,3	38,35	38,35		0	36,65	77,35
25	Münchhausen, Gem	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	8,68	4,39	1,89	0	24,92	42,12	42,12		0	32,88	92,12
26	Neustadt, St.	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	11,2	5,82	3,57	0,01	35,13	49,27	49,27		0	25,73	145,27
27	Rauschenberg, St	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	9,11	4,63	2,15	0	26,6	43,51	43,51		0	31,49	77,51
28	Stadtallendorf, St.	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	12,54	6,6	4,64	0,12	41,02	52,08	52,08		0	22,92	127,08
29	Weimar, Gem	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	9,88	5,06	2,63	0	29,63	45,8	45,80		0	29,2	71,8
23	Marburg-Biedenkopf Lk	Landkreis	Ländlich	11,98	6,27	4,18	0,07	38,53	50,97	50,97		0	24,03	113,97
30	Limburg-Weilburg, Lk	Landkreis	Ländlich	22,62	12,97	16,46	1,43	95,23	55,29	55,29		0	19,71	107,29
31	Fulda, Lk o. St.	Fulda, Lk	Ländlich	13,56	7,19	5,53	0,20	45,70	53,82	53,82		0	21,18	84,82
32	Fulda, St.	Fulda, Lk	Ländlich	30,73	14,12	15,62	3,20	88,85	41,48	41,48		0	33,52	68,48
33	Fulda, Lk	Landkreis	Ländlich	15,84	8,58	7,80	0,44	56,85	56,49	56,49		0	18,51	86,49
34	Odenwaldkreis, Lk	Landkreis	Ländlich	15,84	8,58	7,80	0,44	56,85	56,49	56,49		0	18,51	45,49

Anhang 16: Zusammensetzung Restmüll- und Biotonne der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 20 - 34

Nr	Gebiet	Typ	Typ	AP	Glas	LVP	EAG	Rest	Grün- und Bioabf.	M_Kü-RHM	M_Gart-RHM	M-Bio-LVP	M_Kü-BT	M_Gart-BT
	Gebiet	örE	Ländlich/ Städtisch	kg/EW *a	kg/EW *a	kg/EW *a	kg/EW *a	kg/EW *a	kg/EW* a	kg/EW* a	kg/EW* a	kg/EW* a	kg/EW* a	kg/EW* a
35	ZVA Werra-Meißner-Kreis	Werra-Meißner-Kreis, Lk	Ländlich	9,77	5,00	2,57	0,00	29,19	45,47	45,47		0	29,53	72,47
36	Sontra, St.	Werra-Meißner-Kreis, Lk	Ländlich	19,43	10,87	12,04	0,90	76,23	57,53	57,53		0	17,47	126,53
37	Eschwege, St.	Werra-Meißner-Kreis, Lk	Ländlich	12,10	6,33	4,27	0,08	39,02	51,20	51,20		0	23,8	93,2
38	Witzenhausen, St.	Werra-Meißner-Kreis, Lk	Ländlich	13,12	6,93	5,12	0,16	43,59	53,08	53,08		0	21,92	113,08
39	Werra-Meißner-Kreis, Lk	Landkreis	Ländlich	11,43	5,94	3,73	0,03	36,09	49,78	49,78		0	25,22	87,78
40	Sammelgebiet AZV	Hersfeld-Rotenburg, Lk	Ländlich	14,35	7,67	6,28	0,28	49,48	54,94	54,94		0	20,06	6,94
41	Sammelgebiet MZV	Hersfeld-Rotenburg, Lk	Ländlich	9,66	4,93	2,49	0,00	28,75	45,17	45,17		0	29,83	63,17
42	Hersfeld-Rotenburg, Lk	Landkreis	Ländlich	13,22	7,00	5,23	0,17	44,11	53,27	53,27		0	21,73	21,27
43	Kelsterbach, St.	Kelsterbach, St.	Ländlich	24,57	5,29	6,90	4,90	30,70	56,63	56,63		0	18,37	55,63
44	Frankfurt, St.	Frankfurt, St.	Städtisch	41,74	10,92	18,84	3,05	56,11	109,37	109,37		0	0	35
45	Wiesbaden gesamt	Wiesbaden, St.	Städtisch	35,60	12,95	18,21	0,90	75,30	95,03	80,47	14,57	4,5	0	57
45	Kassel, St.	Kassel, St.	Städtisch	31,76	17,49	12,52	2,41	57,43	79,40	79,40		0	0	45
46	Maintal, St.	Maintal, St.	Städtisch	19,02	5,32	9,81	0,82	61,80	58,23	58,23		0	1,77	109,23
47	Bad Vilbel, St.	Bad Vilbel, St.	Städtisch	11,78	5,20	6,12	1,50	37,26	91,16	91,16		0	0	79

