



Gutachten zur Einführung der
Wertstofftonne
in der Stadt Braunschweig

im Auftrag von:
Stadt Braunschweig

August 2012



ATUS GmbH
◆ Berater ◆ Gutachter ◆ Ingenieure
Steindamm 39
20099 Hamburg
www.atus.de

Inhaltsverzeichnis

1	VORBEMERKUNG	3
2	ECKPUNKTE DER KÜNFTIGEN WERTSTOFFSAMMLUNG.....	3
3	ERGEBNISSE DER BEHÄLTERSICHTUNGEN.....	5
3.1	Füllgrade.....	5
3.2	Behälterstandplätze	6
4	RESTABFALLUNTERSUCHUNGEN	7
5	ABSCHÄTZUNG DER ZU ERWARTENDEN MENGENSTRÖME.....	8
5.1	Bisherige Entwicklung.....	8
5.2	Methodische Überlegungen	9
5.3	Erfahrungen aus anderen Kommunen.....	9
5.3.1	Hamburg	9
5.3.2	Berlin.....	10
5.3.3	Leipzig.....	11
5.3.4	Landkreis Aurich.....	13
5.4	Potenziale	13
5.5	Mengenströme.....	14
5.6	Auswirkungen auf die Restabfallmenge und das Restabfallvolumen	17
6	ABSCHÄTZUNG DER KÜNFTIGEN RESTABFALL-BEHÄLTERZAHLEN	19
6.1	Bisheriger Verlauf	19
6.2	künftige Behälterzahlen	23
7	ANZAHL DER WERTSTOFFBEHÄLTER (EBNER STOLZ MÖNNING	
	BACHEM)	24
8	FAZIT	25

1 Vorbemerkung

Die Stadt Braunschweig plant die Einführung einer einheitlichen Wertstoffsammlung zur gemeinsamen Erfassung von Leichtverpackungen (LVP) und stoffgleichen Nichtverpackungen (sNVP). Dies basiert auf einem Vorschlag des Abfallwirtschaftskonzeptes 2009, welches die Prüfung von innovativen Sammelsystemen für Wertstoffe empfohlen hatte. Hierüber muss mit dem DSD und den weiteren Systembetreibern gemäß § 6 Verpackungsverordnung eine Einigung herbeigeführt werden.

Um die Ausgestaltung des künftigen Sammelsystems möglichst detailliert planen zu können, hat die Stadt Braunschweig vorab folgende Fragen gutachterlich bearbeiten lassen:

- (1) Abschätzung der zu erwartenden Mengenströme (LVP, Restabfall, sNVP)
- (2) Auswirkungen auf die Restabfallmenge und das Restabfallvolumen sowie
- (3) Auswirkungen auf die erforderlichen Behältervolumina
- (4) Ermittlung der Kosten für die Einführung der Wertstofftonne

ATUS wurde mit der Bearbeitung der ersten drei genannten Punkte beauftragt. Weiterhin wurde ATUS in Abstimmung zwischen der Stadt und ALBA Braunschweig GmbH (ALBA) mit der Durchführung einer Sichtung der Restabfallbehälter beauftragt. Das Beratungsunternehmen Ebner Stolz Mönning Bachem wurde mit Ermittlung der Kosten für die Einführung der Wertstofftonne betraut.

2 Eckpunkte der künftigen Wertstoffsammlung

Die Stadt Braunschweig hat zurzeit noch keine Beschlüsse zur konkreten Ausgestaltung der künftigen LVP-Sammlung gefasst. Statt des bisherigen Bringsystems zur LVP-Erfassung soll künftig ein Holsystem zum Einsatz kommen. Für die nachfolgenden Betrachtungen werden folgende Eckpunkten als Basis festgelegt:

Zielfractionen der erweiterten Wertstoffsammlung

Gemeinsam mit den Leichtverpackungen (LVP) sollen auch stoffgleiche Nichtverpackungen (sNVP) erfasst werden.

Neben den stoffgleichen Nichtverpackungen gibt es weitere Abfallfraktionen, die bei verschiedenen Modellversuchen erfasst wurden, hier jedoch aus folgenden Gründen ausgeschlossen werden:

Elektrogeräte: Die bisherigen Versuche zur erweiterten Wertstoffsammlung haben ergeben, dass zwar ca. 1 kg/(E*a) Elektroaltgeräte miterfasst werden können. Jedoch ist die Ausschleusung der Elektrogeräte problematisch und kann mit der bestehenden Sortiertechnik nicht ohne weiteres durchgeführt werden. Ein rein mechanisches Problem könnte

von den Kabeln (z. B. in der Siebanlage oder bei der Fördertechnik) ausgehen. Batterien und Akkus sollten nach der Sortiervorgabe für die Bürger zwar nicht mehr enthalten sein, ein Vorkommen im Wertstoffgemisch ist aber nicht auszuschließen.

Holz: Holz ist als Zielfraktion aufgrund der geringen Mengen nicht zu empfehlen, zumal bei der technischen Trennung bei den derzeit überwiegend eingesetzten Detektoren ein gemeinsamer Austrag mit dem PPK-Verbunde-Strom erfolgen würden (z.B. Milchverpackungen). Hier wäre dann eine Nachsortierung erforderlich.

Textilien weisen aufgrund ihrer Neigung zu Umwicklungen ein hohes mechanisches Störstoffpotenzial für Sortieranlagen auf. Darüber hinaus kommt es je nach Materialart zu Querkontaminationen mit automatisch sortierten Standardprodukten der LVP-Sortierung (z. B. Polyester oder PET). Eine sortenreine Trennung von Textilien ist im Rahmen der Sortierung nicht möglich, da sich Textilien über Vorkonditionierung mit anderen Komponenten verbinden. Das betrifft insbesondere größere Textilien wie Gardinen, Altkleider etc. Textilien, die über eine Wertstofftonne erfasst werden, werden durch die Erfassungs- und Sortierprozesse stark verunreinigt und beschädigt. Die Wiederverwendung von Textilien aus der Gemischterfassung ist aufgrund von Querkontaminationen nicht möglich. Die heutige Produktspezifikation von Ersatzbrennstoffen (Sortierreste aus der LVP-Sortierung werden i.d.R. als Ersatzbrennstoff vermarktet) schließt Textilien aus. Daher ist als möglicher Verwertungspfad für Textilien nur die energetische Verwertung über die Sortierreste darstellbar.¹

Logistische Umsetzung

Hinsichtlich der Behältergrößen ist angedacht, 240 l-Behälter bzw. 1,1-m³-Behälter aufzustellen. Die 240 l-Behälter sollen im Teilservice geleert werden (die Benutzer stellen dabei die Behälter an die Straße und ziehen sie nach erfolgter Leerung auch wieder an ihren Standplatz), die 1.100 l Behälter im Fullservice. Dies ist für 1,1-m³-Behälter auch erforderlich, da diese Behälter durch die Nutzer nicht gut bewegt werden können. Derzeit ist eine 14-tägliche Leerung vorgesehen, für die 1,1-m³ Behälter wird voraussichtlich teilweise ein wöchentlicher Leerungsrhythmus angeboten werden. Aus unserer Sicht sind längere Leerungsrhythmen als 14-täglich ungünstig, da aufgrund der voluminösen LVP-Abfälle dann möglicherweise die angedachten Behältergrößen nicht mehr ausreichen würden bzw. der Platzbedarf, der für eine Wertstofftonne zur Verfügung gestellt werden müsste, nicht vertretbar wäre.

Es ist beabsichtigt, die Benutzung der Wertstofftonne analog den derzeitigen Regelungen zur Benutzung des Bringsystems in der Abfallentsorgungssatzung zu verankern. Grundsätzlich wird auch die Möglichkeit bestehen, LVP und sNVP unentgeltlich am Abfallentsorgungszentrum in Watenbüttel und an der Kleinannahmestelle in der Frankfurter Straße anzuliefern.