Anhang 17: Zusammensetzung Restmüll- und Biotonne der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 35 - 47

Nr.	Gebiet	Typ	Typ	RHM		Bio		org. RHM	Grünabfall (Hol-Bring)		Eigenkomp.	Potential Bio + Grün.
	Gebiet	örE	Ländlich/ Städtisch	l/EW*Wo	kg/EW*a	l/EW*Wo	kg/EW*a	kg/EW*a	B=Bring H=Hol	kg/EW*a	kg/EW*a	kg/EW*a
1	LK Darmst.-Dieb.	Landkreis	Ländlich	13,7	72	21,4	154	38,38	B	15	4	211,50
2	ZAKB Bergstraße	Bergstraße, Lk	Ländlich	20,4	111	21,6	108	50,75	H,B	74	0	232,50
3	Lampertheim	Bergstraße, Lk	Ländlich	14,0	112	35,4	180	50,97	H,B	2	0	199,50
4	Lorsch	Bergstraße, Lk	Ländlich	13,8	110	4,3	157	37,83	B	66	0	193,50
5	Viernheim	Bergstraße, Lk	Ländlich	17,3	135	22,9	127	41,18	H,B	56	0	150,00
6	Gorxheimertal	Bergstraße, Lk	Ländlich	24,1	146	17,8	99	56,49	H,B	6	100	261,00
7	Wald-Michelbach	Bergstraße, Lk	Ländlich	15,7	130	17	125	54,47	H	7	118	304,50
8	Hirschhorn	Bergstraße, Lk	Ländlich	17,8	110	23,4	104	50,49	B	7	43	204,00
9	Bergstraße, Lk	Landkreis	Ländlich	18,7	116	23,5	122	51,86	H,B	58	0	220,5
10	LK Kassel	Landkreis	Ländlich	18,0	160	25,1	178	56,80	B	22	55	312,00
11	LK Gießen o. St.	Gießen, Lk	Ländlich	16,1	137	24,4	167	55,50	H,B	8	43	273,00
12	St. Gießen	Gießen, Lk	Städtisch	22,2	183	23,1	105	89,30	H,B	4	0	167,30
13	Gießen gesamt	Landkreis	Ländlich	17,9	151	24	149	56,94	H,B	6	30	241,5
14	Untertaunus	Rheingau-Taunus, Lk	Ländlich	9,5	95	7,9	58	46,41	B	122	21	247,50
15	Rheingau	Rheingau-Taunus, Lk	Ländlich	17,8	138	15,6	82	55,63	B	122	0	192,00
16	Rheingau-Taunus-Kreis	Landkreis	Ländlich	12,4	110	10,6	67	50,49	B	122	0	228
17	Wetzlar	Lahn-Dill, Lk	Ländlich	38,2	217	19,6	103	42,71	H,B	46	33	225,00
18	Lahn-Dill o. Wetzlar	Lahn-Dill, Lk	Ländlich	41,9	236	29,5	166	50,70	B	22	51	289,50
19	Lahn-Dill-Kreis	Landkreis	Ländlich	41,1	232	27,5	153	48,93	H,B	27	47	276

Anhang 18: Spezifisch erfasste Abfallmengen und Potential an erfassbaren Bio- und Grünabfällen der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 1 - 19