Das privatwirtschaftliche System der dualen Systeme könnte von der Stadt gegen Entgelt mitbenutzt werden; eine andere Variante wäre, dass der städtische Anteil durch die Stadt

¹ UBA: Planspiel zur Fortentwicklung der Verpackungsverordnung Teilvorhaben 1: Bestimmung der Idealzusammensetzung der Wertstofftonne, Cyclos GmbH, HTP GmbH

Braunschweig bzw. dem beauftragten Entsorger in einer Zweckgemeinschaft erfasst und in Eigenregie verwertet wird. Bezüglich der Eckpunkte der Restabfallerfassung geht der Gutachter vom bestehenden System aus: in Braunschweig wird mit Behältern der Größe von 40 l bis 4.500 l und variierenden Abfuhrhythmen (von 13 bis 104 Abfahrten jährlich) ein breites Angebot zur optimalen Bemessung des benötigten Restabfallbehältervolumens angeboten. Hier besteht aus unserer Sicht kein Änderungsbedarf.

3 Ergebnisse der Behältersichtungen

Im März 2012 wurden durch die ATUS GmbH in Zusammenarbeit mit ALBA Restabfallbehältersichtungen im Stadtgebiet durchgeführt. Dabei sollte geklärt werden, wie viel freie Kapazität in den Behältern ist, um somit das Änderungsverhalten der Nutzer besser vorhersagen zu können. Die Verteilung der Behältergrößen bei den Behältersichtungen entsprach in etwa der Verteilung der Behältergrößen im gesamten Stadtgebiet. Der März ist in Braunschweig ein aufkommensstarker Monat; im letzten Jahr lag das Restabfallaufkommen im März 7 % über dem durchschnittlichen Monatsaufkommen des Jahres 2011. Diese relativ geringe Abweichung dürfte jedoch die grundsätzlichen Aussagen, die nachfolgend getroffen werden, nicht berühren.

Der Füllstand der Behälter wurde jeweils in eine von sechs Füllstandsklassen eingeordnet, welche aus 0%, 25%, 50%, 75%, 100% oder „überfüllt“ bestehen. Die Klasse „überfüllt“ wurde dann gewählt, wenn der Deckel des Gefäßes nicht mehr geschlossen werden konnte.

3.1 Füllgrade

Die Behältersichtungen erbrachten folgende Ergebnisse:

- Bei den 2-Rad-Behältern bis 240 l wird das Behältervolumen im Durchschnitt gut ausgenutzt, etwa ein Viertel bis ein Drittel dieser Behälter ist nur teilbefüllt, der Rest der Behälter war entweder zu 100 % gefüllt oder gar überfüllt. Der mittlere Füllgrad dieser Behälter lag bei etwa 93 %.
- Bei den 4-Rad-Behältern von 550 bis 1.100 l waren teilbefüllte Behälter häufiger festzustellen, der mittlere Füllgrad lag bei etwa 78 %.

Bezogen auf die Füllstandsklassen sind folgende Beobachtungen zu machen:

- Die Klasse 0 % (also leere Behälter) tritt kaum auf und ist lediglich bei den 40-l-Behältern signifikant vertreten.
- Die Klasse 25 % hat ebenfalls einen nur geringen Anteil (zwischen 2 bis 6 %).
- Die Füllstandsklasse 50 % wurde vor allem bei den 4-Rad-Behältern beobachtet. Zur Hälfte gefüllt waren am häufigsten die 550-l- und 770-l-Behälter.

- Die Füllstandsklasse 75 % war ebenfalls vor allem bei den 4-Rad-Behältern zu beobachten. Fast 40 % der 550-l-Behälter waren zu 75 % gefüllt; ebenso 37 % der 770-l- und 33 % der 1.100-l-Gefäße.
- Die meisten Behälter waren jedoch komplett gefüllt und wurden in die Klasse 100 % eingestuft.
- Überfüllte Behälter waren von 7 bis 19 % festzustellen; am häufigsten bei den 240-l-Behältern.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass das Ergebnis in dem erwarteten auch mit anderen Kommunen vergleichbaren Rahmen liegt.

3.2 Behälterstandplätze

Da in der Stadt Braunschweig bereits neben den Behältern für Restabfall Behälter für Bioabfall sowie teilweise auch PPK aufgestellt sind, gibt es möglicherweise aus Platzgründen Vorbehalte der Grundstückseigentümer gegenüber der Aufstellung eines weiteren Abfallbehälters.

Bei den Behältersichtungen wurde festgestellt, dass im Bereich mit Mehrfamilienhäusern die meisten Behälterstandplätze über ein ausreichendes Platzangebot verfügen, um einen oder mehrere weitere Wertstoffbehälter aufzunehmen. Soweit Müllboxen oder ähnliche Einhausungen genutzt werden, müssten die Behälter außerhalb dieser baulichen Vorrichtungen stehen. Im Bereich der Einfamilienhausbebauung war dagegen häufiger zu beobachten, dass z.B. Bioabfallbehälter bereits jetzt im Gartenbereich aufgestellt werden und am eigentlichen Behälterstandplatz aus Platzgründen lediglich der Restabfallbehälter und ggf. ein PPK-Behälter aufgestellt sind.

Wie die Behältersichtung gezeigt hat, ist i.d.R. die Aufstellung eines Wertstoffbehälters problemlos möglich, dennoch ist nicht auszuschließen, dass eine Reihe von Grundstückseigentümern keine Wertstofftonne will und hierfür Platzgründe angibt. Aufgrund der Ergebnisse der Behältersichtungen ist jedoch nicht erkennbar, dass die Wohnungsbaugesellschaften im nennenswerten Umfang Investitionen vornehmen müssten (z.B. zusätzliche Pflasterung von Behälterstandplätzen), um die Wertstoffbehälter aufstellen zu können. Es wird empfohlen, durch eine geeignete Öffentlichkeitsarbeit etwaige Vorbehalte gegen die Aufstellung einer Wertstofftonne abzubauen.

Es ist anzunehmen, dass bei einigen Standplätzen aufgrund der schon jetzt beobachteten extremen Vermüllung der Bio- und PPK-Behälter eine satzungsgemäße Befüllung der neu aufgestellten Wertstoffbehälter nicht erwartet werden kann. Hier muss ggf. satzungsrechtlich mit solchen Problemstandorten umgegangen werden (Abzug von Wertstoffbehältern oder kostenpflichtige Sonderleerungen bei nicht satzungsgemäßer Befüllung).

4 Restabfalluntersuchungen

Im Jahre 2008 wurden von der TU Braunschweig im Auftrag der Stadt Braunschweig Restabfalluntersuchungen durchgeführt.² Für die Untersuchungen wurden fünf Gebietsstrukturen ausgewählt:

- Weststadt: Hochhausgebiet
- östliches Ringgebiet: geschlossene Mehrfamilienhausbebauung
- Heidberg: offene Ein- und Mehrfamilienhausbebauung
- Innenstadt: geschlossene Mehrfamilienhausbebauung mit Geschäften
- Kanzlerfeld: offene Ein- und Mehrfamilienhausbebauung /Neubaugebiet

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Abfallzusammensetzung des Hausmülls in Braunschweig. In der Spalte „BS gesamt normiert“ wurde die gewichtete Zusammensetzung auf die Restabfallmenge zum Stand 2011 hochgerechnet. Insofern gibt es Abweichungen zu den spezifischen Mengen je Einwohner und Jahr, die im Rahmen der Sortieranalyse ermittelt wurden.

kg/E*a	Weststadt (Hochhäuser)	Östl. Ring geschl. MFH	Kanzlerfeld offene EFH/MFH	Innenstadt geschl. MFH, Geschäfte	Heidberg offene MFH/EFH	gewichtet	prozentual	BS gesamt normiert
Anteil in %	9,60%	38,30%	34,30%	5,30%	12,40%			
	kg/E*a	kg/E*a	kg/E*a	kg/E*a	kg/E*a	kg/E*a		kg/E*a
Bioabfall	38,8	25,1	57,0	80,7	46,7	42,9	22,5%	9.403
PPK	30,0	23,7	23,5	74,2	28,5	27,5	14,4%	6.020
Glas	19,9	14,3	10,2	24,3	10,9	13,5	7,1%	2.956
Kunststoffe	24,8	33,5	16,3	36,9	28,6	26,3	13,8%	5.757
<i>davon Verp.</i>	<i>21,5</i>	<i>17,9</i>	<i>14,0</i>	<i>33,0</i>	<i>24,5</i>	18,5	9,7%	4.051
<i>davon and.</i>	<i>3,3</i>	<i>15,6</i>	<i>2,3</i>	<i>3,9</i>	<i>4,1</i>	7,8	4,1%	1.705
Metalle	7,3	9,2	2,5	5,9	8,3	6,4	3,4%	1.406
<i>davon Verp.</i>	<i>3,8</i>	<i>3,7</i>	<i>1,6</i>	<i>4,2</i>	<i>5,3</i>	3,2	1,7%	701
<i>davon and.</i>	<i>3,5</i>	<i>5,5</i>	<i>0,9</i>	<i>1,7</i>	<i>2,9</i>	3,2	1,7%	705
Verbund	7,9	11,1	7,6	12,2	5,3	8,9	4,7%	1.950
<i>davon Verp.</i>	<i>3,9</i>	<i>2,4</i>	<i>1,9</i>	<i>4,7</i>	<i>4,7</i>	2,7	1,4%	584
<i>davon and.</i>	<i>4,0</i>	<i>8,7</i>	<i>5,6</i>	<i>8,7</i>	<i>1,2</i>	6,2	3,3%	1.365
Reststoffe	89,0	60,3	36,4	36,8	40,4	51,1	26,8%	11.190
< 8 mm	27,3	7,3	19,1	12,9	10,0	13,9	7,3%	3.045
Summe	244,9	184,6	172,4	283,9	178,5	190,5	100%	41.727

Tabelle 1: Ergebnisse der Restabfalluntersuchung 2008 und Hochrechnung auf die Abfallmengen 2011

² Zitiert in: Technische Universität Braunschweig: Abfallwirtschaftskonzept für die Stadt Braunschweig 2009

Mit ca. 23 % ist die Fraktion Bioabfall im Restmüll am stärksten vertreten, gefolgt von PPK (ca. 14 %), Kunststoffen (ca. 14 %) und Glas (ca. 7 %). Der LVP-Anteil aus Verpackungen Kunststoffe, Verpackungen Metalle und Verpackungen Verbund umfasst insgesamt einen Gewichtsanteil von 13 %.

5 Abschätzung der zu erwartenden Mengenströme

5.1 Bisherige Entwicklung

Nachfolgend ist die bisherige Entwicklung der Braunschweiger Abfallmengen dargestellt. Die Mengen sind als Gesamttonnage wie auch als spezifische Abfallmengen aufgeführt.

Einwohnerzahl	245.701	245.847	245.141	245.066	245.000*	245.000*	245.000*	246.000*
Jahr	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	t/a							
Hausmüll aus Sammlung	52.401	47.700	45.371	44.200	42.724	42.341	42.370	41.727
Bioabfall zur Vergärung	17.402	17.369	16.590	17.192	16.514	16.339	15.868	16.108
Grünabfall Direktanlieferungen	5.279	5.746	6.073	6.765	6.488	6.763	5.306	5.301
Bioabfall gesamt	22.681	23.115	22.663	23.957	23.002	23.102	21.174	21.409
Altglas	6.178	6.078	5.972	5.769	5.302	5.068	5.389	5.374
Altpapier**	11.636	11.475	11.129	10.605	10.220	10.543	10.336	10.764
Leichtverpackungen	3.345	3.594	3.740	3.281	3.472	3.805	4.275	4.620
Gesamt	96.241	91.962	88.875	87.812	84.720	84.859	83.544	83.894
davon getrennt erfasst	43.840	44.262	43.504	43.612	41.996	42.518	41.174	42.167
	kg/E*a							
Hausmüll aus Sammlung	213	194	185	180	174	173	173	170
Bioabfall zur Vergärung	71	71	68	70	67	67	65	65
Grünabfall Direktanlieferungen	21	23	25	28	26	28	22	22
Bioabfall gesamt	92	94	92	98	94	94	86	87
Altglas	25	25	24	24	22	21	22	22
Altpapier**	47	47	45	43	42	43	42	44
Leichtverpackungen	14	15	15	13	14	16	17	19
Gesamt	392	374	363	358	346	346	341	341
davon getrennt erfasst	178	180	177	178	171	174	168	171

* geschätzt. Übrige Daten vom nds. Landesamt für Statistik **ohne gewerbliche Sammlung

Tabelle 2: Entwicklung der Braunschweiger Abfallmengen

Folgende Tendenzen sind zu erkennen:

- Die Hausmüllmengen haben in den Jahren 2004 bis 2006 recht stark abgenommen; seit 2008 kann eine geringere jährliche Abnahme konstatiert werden.
- Die Bioabfallmengen haben sich nur wenig verändert.
- Die Altglasmengen haben sich entsprechend dem Bundestrend leicht verringert.
- Die LVP-Mengen haben sich gegenüber 2008 um 33 % erhöht. Ursache hierfür könnte die Aufhebung der Dreikammerteilung bei den LVP-Containern sein. Außerdem wurden Leerungsintervalle und die Behälterkapazitäten erhöht, wo das

möglich war. Weiterhin ist die Öffentlichkeitsarbeit auf dem Gebiet verstärkt worden.

5.2 Methodische Überlegungen

Aufgrund der von der TU Braunschweig im Auftrag der Stadt Braunschweig durchgeführten Sortieranalysen sind die im Restabfall enthaltenen Potenziale für LVP und sNVP differenziert nach Siedlungsstrukturen bekannt. Allerdings liegen keine Daten darüber vor, in welchem Umfang die Bewohner der untersuchten Siedlungsstrukturen bereits jetzt an der getrennten LVP-Sammlung teilnehmen – es ist nur die Sammelmenge für Gesamt-Braunschweig bekannt, nicht aber die Sammelmenge in einzelnen Stadtgebieten. Insofern kann für die unterschiedlichen Siedlungsstrukturen nicht die Frage beantwortet werden, wie groß insgesamt deren Potenzial an Leichtverpackungen und stoffgleichen Nichtverpackungen ist (inkl. der bereits getrennt erfassten Mengen).

Es liegen Daten aus einigen Modellversuchen zur erweiterten Wertstoffsammlung vor. Ebenso ist aus anderen Städten und Landkreisen bekannt, welche LVP-Sammelmengen mit einem Holsystem (auch ohne Einbezug der sNVP) erreicht werden können. Für den von ATUS betreuten Hamburger Modellversuch liegen diese Angaben zudem differenziert nach verschiedenen Siedlungsstrukturen vor.

5.3 Erfahrungen aus anderen Kommunen

Projekte zur Erweiterung der LVP-Sammlung sind u.a. in den Städten Hamburg, Berlin und Leipzig durchgeführt worden. Die bisherigen Erfahrungen werden hier kurz dargestellt. Ein bereits seit fast 20 Jahren bestehendes System findet sich im Landkreis Aurich.

Wie bereits in Kap. 2 ausgeführt, kann sich der Katalog der Zielfractionen in den verschiedenen Sammelversuchen unterscheiden. Für Braunschweig wird davon ausgegangen, dass neben den LVP nur noch sNVP als weitere Zielfraction ausgewählt werden. Die nachfolgend beschriebenen Modellversuche weisen dagegen erweiterte Zielfractionen aus.

5.3.1 Hamburg

Die „Hamburger Wertstofftonne“ wurde im April 2006 im Stadtteil **Hamburg-Langenhorn** versuchsweise eingeführt. Die Langenhorner Bürger wurden gebeten, neben den Leichtverpackungen auch stoffgleiche Nichtverpackungen, Altholz und ausgediente Elektrokleingeräte in die Wertstofftonne zu geben. Die Sammlung erfolgt über LVP-Säcke und LVP-Tonnen. Obwohl nur eine sehr verhaltene Öffentlichkeitsarbeit vorgenommen wurde, konnte eine Zunahme der erfassten Wertstoffe festgestellt werden. Es wurde im Gebiet eine Mengenverlagerung von ca. 3-6 kg/E*a aus dem Restabfall in die Wertstofftonne messbar erreicht.