Nr.	Gebiet	Typ	Typ	RHM		Bio		org. RHM	Grünabfall (Hol- Bring)		Eigenkomp.	Potential Bio + Grün.
	Gebiet	örE	Ländlich/ Städtisch	l/EW*Wo	kg/EW*a	l/EW*Wo	kg/EW*a	kg/EW*a	B=Bring H=Hol	kg/EW*a	kg/EW*a	kg/EW*a
20	MZV Mar.-Bied.	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich		124		139	53,46	B	0	85	277,50
21	Amöneburg	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	12,0	96	20,8	180	46,72	B	0	36	262,50
22	Ebsdorfergrund	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich		91	18	144	45,17	B	0	79	268,50
23	Kirchhain	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	8,6	70	34,7	226	37,57	B	0	0	258,00
24	Marburg	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich		113	17,3	114	38,35	H,B	28	0	180,00
25	Münchhausen	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	7,8	82	14,6	125	42,12	B	0	77	244,50
26	Neustadt	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	16,7	105	24,7	171	49,27	B	0	51	271,50
27	Rauschenberg	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	10,7	86	12,6	109	43,51	B	0	144	297,00
28	Stadtallendorf	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich		117		150	52,08	B	0	45	247,50
29	Weimar	Marburg-Biedenkopf Lk	Ländlich	10,6	93	10,8	101	45,80	B	0	113	259,50
23	Marburg-Biedenkopf Lk	Landkreis	Ländlich		112	19,5	138	50,97	H,B	9	47	244,5
30	Limb.-Weilb.	Landkreis	Ländlich	26,4	204	21,4	127	55,29	H,B	20	87	289,50
31	LK Fulda o. St.	Fulda, Lk	Ländlich	15,3	126	16,8	106	53,82	B	0	143	303,00
32	St. Fulda	Fulda, Lk	Ländlich	27,9	194	17,2	102	41,48	B	28	51	222,00
33	Fulda, Lk	Landkreis	Ländlich	19	146	16,9	105	56,49	B	8	110	279
34	Odenw.kreis	Landkreis	Ländlich	12,5	146	9,7	64	56,49	B	118	36	274,50

Anhang 19: Spezifisch erfasste Abfallmengen und Potential an erfassbaren Bio- und Grünabfällen der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 20 - 34

Nr.	Gebiet	Typ	Typ	RHM		Bio		org. RHM	Grünabfall (Hol- Bring)		Eigenkomp.	Potential Bio + Grün.
	Gebiet	örE	Ländlich/ Städtisch	I/EW*Wo	kg/EW*a	I/EW*Wo	kg/EW*a	kg/EW*a	B=Bring H=Hol	kg/EW*a	kg/EW*a	kg/EW*a
35	ZVA Wer.-Meiß.	Werra-Meißner-Kreis, Lk	Ländlich	24,8	92	17,6	102	45,47	kein	0	190	337,50
36	Sontra	Werra-Meißner-Kreis, Lk	Ländlich	22,9	177	21,2	144	57,53	B	2	87	291,00
37	Eschwege	Werra-Meißner-Kreis, Lk	Ländlich	33,8	113	21,3	117	51,20	B	18	91	277,50
38	Witzenhausen	Werra-Meißner-Kreis, Lk	Ländlich		122		135	53,08	kein	0	140	328,50
39	Werra-Meißner-Kreis, Lk	Landkreis	Ländlich	26,6	107	18,7	113	49,78	B	4	154	321
40	AZV Hersf.-Rot.	Hersfeld-Rotenburg, Lk	Ländlich	8,2	133	6,3	27	54,94	B	21	247	349,50
41	MZV Hersf.-Rot.	Hersfeld-Rotenburg, Lk	Ländlich	17,2	91	11,4	93	45,17	H	0	52	190,50
42	Hersfeld-Rotenburg, Lk	Landkreis	Ländlich	10,4	123	7,5	43	53,27	H,B	16	198	310,5
43	St. Kelsterbach	Kelsterbach, St.	Ländlich	22,0	129	17	74	56,63	H,B	79	0	144,00
44	St. Frankfurt	Frankfurt, St.	Städtisch	37,9	240	7,9	35	109,37	B	5	29	128,87
45	St. Wiesbaden	Wiesbaden, St.	Städtisch	48,1	238	12,7	57	99,54	H,B	33	0	137,47
46	St. Kassel	Kassel, St.	Städtisch	20,7	201	10,1	45	79,40	H,B	54	24	182,90
47	St. Maintal	Maintal, St.	Städtisch	20,4	155	21,8	111	58,23	B	86	0	133,50
48	St. Bad Vilbel	Bad Vilbel, St.	Städtisch	21,4	153	11,2	79	91,16	H,B	18	27	184,16

Anhang 20: Spezifisch erfasste Abfallmengen und Potential an erfassbaren Bio- und Grünabfällen der untersuchten Gebietskörperschaften Nr. 35 - 48

Einwohnerzahl			
Größe [l]	Anzahl der Biotonnen [Stck]	Abfallmenge [Mg/a]	
60			
80			
120			
240			
1.100			
Menge Bioabfall			Mg/a
Menge Grünschnitt			Mg/a
Abfuhrhythmus Biotonne			
Biotonne freiwillig oder Benutzungszwang?			
Angeschlossene Grundstücke Abfallsammlung			
Grundstücke mit Biotonne			
Anteil Eigenkompostierung			%
<u>Grünschnittsammlung</u>			
Holsystem			
Häufigkeit der Abholung im Jahr			
Kosten für den Bürger			€/kg oder €/m ³
Bringsystem			
Kosten für den Bürger			€/kg oder €/m ³
<u>Verwertung der Bioabfälle</u>			
Ort			
Art der Verwertung			
<u>Verwertung der Grünabfälle</u>			
Ort			
Art der Verwertung			

Anhang 21: Erhebungsbogen Bioabfall

Größe [l]	Anzahl der Restmülltonnen [Stck]	Alle Daten für das Jahr 2009
35		
40		
50		
60		
80		
120		
240		
660		
770		
1.100		
2.500		
5.000		
Menge Restmüll		Mg/a
Abfuhrhythmus Restmüll		
Angeschlossene Grundstücke Abfallsammlung		

Anhang 22: Erhebungsbogen Restmüll

Literatur

Bücher

Scheffold, K., 1993, Neue Gebührenmodelle in der kommunalen Abfallentsorgung, EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH, Berlin

Gesetzestexte

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Stand: 23.02.2010, Arbeitsentwurf eines Gesetzes zur Neuordnung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes

Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, 27.09.1994, (BGBl. I S. 2705), in der Fassung der letzten Änderung durch Artikel 8 vom 11. August 2010 (BGBl. I S. 1163)

Zeitschriften und Artikelsammlungen

Boisch, A., 2010, Stoffliche und energetische Bioabfallverwertung in Hamburg. In: Witzenhausen-Institut (Hrsg.): Bio- und Sekundärrohstoffverwertung V (2010), Witzenhausen, S. 415 - 425

Bug A., 2010, Biothan Fulda – Umsetzung der Nassvergärung von Lebensmittelabfällen und Speiseresten. In: Witzenhausen-Institut (Hrsg.): Bio- und Sekundärrohstoffverwertung V (2010), Witzenhausen

Kern, M., Raussen, T., 2010, Potentieller Beitrag der Bioabfallverwertung zur Energieversorgung. In: 22. Tagungsband Kasseler Abfall- und Bioenergieforum, S. 461 – 475

Doedens,H., Weber,B., Juli 1984, Menge und Eignung organischer Abfälle zur Verwertung, In: Müll und Abfall Heft 7, Erich Schmidt Verlag, Berlin

Broschüren/Studien

Funda, K., Kern, M., Raussen, T., Bergs, C.-G., Hermann, T., September 2009, Ökologisch sinnvolle Verwertung von Bioabfällen – Anregungen für

kommunale Entscheidungsträger, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.)

Henssen, D., Mai 2009, Einführung und Optimierung der getrennten Sammlung zur Nutzbarmachung von Bioabfällen, VHE/BKG (Hrsg.)

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2008, Biomassepotentialstudie Hessen

Witzenhausen-Institut in Zusammenarbeit mit Ingenieurgemeinschaft Witzenhausen (IGW) Fricke und Turck GmbH, März 2009, Optimierung der biologischen Abfallbehandlung in Hessen

Dissertationen

Kern, M., März 2006, Strukturanalytische Untersuchungen und Bewertung schadstoffhaltiger Abfälle im Hausmüll, (Diss., Universität Kassel)

Handbücher

Fricke, K., Turk, T., Vogtmann H., 1994: Die Sammlung von Bioabfällen. In: Bilitewski B., Schnurer, H., Zeschmar-Lahl, B. (Hrsg.): Müll-Handbuch 2. Aufl. (2007), Bd. 3, Kennzahl 2882, Lieferung 5/94, Erich Schmitt Verlag, Berlin

Sonstige

Scheffold, K., 2010, Regel-Modell zur Beschreibung der Wahl von Entsorgungswegen von Bio- und Grünabfall (Abb.). In: Skript ENSO FHB