Um zu verifizieren, ob die Langenhorner Ergebnisse auch auf andere Stadtteile übertragbar sind, wurde der Modellversuch ab Oktober 2007 auf den Stadtteil **Wilstorf** sowie die Siedlung **Kirchdorf-Süd** (als Beispiel für ein Gebiet mit eher ungünstiger Siedlungs- und Sozialstruktur) ausgeweitet. Es zeigte sich, dass auch in solchen Gebieten wie Kirchdorf-Süd die Hamburger Wertstofftonne angenommen wird. Auf der Basis der strukturspezifischen Hochrechnungen wurde für die stadtweite Umsetzung bei verstärkter Öffentlichkeitsarbeit eine Mengenverlagerung von 5-7 kg/E*a prognostiziert, was der Größenordnung aus ähnlich gelagerten Versuchen (Berlin, Leipzig) entspricht. Negative Rändererscheinungen (Sperrmüllverlagerung etc.) wurden in den ausgewählten Versuchsgebieten kaum registriert.³

Die insgesamt getrennt erfasste LVP-Menge (ohne Elektrogeräte) war nach Einführung der Hamburger Wertstofftonne in den beprobten Siedlungsstrukturen sehr unterschiedlich:

- Großwohnanlagen: 11-14 kg/E*a
- Mehrfamilienhausbebauung: 17-25 kg/E*a
- Einfamilienhausbebauung: 42-46 kg/E*a

5.3.2 Berlin

Im Rahmen eines im Jahr 2004 durchgeführten Pilotprojektes wurde von dem Entsorgungsunternehmen ALBA ein erweitertes Sammelsystem - Gelbe Tonne^{plus} - für Geschosswohnungsbauten in Berlin zunächst mit ca. 5.200 Wohneinheiten getestet und seit Januar 2005 sukzessive in Berlin eingeführt. Wie beim Modellversuch der Hamburger Wertstofftonne wurden keine logistischen Veränderungen vorgenommen, sondern lediglich der Katalog der LVP-Sammlung um stoffgleiche Wertstoffe, Holz sowie Elektrokleingeräte erweitert. Die zusätzlich erfassten stoffgleichen Wertstoffe können über die gleichen Anlagentrennstufen wie die erfassten Verpackungen sortiert werden und die gleichen Verwertungswege durchlaufen. Es wurden folgende Ergebnisse erzielt⁴:

Die Sammelmenge stieg durch die Miterfassung trockener Wertstoffe (z. B. Kunststoffteile, Verbundstoffe, Metallgegenstände) und Elektroaltgeräte von 15,6 kg/E*a vor dem Versuch auf 22,8 kg/E*a nach Einführung des neuen Sammelsystems an, was einer Steigerung um 7,2 kg/E*a entspricht. Holz wurde nur in sehr geringen Mengen erfasst.

Das System führte nicht zu einer Vermüllung der Sammelgefäße für Leichtverpackungen durch bewusste oder irrtümliche Fehlwürfe.

Basierend auf diesen positiven Untersuchungsergebnissen hat das Unternehmen ALBA der Senatsverwaltung im Dezember 2004 den Beginn einer gewerblichen Sammlung nach § 13 Abs. 3 KrW-/AbfG angezeigt und anschließend das neue Sammelsystem auf freiwillig

³ ATUS GmbH/INFA GmbH: Wissenschaftliche Begleitung des Versuches „Hamburger Wertstofftonne“, 2009, unveröffentlicht

⁴ Drucksache 16/0323, 07.03.2007 Abfallwirtschaftskonzept für das Land Berlin, Drucksache 15/5528 – Schlussbericht –

liger Basis bei Wohnungsgesellschaften mit Geschosswohnungsbauten in Berlin eingeführt. Bis Ende 2006 konnten ca. 300.000 Wohneinheiten angeschlossen werden⁵.

5.3.3 Leipzig

Im September 2004 startete in Leipzig ein Pilotprojekt mit dem gleichen Namen wie in Berlin: Gelbe Tonne^{plus}. Dieses Pilotprojekt wurde im gesamten Stadtgebiet umgesetzt und entspricht hinsichtlich der zusätzlichen Sammelfraktionen dem Berliner Projekt, allerdings wird Holz nicht erfasst. Die Träger der Systemumstellung sind hier die Stadt Leipzig, die Duales System Deutschland GmbH und die ALBA Leipzig GmbH. Auch hier gab es keine Veränderungen in der Logistik, sondern nur in den zugelassenen Zielfraktionen.

Der Versuch erbrachte folgende Ergebnisse:

- Die Wertstoffmenge stieg von 25,8 kg/E*a auf 33,5 kg/E*a und damit um 7,7 kg/E*a an.
- Der Zuwachs betraf v.a. die stoffgleichen Nichtverpackungen (5,7 kg/E*a), aber auch die Verpackungen (ca. 1 kg/E*a). An Elektrokleingeräten wurden 0,8 kg/E*a erfasst. Desweiteren stieg die Menge an PPK um 1,5 kg/E*a sowie an sonstigem Rest um 0,5 kg/E*a.
- Weiterhin wurden nach der LVP-Sortierung vergleichbare Produktqualitäten ermittelt und auch die geforderten Ausbringungsraten wurden erfüllt.

Bei der Bewertung des Versuches ist zu berücksichtigen, dass, verglichen mit Hamburg, eine sehr aufwendige Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt wurde. Es wurden Faltblätter an alle Haushaltungen in Leipzig verteilt. Die Sammelfahrzeuge inkl. der Fahrzeuge für Restabfall wurden mit großflächiger Werbung für die Gelbe Tonne^{plus} ausgestattet. Dazu kamen Kampagnen für die regionale Presse inkl. einem öffentlichkeitswirksamen Tag der offenen Tür bei der Sortieranlage. Dort wurde eine überdimensionale gelbe Mülltonne aufgestellt, die von Freeclimbern bestiegen wurde; siehe auch die nachfolgenden Fotos.

⁵ Langen et al.: Erfahrungen mit dem System Gelbe Tonne^{plus} in der Stadt Leipzig und dem Land Berlin. Müll und Abfall 5/08



Abbildung 1: Öffentlichkeitsarbeit beim Leipziger Versuch (Quelle: www.gelbe-tonne-plus.de)

Die wichtigsten Ergebnisse der drei beschriebenen Versuche sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

	Leipzig		Berlin		Hamburg	
	kg/E*a	%	kg/E*a	%	kg/E*a	%
Vor Systemumstellung						
LVP-Verpackungen	14,4	56%	6,1	39%	7,8	52%
sNVP	3,5	14%	1,9	12%	1,7	11%
Elektrogeräte o.ä. Wertstoffe	0,0	0%	0,9	6%	0,3	2%
Sonstige	7,9	31%	6,7	43%	5,0	34%
Summe	25,8		15,6		14,8	
Nach Systemumstellung						
LVP-Verpackungen	15,3	46%	8,4	37%	9,5	48%
sNVP	5,7	17%	4,0	18%	2,4	12%
Elektrogeräte o.ä. Wertstoffe	2,1	6%	2,8	12%	1,2	6%
Sonstige	10,4	31%	7,6	33%	6,8	34%
Summe	33,5		22,8		19,9	
Zuwachs durch Systemumstellung						
LVP-Verpackungen	0,9		2,3		1,8	
sNVP	2,2		2,1		0,7	
Elektrogeräte o.ä. Wertstoffe	2,1		1,9		0,9	
Sonstige	2,5		0,9		1,7	
Summe	7,7		7,2		5,0	

Tabelle 3: Ergebnisse der erweiterten Wertstoffsammlung

In den drei Versuchsgebieten konnte einheitlich ein Anstieg der erfassten LVP-Mengen festgestellt werden. Die Zunahme an sNVP lag zwischen 0,7 und 2,2 kg/E*a. Die Zunahme an Elektrogeräten lag einheitlich bei ca. 1 kg/E*a (die Werte für Leipzig und Berlin enthalten zudem noch sonstige trockene Wertstoffe wie Gummi etc.). Die erfassten Altholz-mengen waren nicht nennenswert. Neben den Zielfraktionen haben auch andere Abfallarten eine Zunahme erfahren, wie die Tabelle zeigt.

5.3.4 Landkreis Aurich

Schon bei Einführung des dualen Systems hat damals der Landkreis mit dem örtlichen Entsorger, welcher auch die Wertstoffeffassung durchführte, eine Vereinbarung abgeschlossen, wonach der Entsorger mit den Leichtverpackungen (LVP) stoffgleiche Nichtverpackungen miterfasst und verwertet und hierfür vom Landkreis bezahlt wird. Diese Vereinbarung hat sich, wenn auch durch verschiedene Vertragsanpassungen mehrfach modifiziert, letztlich bis zum Jahre 2009 gehalten.