Scheffold, K., 2010, Übersicht zu Herkunft und Stoffströmen sowie Datengenerierung für Abfallbilanzen (Abb.), unveröffentlicht

Amt für Bodenmanagement Korbach, 22.11.2009, HdL 2010, (Excel-Datei), unveröffentlicht

Persönliche Gespräche/ Telefonate

Pertl, W., 2010: Betriebsbeauftragter DA-DI Werk, Messel, mdl. Mitteilung vom 07.05.2010

Semmler, G., 2010: stellvertretender Abteilungsleiter Deponie, Kompostierungsanlage des Eigenbetrieb Abfallwirtschaft (EAW) Rheingau-Taunus-Kreis, Bad Schwalbach, mdl. Mitteilung vom 08.06.2010

Boisch, A., 2010: Betriebsleiterin Kompostwerk Bützberg, Bützberg, mdl. Mitteilung vom 28.06.2010

Internetquellen

Hessisches Statistisches Landesamt, 2009, Hessische Gemeindestatistik Ausgabe 2009, www.statistik-hessen.de, 10.01.2011

http://www.statistik-hessen.de/Gem_Daten/Gemeinde_Dat1.jsp?OP=Regionaldaten&Auswahl=Bevoelkerung_Gebiet&U1=Baufertigstellungen&Jahr=2009&Gemeinde=Aarbergen&Thema=1, 10.01.2011

Gemeinde Ebsdorfergrund (Hrsg.), Geringe Abfallgebühren, <http://www.ebsdorfergrund.de/lebensraum-fur-sparfuchse/geringe-abfallgebuehren/>, 17.12.2010

Maier und Fabris GmbH, o.p., 1.2.1.2 Weniger Störstoffe, <http://www.maierfabris.de/>, 20.05.2010

Abfallmengenbilanzen

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2009, Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2008

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2008, Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2007

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2007, Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2006

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2006, Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2005

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2005, Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2004

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2004, Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2003

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2003, Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2002

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, op., Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2001

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, op., Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2000

Abfallentsorgung Kreis Kassel, op., Abfallbilanz 2009

Betrieb für Abfallwirtschaft (BefA) Marburg Biedenkopf, 2010, Abfallmengenbilanz des Landkreises Marburg-Biedenkopf für das Jahr 2009

Sortieranalysen der Gebietskörperschaften

Umlandverband Frankfurt (Hrsg.), Oktober 2008, Analyse des Hausrestmülls im Umlandverband Frankfurt 1997

Witzenhausen-Institut, 12.09.2001, Abschlussbericht Hausmüllanalyse Lahn-Dill-Kreis 2001

AC Consult & Engineering GmbH, 2008, Abschlussbericht Restabfallanalyse Lahn-Dill-Kreis 2008

Bereitgestellt von Hezel, Jörg, Landkreis Kassel, 2000, Auszug aus Hausmüllanalyse LK Kassel 2000

Bereitgestellt von Schiel, Niklas, Stadtreiniger Kassel, 2007, Auszug aus Nullanalyse Stadt Kassel 2007

Sabrowski, Rainer, 24.09.2009, Abfallwirtschaftskonzept für die Landeshauptstadt Wiesbaden 2009

Abfallwirtschafts- und Gebührensatzungen

Zweckverband Abfall- und Wertstoffeinsammlung (ZAW) für den Landkreis Darmstadt-Dieburg, 17.12.2009, Abfallsatzung Zweckverband Abfall- und Wertstoffeinsammlung (ZAW) für den Landkreis Darmstadt-Dieburg

Zweckverband Abfall- und Wertstoffeinsammlung (ZAW) für den Landkreis Darmstadt- Dieburg, Antrag auf Befreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang – Erstantrag –

Zweckverband Abfallwirtschaft Kreis Bergstraße (ZAKB), 01.07.2010, Satzung des Zweckverbandes Abfallwirtschaft Kreis Bergstraße über die geordnete Verwertung und Beseitigung von Abfällen sowie die Erhebung von Gebühren im Kreis Bergstraße (Abfallsatzung)

Zweckverband Abfallwirtschaft Kreis Bergstraße (ZAKB), 01. Juli 2010, Gebührenordnung zur Abfallsatzung des Zweckverbandes Abfallwirtschaft Kreis Bergstraße (in der ab 01.01.2009 gültigen Fassung)