Zur Anpassung an die durch die 5. Novellierung der Verpackungsverordnung geltende Rechtslage wurde mit den Systembetreibern eine Mitbenutzungsvereinbarung geschaffen, die dem Landkreis Aurich ermöglicht, auch weiterhin die LVP-Erfassung gegen ein angemessenes Entgelt zur Erfassung von stoffgleichen Nichtverpackungen zu nutzen.⁶ Der Nichtverpackungsanteil ist mit 15 % von 45 kg/E*a, also 6,75 kg/E*a bestimmt worden.

5.4 Potenziale

Die nachfolgende Tabelle zeigt die in Kap. 4 bereits dargestellten Ergebnisse der in Braunschweig durchgeführten Restabfalluntersuchungen. Die im Restabfall enthaltenen Potentiale an LVP und sNVP werden den bereits getrennt gesammelten LVP-Mengen gegenüber gestellt. Dabei ist zu beachten, dass mit der LVP-Sammlung i.d.R. auch Restabfälle sowie sNVP gesammelt werden, ohne dass diese offiziell als Zielfractionen gelten. Bei Holsystemen kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass rund 40 – 65 % der Sammelmenge aus Leichtverpackungen (LVP) besteht, der Rest aus stoffgleichen Nichtverpackungen (sNVP) und Restabfällen (siehe auch Tabelle 3). In Braunschweig liegt nach Auskunft des beauftragten Entsorgers ALBA der Anteil der Restabfälle in den LVP bei etwa einem Drittel.

⁶ Tiebel, C, Dörnath, H.H: VKS-NEWS 07/2010 Mitbenutzung des gelben Systems - Erste Anwendung der neuen VerpackV - Möglichkeiten im Landkreis Aurich

kg/E*a	Weststadt (Hochhäuser)	Östl. Ring geschl. MFH	Kanzlerfeld offene EFH/MFH	Innenstadt geschl. MFH, Geschäfte	Heidberg offene MFH/EFH	gewichtet	prozentual	BS gesamt normiert
Anteil in %	9,60%	38,30%	34,30%	5,30%	12,40%			
	kg/E*a	kg/E*a	kg/E*a	kg/E*a	kg/E*a	kg/E*a		t/a
Kunststoffverp.	21,5	17,9	14,0	33,0	24,5	18,5	9,7%	4.051
Kunststoff NVP	3,3	15,6	2,3	3,9	4,1	7,8	4,1%	1.705
Metallver.	3,8	3,7	1,6	4,2	5,3	3,2	1,7%	701
Metall NVP	3,5	5,5	0,9	1,7	2,9	3,2	1,7%	705
Verbundverp.	3,9	2,4	1,9	4,1	4,1	2,7	1,4%	584
Verbund NVP	4,0	8,7	5,6	8,1	1,2	6,2	3,3%	1.365
Summe Verp.	29,1	24,0	17,5	41,3	33,9	24,4	12,8%	5.337
Summe NVP	10,8	29,8	8,8	13,7	8,2	17,2	9,0%	3.775
Summe	39,9	53,8	26,3	55,0	42,1	41,6	21,8%	9.112
bereits getrennt erfasste LVP-Menge								4.620
theoretisches Gesamtpotenzial								13.732

Tabelle 4: Gesamtpotenzial LVP/sNVP (Ergebnisse 2008 normiert auf Menge 2011)

Danach beträgt das Gesamtaufkommen an LVP und sNVP in Restabfall und in der getrennten Sammlung gerundet 13.700 t/a oder 56 kg/E*a. Mit rund 4.600 t/a oder 19 kg/E*a wird etwa 34 % dieses Potenzials bereits jetzt getrennt erfasst. Dabei ist zu beachten, dass es erfahrungsgemäß in der Abfallwirtschaft nie gelingt, das theoretische Wertstoffpotenzial vollständig nutzbar zu machen, da sich nicht alle Bürger gleichermaßen an der getrennten Wertstoffsammlung beteiligen.

5.5 Mengenströme

Zu beachten ist, dass bei den in Kap. 5.3.1 bis 5.3.3 betrachteten Versuchen zur erweiterten Wertstoffsammlung sich am eigentlichen Sammelsystem nichts geändert hat, sondern lediglich der Katalog der Zielfractionen erweitert wurde.⁷

In Braunschweig dagegen ist mit der Erweiterung der Zielfractionen gleichzeitig ein Wechsel von der LVP-Sammlung über Depotcontainer zum deutlich komfortableren Holsystem vorgesehen. Somit sind die Auswirkungen von zwei Effekten abzuschätzen, der Komforterrhöhung und den erweiterten Zielfractionen.

Der bereits erwähnte Landkreis Aurich erzielt eine Sammelmenge 48 kg/E*a (inkl. der sNVP, die dort seit Beginn des Dualen Systems zum Zielkatalog gehören). Die Auricher Sammelmengen dürften eine Obergrenze markieren. Grund hierfür sind die Besonderheiten des Landkreises Aurich gegenüber der Situation in Braunschweig

- historisch gewachsenes System
- ländlich geprägter Raum mit geringen Anteilen an anonymen Siedlungsstrukturen

⁷ Dabei ist zu berücksichtigen, dass schon immer auch bei der herkömmlichen Sammlung die Nutzer sNVP und auch Restabfall in die LVP-Behälter geben.

- ein Identsystem für Restabfall erhöht zudem die Motivation zur Teilnahme an der getrennten Sammlung

Diese Bedingungen sind in Braunschweig so nicht gegeben. Nachfolgend werden noch einige Städte aufgeführt, deren LVP-Sammelmengen zu den höchsten in Niedersachsen gehören. Zum Vergleich sind die aktuellen Mengen der Stadt Braunschweig sowie des Landkreises Aurich aufgeführt.

Stadt	kg/E*a	Art der LVP-Sammlung, sonstige Anmerkungen
Cuxhaven	40	Säcke, 14-täglich, Identsystem für Restabfall
Emden	39	Behälter, Säcke, 14-täglich, Identsystem mit Behälterverwiegung für Restabfall
Salzgitter	35	Säcke, 14-täglich
Oldenburg	34	Behälter, Säcke, 14-täglich
Osnabrück	33	Säcke, 14-täglich
Land Niedersachsen	31	Unterschiedliche Sammelsysteme
Braunschweig	19	Depotcontainer, variable Entleerungsrhythmen
Landkreis Aurich	48	Säcke, 14-täglich, mit sNVP

Tabelle 5: LVP-Sammelmengen in einigen niedersächsischen Kommunen

Zusammengefasst können folgende Feststellungen getroffen werden:

Das theoretische Gesamtpotenzial beträgt in Braunschweig rund 56 kg/E*a. In der Praxis ist eine vollständige Abfalltrennung jedoch nicht erreichbar.

Bereits ohne offizielle Erfassung der stoffgleichen Nichtverpackungen (sNVP) erreichen einige niedersächsische Städte eine LVP-Menge von etwa 33 bis zu 40 kg/E*a, wobei die Städte Cuxhaven und Emden aufgrund ihres Gebührensystems (Identsystem bzw. Identsystem mit Behälterverwiegung⁸) etwas andere Verhältnisse als Braunschweig aufweisen. Daher ist wohl eher der Bereich bis 35 kg/E*a (z.B. Stadt Salzgitter) als oberer Maßstab für Braunschweig heranzuziehen. Die Erfahrungen aus anderen Modellversuchen haben gezeigt, dass durch die Erweiterung der Zielfraktionen etwa 5 kg/E*a zur getrennten LVP-Erfassung verlagert werden (siehe auch Tabelle 3). **Demnach ergäbe sich eine mögliche Maximalmenge von etwa 40 kg/E*a.**

Eine andere Betrachtungsweise kalkuliert die unterschiedliche Teilnahme an der getrennten LVP-Sammlung in den verschiedenen Siedlungsstrukturen. Die Einschätzung der dort jeweils erzielbaren Sammelmengen beruht auf den Ergebnissen, die bei dem beschriebenen Modellversuch Hamburger Wertstofftonne erzielt wurden:

- Großwohnanlagen 11-14 kg/E*a

⁸ hierbei werden für jeden Gebührenschuldner die Anzahl der Behälterleerungen und im Fall Emden auch das Hausmüllgewicht erfasst und für die Gebührenberechnung mit herangezogen

- Mehrfamilienhausbebauung 17-25 kg/E*a
- Einfamilienhausbebauung 42-46 kg/E*a

Die nachfolgende Aufstellung nimmt eine nach Siedlungsstrukturen differenzierte Abschätzung der Erfassungsmengen nach Umstellung des Sammelsystems vor.

Die Abschätzungen setzen einerseits auf die Ergebnisse auf, die beim Hamburger Modellversuch gewonnen wurden, andererseits wird für jede der in Braunschweig relevanten Siedlungsstrukturen die künftige Teilnahmequote an der erweiterten Wertstoffsammlung abgeschätzt (Hinweise zu den Abkürzungen: MFH: Mehrfamilienhaus, EFH: Einfamilienhaus). Hierbei fließen neben den erwähnten Erfahrungen aus Hamburg auch die Erfahrungen des Gutachters aus anderen Gebieten mit der getrennten Erfassung von Wertstoffen ein. Es versteht sich, dass diese Angaben Abschätzungen sind; wie nun tatsächlich die Braunschweiger Bevölkerung die Wertstofftonne aufnehmen wird, hängt von verschiedenen Randbedingungen ab, deren Auswirkungen im Einzelnen derzeit noch nicht quantifiziert werden können.

- Geschlossene MFH- mit Geschäften - Innenstadtbereiche: tendenziell geringe Neigung zur Aufstellung von Wertstoffbehältern, eher geringe Teilnahmequote
- Hochhausgebiet: aufgrund einer eher ungünstigen Sozialstruktur eine sehr geringe Teilnahmequote
- Geschlossenen MFH-Bebauung: eine gemischte Sozialstruktur lässt eine mittlere Teilnahmequote erwarten
- Offene MFH-Bebauung / EFH-Bebauung: Durch den Anteil an EFH-Bebauung wird eine hohe Teilnahmequote erwartet.
- EFH-Bebauung / offene MFH-Bebauung: Aufgrund der vorherrschenden EFH-Bebauung ist eine günstige Sozialstruktur zu erwarten, daher wird eine sehr hohe Teilnahmequote angesetzt.

Siedlungsstruktur	Einwohner	Potenzial (kg/E*a)	Potenzial (t/a)	erwartete Teilnahme- quote
Geschlossene MFH- mit Geschäften- Innenstadtbereiche	13.000	15	195	eher gering
Hochhausgebiet	24.000	10	240	sehr gering
Geschlossene MFH-Bebauung	94.000	25	2.350	mittel
Offene MFH-Bebauung / EFH- Bebauung	31.000	35	1.085	hoch
EFH-Bebauung / Offene MFH- Bebauung	84.000	40	3.360	sehr hoch
<i>Gesamt Einwohner</i>	<i>246.000</i>	<i>29</i>	<i>7.230</i>	

Tabelle 6: zukünftige LVP/sNVP-Erfassungsmengen nach Siedlungsstrukturen

Da in Braunschweig der Anteil der Bevölkerung an den einzelnen Siedlungsstrukturen bekannt ist, kann aus den Prognosen zu den spezifischen Erfassungsmengen je Siedlungsstruktur ein gewichtetes Mittel errechnet werden. Dieses beträgt für das gesamte Stadtgebiet 29 kg/E*a. Mit den beiden Abschätzungsmethoden kommen wir somit zu einer Spannweite von **29 bis 40 kg/E*a** bzw. **7.200 bis 9.800 t/a**.

Wir gehen davon aus, dass der Anteil LVP zu sNVP ein Verhältnis von 85% zu 15% ausmacht. Die enthaltenen Fehlwürfe werden im gleichen Verhältnis verteilt.

Damit ergibt sich folgende Mengenverteilung:

LVP: 6.120 bis 8.330 t/a

sNVP: 1.080 bis 1.470 t/a

5.6 Auswirkungen auf die Restabfallmenge und das Restabfallvolumen

Bei einer prognostizierten Erfassungsmenge von 7.200 bis 9.800 t/a t/a ergibt sich zur derzeitigen LVP-Erfassungsmenge von rund 4.600 t/a eine Mengenverlagerung aus dem Restabfall in die LVP/sNVP-Sammlung zwischen 2.600 bis 5.200 t/a. Wir gehen davon aus, dass die Mehrmenge ausschließlich vom Restabfall herrührt, wengleich zu Beginn der Sammlung „Entrümpelungseffekte“ nicht auszuschließen sind. Weiterhin ist anzumerken, dass die haushaltsnahen Anfallstellen in der Stadt Braunschweig bisher nur in einem geringen Umfang im Holsystem entsorgt wurden.

Diese Verlagerung führt zu einer entsprechenden Verringerung des benötigten Restabfallbehältervolumens. Nun stellt sich die Frage, welches Behältervolumen mit Einführung der Wertstofftonne von der Restabfalltonne zur Wertstofftonne verlagert wird.

Die Dichte von LVP inkl. sNVP **im Wertstoffbehälter** haben wir u.a. beim Modellversuch Hamburger Wertstofftonne erhoben. Sie lag in einem Bereich von **28 bis 48 kg/m³**, **typischerweise bei 35 kg/m³**. Dieser Wert kann jedoch nicht für die Ermittlung des Volumenverlustes bei den Restabfallbehältern verwendet werden, weil dort aufgrund der stärkeren Verpressung und einer besseren Ausnutzung des Lückenvolumens LVP und sNVP mit einer höheren Dichte gelagert werden als in der Wertstofftonne. Zur Dichte von LVP in der Restabfalltonne gibt es bisher keine Untersuchungen; wir gehen davon aus, dass diese Fraktionen in der Restabfalltonne doppelt so dicht gelagert werden wie in der Wertstofftonne. Somit ergibt sich eine Dichte von **70 kg/m³** oder anders ausgedrückt: Eine Gewichtstonne LVP und sNVP hat im Restabfall ein Volumen von rund **14 m³**.

Dieser Ansatz dürfte auch nicht zu niedrig angesetzt sein, weil die Restabfallbehälter relativ hohe Füllgrade aufweisen, wie die Behältersichtungen ergeben haben. Wie bereits in Kap. 3 dargestellt, war im Bereich der 2-Rad-Behälter etwa ein Viertel bis ein Drittel dieser Behälter nur teilgefüllt, der Rest der Behälter war entweder zu 100 % gefüllt oder gar überfüllt. Im Bereich der 4-Rad-Behälter betrug der Anteil der teilgefüllten Behälter 50 bis 70 %. Diese Daten sind auch wichtig, um abschätzen zu können, in welchem Umfang die Nutzer bei Einführung der Wertstofftonne ggf. Behältervolumen abmelden werden.

Aufgrund dieser Überlegungen ergibt sich ein theoretisches „Wanderungsvolumen“ von 37 bis 74 Mio. l/a, wie aus der folgenden Tabelle zu ersehen ist. Diese Werte entsprechen bezogen auf das Restabfallbehältervolumen des Jahres 2011 Anteilen von 10 bis 19 %.

angesetzte Schüttdichte (t/m ³):		0,07		
Volumen Restabfallbehälter 2011 (l/a)		381.744.220		
prognostizierte Mengenverlagerung	Masse (t/a)	Volumen (m ³ /a)	Volumen (l/a)	Anteil am Gesamtvolumen
minimal	2.600	37.143	37.142.857	10%
maximal	5.200	74.286	74.285.714	19%

Tabelle 7: Ermittlung des theoretischen Wanderungsvolumens

Die ermittelten „Wanderungsvolumina“ dürfen jedoch nicht mit dem zu erwarteten „Abmeldevolumen“ gleichgesetzt werden. Aufgrund der recht hohen Füllgrade der Restabfallbehälter wird es für eine Reihe von Nutzern keinen Anreiz geben, Behältervolumen zu verringern, weil ihre Restabfallbehälter trotz einer aufgestellten Wertstofftonne soweit gefüllt sind, dass es keinen Anreiz zum Umstieg auf eine kleinere Behältergröße gibt.

Um nun das tatsächliche Nutzerverhalten abschätzen zu können, betrachten wir nachfolgend die bisherige Entwicklung des Restabfallbehältervolumens sowie der entsprechenden Restabfall- und LVP-Mengen.