Abfallsatzung der Gemeinde Wald-Michelbach vom 28.04.1998 in der Fassung der 2. Änderung der Abfallsatzung der Gemeinde Wald-Michelbach vom 01.01.2007

Gemeinde Gorxheimertal, 23.02.1999, Abfallsatzung (AbfS) in der Fassung des 3. Nachtrags vom 11.11.2003

Stadt Hirschhorn, 12.12.2008, Abfallsatzung der Stadt Hirschhorn (Neckar)

Stadt Hirschhorn, 12.12.2008, Gebührensatzung zur Abfallsatzung der Stadt Hirschhorn (Neckar) in der Fassung der 1. Änderung vom 21.05.2010

Stadt Lampertheim, 21.02.2004, Abfallsatzung der Stadt Lampertheim in der Fassung des 5. Nachtrags vom 20.09.2008

Stadt Lorsch, 14.12.2000, Abfallsatzung in der Fassung des 4. Nachtrags vom 20.12.2007

Stadt Viernheim, 14.12.1998, Abfallsatzung, in der Fassung des 6. Nachtrags vom 23.06.2010

Lahn-Dill-Kreis, 13.03.2000, Abfallsatzung des Lahn-Dill-Kreises in der Fassung der 2. Änderungssatzung vom 21.03.2005

Lahn-Dill-Kreis, 28.08.2000, Gebührenordnung für die Abfalleinrichtungen des Lahn-Dill-Kreises in der Fassung der 5. Änderungssatzung vom 07.11.2005

Stadt Wetzlar, 20.05.2003, Satzung über die Entsorgung von Abfällen in der Stadt Wetzlar -Abfall- und Gebührensatzung- in der Fassung der 3. Änderungssatzung vom 26.08.2008

Landkreis Fulda, 30.06.1998, Abfallsatzung des Zweckverbandes Abfallsammlung für den Landkreis Fulda in der Fassung des 5. Nachtrags vom 11.05.2010

Stadt Fulda, 26.05.1992, Satzung über die Entsorgung von Abfällen in der Stadt Fulda (Abfallsatzung - AbfS -) in der Fassung des 9. Nachtrags vom 23.12.2009

Landkreis Gießen, 01.01.2004, Abfallsatzung des Landkreises Gießen in der Fassung der Satzungsänderung vom 17.12.2007

Landkreis Gießen, 03.11.2003, Abfallgebührensatzung des Landkreises Gießen in der Fassung der Satzungsänderung vom 14.12.2009

Abfallwirtschafts-Zweckverband Landkreis Hersfeld-Rotenburg (AZV), 20.11.2009, Satzung über die Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen im Landkreis Hersfeld-Rotenburg (Abfallsatzung)

Abfallwirtschafts-Zweckverband Landkreis Hersfeld-Rotenburg (AZV), 11.12.1993, Gebührensatzung zu der Satzung über die Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen im Landkreis Hersfeld-Rotenburg (Abfallsatzung) in der Fassung vom 19.11.2009

Müllabhol-Zweckverband "Rotenburg" (MZV), 21.12.2009, Abfallsatzung

Landkreis Kassel, 14.12.2007, Abfall- und Gebührensatzung des Landkreises Kassel

Landkreis Limburg-Weilburg, 11.12.2009, Satzung des Landkreises Limburg-Weilburg über die Entsorgung von Abfällen und die Erhebung von Gebühren im Landkreis Limburg-Weilburg

Müllabfuhrzweckverband Marburg-Biedenkopf, 29.10.1998, Abfallsatzung in der Fassung vom 01.01.2006

Stadt Marburg, 20.12.2002, Abfallsatzung der Universitätsstadt Marburg in der Fassung des 1. Nachtrags vom 24.11.2006

Stadt Amöneburg, 15.11.2005, Abfallsatzung der Stadt Amöneburg in der Fassung des 1. Nachtrags vom 12.11.2007

Stadt Kirchhain, 04.12.2001, Satzung über die Entsorgung von Abfällen in der Stadt Kirchhain in der Fassung des 6. Nachtrags vom 14.12.2009

Gemeinde Münchhausen, 01.02.2000, Abfallsatzung der Gemeinde Münchhausen in der Fassung des 4. Nachtrags vom 14.12.2004

Stadt Neustadt, 22.12.1998, Abfallsatzung in der Fassung des 4. Nachtrags vom 13.03.2007

Stadt Rauschenberg, 28.10.1996, Abfallsatzung in der Fassung der Satzungsänderung vom 23.01.2006

Stadt Stadtallendorf, 20.12.2009, Satzung über die Entsorgung von Abfällen im Stadtgebiet von Stadtallendorf (Abfallsatzung - AbfS)

Gemeinde Weimar, 02.12.2002, Abfallsatzung der Gemeinde Weimar (Lahn) in der Fassung der 1. Nachtragssatzung vom 18.12.2003

Müllabfuhr-Zweckverband Odenwald (MZVO), 25.01.2001, Abfall-Satzung in der Fassung der Änderungssatzung vom 10.12.2007

Untertaunus (Rheingau-Taunus-Kreis), 22.12.1994, Abfallwirtschaftssatzung in der Fassung der 5. Änderungssatzung vom 18.12.2006

Untertaunus (Rheingau-Taunus-Kreis), 22.12.1994, Abfallgebührensatzung in der Fassung der 12. Änderungssatzung, in Kraft getreten am 01.01.2009

Abfallverband Rheingau (AVR), 13.12.2000, Abfallsatzung in der Fassung der 8. Änderung vom 29.10.2009

Stadt Bad Vilbel, 12.12.2000, Abfallsatzung –AbfS-

Stadt Bad Vilbel, 12.12.2000, Gebührenverzeichnis zur Abfallsatzung der Stadt Bad Vilbel Abfallsatzung –AbfGebV- in der Fassung der 2. Änderung vom 11.12.2001

Stadt Frankfurt, 17.06.2004, Satzung der Stadt Frankfurt am Main über die Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen in der Fassung der Änderung vom 16.12.2008

Stadt Frankfurt, 17.06.2004, Satzung der Stadt Frankfurt am Main über die Erhebung von Benutzungsgebühren für die Abfallentsorgung (Abfallgebührensatzung - AbfGS) in der Fassung der Änderung vom 16.12.2008

Stadt Kassel, 05.11.2001, Abfallwirtschafts- und –gebührensatzung in der Fassung der Änderung vom 09.11.2009

Stadt Kelsterbach, 27.01.2004, Abfallsatzung der Stadt Kelsterbach in der Fassung der 1. Änderung vom 16.11.2006

Stadt Maintal, 10.09.2002, Satzung über die Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen in der Stadt Maintal (Abfallsatzung)

Stadt Maintal, 14.12.2006, Gebührensatzung zur Abfallsatzung der Stadt Maintal in der Fassung der Änderung vom 29.09.2008

Stadt Wiesbaden, 21.05.2002, Ortssatzung über die Abfallwirtschaft im Gebiet der Landeshauptstadt Wiesbaden (Abfallwirtschaftssatzung) in der Fassung der Änderung vom 19.02.2004

Stadt Wiesbaden, 19.12.1995, Satzung über die Erhebung von Benutzungsgebühren für die Abfallwirtschaft im Gebiet der Landeshauptstadt Wiesbaden (Abfallgebührensatzung) in der Fassung der Änderung vom 22.06.2004

Zweckverband Abfallwirtschaft (ZVA) Werra-Meißner-Kreis, 04.09.2000,
Abfallsatzung in der Fassung der 4. Änderungssatzung vom 24.11.2008

Kreisstadt Eschwege, 29.10.2007, Satzung und Gebührenordnung über die
geordnete Abfallentsorgung im Gebiet der Kreisstadt Eschwege in der Fas-
sung der 1. Änderungssatzung vom 11.12.2008

Stadt Sontra, 22.12.1997, Satzung über die Entsorgung von Abfällen in der
Stadt Sontra – Abfallsatzung – in der Fassung der 9. Änderungssatzung vom
01.11.2006

Stadt Witzenhausen, 08.11.2006, Abfallsatzung der Stadt Witzenhausen in
der Fassung der 2. Änderungssatzung vom 12.11.2008

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Abschlussarbeit

**"Optimierung der kommunalen Bioabfallerfassung mit dem Ziel der
Mengensteigerung organischer Abfälle"**

selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe. Ich habe dabei nur die
in der Arbeit angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt. Die Arbeit wurde
in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfung vorgelegt und
auch noch nicht veröffentlicht.

.....

(Ort, (Abgabe-) Datum)

.....

(Unterschrift)