	2008	2009	2010	2011
Restabfall(t/a)	42.724	42.341	42.370	41.727
Leichtverpackungen (t/a)	3.472	3.805	4.275	4.620
Behältervolumen (l/a)	391.915.680	388.016.460	386.646.260	381.744.220
Zu- und Abnahme bezogen auf das Vorjahr				
Zunahme Leichtverpackungen (t/a)		333	470	345
Abnahme Behältervolumen (l/a)		3.899.220	1.370.200	4.902.040
daraus resultierende Dichte der reduzierten Menge (t/m ³)		0,085	0,343	0,070
Volumenreduktion je t Reduktion LVP (m ³ /t)		12	3	14
Volumenreduktion je t Reduktion LVP gewichtet über 2008 bis 2011 (m ³ /t)				9

Tabelle 8: Veränderungen Abfallmengen und Behältervolumen seit 2008

Wenn man davon ausgeht, dass die Volumenverringerung bei den Restabfallbehältern vorrangig durch die Zunahme der LVP-Sammlung bewirkt wurde, könnte aus den obigen Daten die Schlussfolgerung gezogen werden, dass **je reduzierte Gewichtstonne LVP zwischen 3 und 14 m³ Restabfallbehältervolumen abgemeldet wird**. Gewichtet über die Jahre 2008 bis 2011 lag dieser Wert im Mittel bei rund **9 m³/t**. Da jedoch zu vermuten ist, dass auch andere Effekte sich auf das Restabfallbehältervolumen ausgewirkt haben, **wird dieser Wert auf 6 m³/t verringert**.

Daraus ergäbe sich bei der oben angesetzten Verlagerung von 2.600 bis 5.200 t/a eine Volumenabmeldung von rund **16 Mio. bis 31 Mio. Liter/a**. Bezogen auf das Behältervolumen von 2011 in Höhe von 382 Mio. Liter/a wäre dies eine Abnahme von 4 bzw. 8 %. Daraus würde nach Einführung der Wertstofftonne ein Restabfallbehältervolumen von **350 bis 366 Mio. Liter/a** resultieren.

Variante	Ansatz Volumen m ³ /t	Abnahme l/a	Anteil am Volumen 2011	Volumen Restabfall künftig l/a	Volumen Restabfall künftig l/E*Woche
Volumenverlagerung bei 2.600 t/a	6	15.600.000	4%	366.144.220	29
Volumenverlagerung bei 5.200 t/a	6	31.200.000	8%	350.544.220	27

Tabelle 9: Abschätzung künftiges Restabfallbehältervolumen

6 Abschätzung der künftigen Restabfall-Behälterzahlen

6.1 Bisheriger Verlauf

Eine pauschale Abschätzung der Veränderung des Jahres-Behältervolumens für die Restabfallbehälter aufgrund der Einführung der erweiterten Wertstoffsammlung wurde im vorigen Kapitel vorgenommen. Für die Bewertung der künftigen Gebühreneinnahmen ist

abzuschätzen, welche Veränderungen bei den einzelnen Behältergrößen stattfinden werden, um somit der Bestand an Restabfallbehältern zu prognostizieren, die nach Einführung der Wertstofftonne vorhanden sein werden.

Um nun das tatsächliche Nutzerverhalten abschätzen zu können, betrachten wir nachfolgend die bisherige Entwicklung des Restabfallbehältervolumens. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Veränderung der Behältervolumina (dargestellt in Liter/a). Daran schließt sich eine tabellarische Darstellung an.

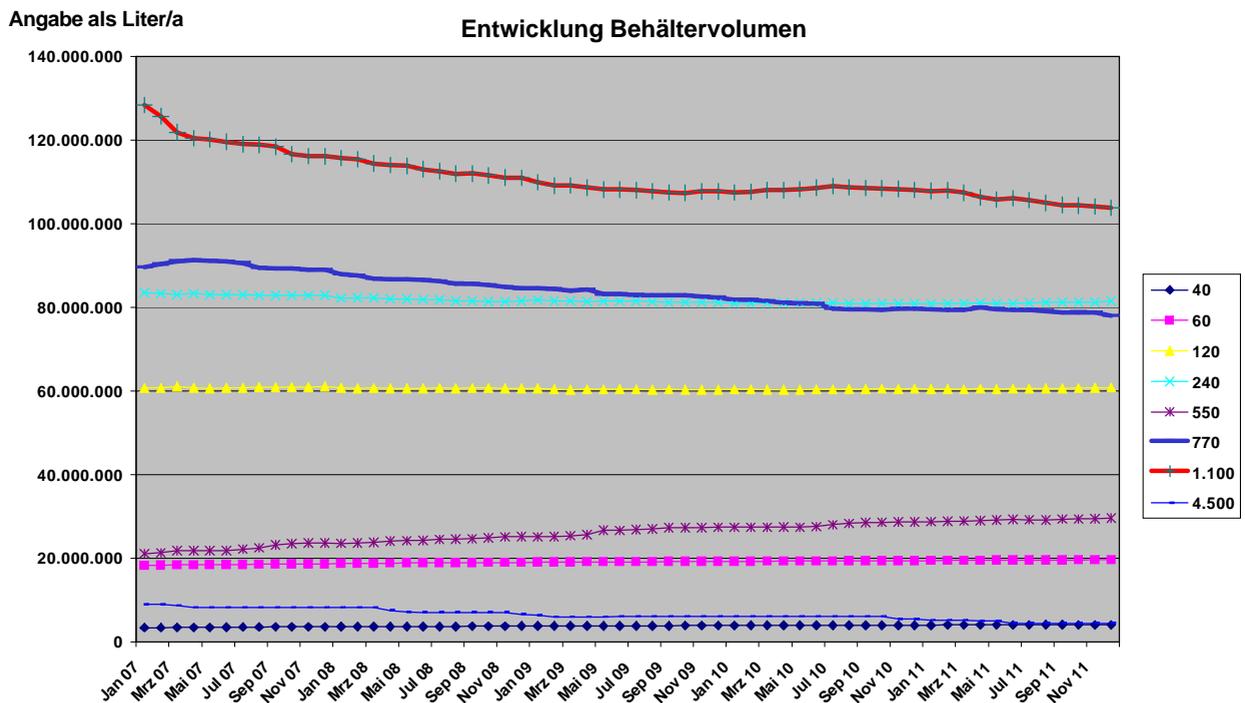


Abbildung 2: Entwicklung Behältervolumen

Jahr	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Behältervolumen in Liter/Jahr							
100 l Säcke	732.500						
40 l Behälter	2.902.987	3.323.840	3.555.760	3.731.000	3.857.880	3.966.040	4.019.600
60 l Behälter	17.437.680	18.133.440	18.590.520	18.980.520	19.208.280	19.362.720	19.582.680
120 l Behälter	61.016.760	61.014.720	60.996.000	60.546.720	60.300.240	60.524.880	60.827.520
240 l Behälter	86.708.560	84.470.880	82.860.960	81.519.360	81.157.440	80.951.520	81.563.040
550 l Behälter	19.222.592	21.335.600	23.637.900	25.125.100	27.398.800	28.671.500	29.558.100
770 l Behälter	96.030.422	90.170.080	88.988.900	84.464.380	82.302.220	79.679.600	77.957.880
1100 l Behälter	149.336.000	128.900.200	116.173.200	110.996.600	107.707.600	108.108.000	103.789.400
4500 l Behälter	10.753.500	9.126.000	8.190.000	6.552.000	6.084.000	5.382.000	4.446.000
7000 l Behälter	1.001.000	0	0	0	0	0	0
> 7000 l Behälter	0	0	0	0	0	0	0
Summe	445.142.000	422.868.038	402.993.240	391.915.680	388.016.460	386.646.260	381.744.220
Anzahl Behälter							
40 l Behälter	2.933	3.339	3.565	3.736	3.854	3.957	4.005
60 l Behälter	10.550	10.984	11.254	11.496	11.638	11.730	11.870
120 l Behälter	17.350	16.799	17.529	17.416	17.418	17.506	17.618
240 l Behälter	12.114	11.814	11.604	11.443	11.409	11.381	11.500
550 l Behälter	662	718	796	847	917	959	986
770 l Behälter	2.113	1.962	1.964	1.866	1.817	1.761	1.722
1100 l Behälter	2.050	1.784	1.597	1.540	1.503	1.512	1.461
4500 l Behälter	37	32	30	25	23	21	19
7000 l Behälter	1	0	0	0	0	0	0
> 7000 l Behälter	0	0	0	0	0	0	0
Summe	47.809	48.118	48.339	48.369	48.579	48.827	49.181
Schüttvorgänge							
40 l Behälter	72.575	83.096	88.894	93.275	96.447	99.151	100.490
60 l Behälter	290.628	302.224	309.842	316.342	320.138	322.712	326.378
120 l Behälter	508.473	508.456	508.300	504.556	502.502	504.374	506.896
240 l Behälter	361.286	351.962	345.254	339.664	338.156	337.298	339.846
550 l Behälter	34.950	38.792	42.978	45.682	49.816	52.130	53.742
770 l Behälter	124.715	117.104	115.570	109.694	106.886	103.480	101.244
1100 l Behälter	135.760	117.182	105.612	100.906	97.916	98.280	94.354
4500 l Behälter	2.390	2.028	1.820	1.456	1.352	1.196	988
7000 l Behälter	143	0	0	0	0	0	0
> 7000 l Behälter	0	0	0	0	0	0	0
Summe	1.530.919	1.520.844	1.518.270	1.511.575	1.513.213	1.518.621	1.523.938

Tabelle 10: Behältervolumina, Stückzahlen und Schüttvorgänge

Eine weitere Darstellung, die die Behältergrößen ergänzend nach den jeweiligen Leerungsrhythmen differenziert, findet sich in der nachfolgenden Tabelle. Sie vergleicht die Behälterstände von Anfang 2007 bis Ende 2011. Die Behältergrößen, deren Jahresbehältervolumen sich um mehr als 1 Mio. Liter verändert hat, sind farblich hervorgehoben.

Behälterart		Stand 01.01.07		Stand 31.12.11		Veränderung 2007 bis 2011		
Behälterart (l)	Leerungen / Jahr	Anzahl	Liter/Jahr	Anzahl	Liter/Jahr	Veränder. Stückzahl	Veränder. Liter/Jahr	Veränder. prozentual bez. auf Liter
40	13	292	151.840	280	145.600	-12	-6.240	96%
40	26	3.084	3.207.360	3.725	3.874.000	641	666.640	121%
60	26	10.819	16.877.640	11.639	18.156.840	820	1.279.200	108%
60	52	3	9.360	5	15.600	2	6.240	167%
60	104	212	1.322.880	226	1.410.240	14	87.360	107%
120	26	16.713	52.144.560	16.984	52.990.080	271	845.520	102%
120	52	14	87.360	12	74.880	-2	-12.480	86%
120	104	676	8.436.480	622	7.762.560	-54	-673.920	92%
240	26	11.078	69.126.720	10.961	68.396.640	-117	-730.080	99%
240	52	22	274.560	23	287.040	1	12.480	105%
240	104	563	14.052.480	516	12.879.360	-47	-1.173.120	92%
550	26	11	157.300	27	386.100	16	228.800	245%
550	52	670	19.162.000	898	25.682.800	228	6.520.800	134%
550	104	31	1.773.200	61	3.489.200	30	1.716.000	197%
770	26	18	360.360	28	560.560	10	200.200	156%
770	52	1.640	65.665.600	1.455	58.258.200	-185	-7.407.400	89%
770	104	294	23.543.520	239	19.139.120	-55	-4.404.400	81%
1.100	26	8	228.800	11	314.600	3	85.800	138%
1.100	52	1.293	73.959.600	1.091	62.405.200	-202	-11.554.400	84%
1.100	104	474	54.225.600	359	41.069.600	-115	-13.156.000	76%
4.500	52	26	6.084.000	19	4.446.000	-7	-1.638.000	73%
4.500	104	6	2.808.000	0	0	-6	-2.808.000	0%
		47.947	413.659.220	49.181	381.744.220	1.234	-31.915.000	

Tabelle 11: Vergleich Behälterstand Anfang 2007 bis Ende 2011

Demnach haben sich folgende Änderungen im Behälterbestand signifikant auf das Jahres-Behältervolumen ausgewirkt:

Zunahmen der Jahresvolumina:

Besonders bei 550 l wöchentlich, gefolgt von 550 l zweiwöchentlich. Dann folgen 60 l, 120 l und 40 l, jeweils 14-täglich.

Abnahme der Jahresvolumina:

Besonders bei 1.100 l zweimal wöchentlich, gefolgt von 1.100 l wöchentlich. Dann folgen 770 l wöchentlich und zweiwöchentlich.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass bei den 2-Rad-Behältern die Änderungen relativ gering ausgefallen sind, nur etwa 10 % des gesamten „Änderungsvolumens“ entfallen auf die 2-Rad-Behälter.

Dieses Ergebnis korrespondiert auch mit den Beobachtungen bei der Behältersichtung, wonach bei den 2-Rad-Behältern das Behältervolumen im Durchschnitt gut ausgenutzt wird und nur etwa ein Viertel bis ein Drittel dieser Behälter nur teilbefüllt ist, während der Rest der Behälter entweder zu 100 % gefüllt oder gar überfüllt war. Bei einem mittleren Füllgrad dieser Behälter lag bei etwa 93 %. Bei den 4-Rad-Behältern von 550 bis 1.100 l

waren teilbefüllte Behälter häufiger festzustellen, der mittlere Füllgrad lag im Mittel bei etwa 78 %.

6.2 künftige Behälterzahlen

Es wurde bei der Abschätzung der künftigen Behälterzahlen angesetzt, dass **je reduzierte Gewichtstonne LVP 6 m³ Restabfallbehältervolumen abgemeldet wird.**

Daraus ergäbe sich bei der oben angesetzten Verlagerung von 2.600 bis 5.200 t/a eine Volumenabmeldung von rund **16 Mio. bis 31 Mio. Liter/a**. Bezogen auf das Behältervolumen von 2011 in Höhe von 382 Mio. Liter/a wäre dies eine Abnahme von 4 bzw. 8 %. Daraus würde nach Einführung der Wertstofftonne ein Restabfallbehältervolumen von **350 bis 366 Mio. Liter/a** resultieren.

Nachfolgend werden für beide Mengenvarianten die künftigen Behälterzahlen ermittelt. Die künftigen Behälterzahlen werden durch eine Fortschreibung der Behälterentwicklung in der Zeit von Anfang 2007 bis Ende 2011 berechnet. Bei den 40 l-Behältern mit monatlicher Leerung wurde keine Änderung angenommen.

Behälterart			Zunahme: 2.600 t/a			Zunahme: 5.200 t/a		
Behälterart (l)	Leerungen / Jahr	Anzahl 2011	Anzahl	Liter/Jahr	Veränder. Liter/Jahr	Anzahl	Liter/Jahr	Veränder. Liter/Jahr
40	13	280	280	145.600	0	280	145.600	0
40	26	3.725	4.519	4.700.255	826.255	4.326	4.499.050	625.050
60	26	11.639	12.577	19.620.892	1.464.052	12.039	18.780.974	624.134
60	52	5	8	26.117	10.517	8	24.999	9.399
60	104	226	242	1.510.134	99.894	232	1.445.489	35.249
120	26	16.984	17.337	54.091.632	1.101.552	16.595	51.776.112	-1.213.968
120	52	12	10	64.472	-10.408	10	61.712	-13.168
120	104	622	575	7.174.615	-587.945	550	6.867.489	-895.071
240	26	10.961	10.894	67.978.805	-417.835	10.428	65.068.811	-3.327.829
240	52	23	24	301.438	14.398	23	288.534	1.494
240	104	516	475	11.857.292	-1.022.068	455	11.349.713	-1.529.647
550	26	27	67	951.965	565.865	64	911.214	525.114
550	52	898	1.209	34.577.520	8.894.720	1.157	33.097.348	7.414.548
550	104	61	121	6.896.741	3.407.541	115	6.601.510	3.112.310
770	26	28	44	875.906	315.346	42	838.411	277.851
770	52	1.455	1.297	51.918.980	-6.339.220	1.241	49.696.465	-8.561.735
770	104	239	195	15.628.686	-3.510.434	187	14.959.663	-4.179.457
1.100	26	11	15	434.522	119.922	15	415.921	101.321
1.100	52	1.091	925	52.892.847	-9.512.353	885	50.628.644	-11.776.556
1.100	104	359	273	31.245.431	-9.824.169	261	29.907.896	-11.161.704
4.500	52	19	14	3.263.621	-1.182.380	13	3.123.914	-1.322.087
4.500	104	0	0	0	0	0	0	0
		49.181	51.102	366.157.472	-15.586.748	48.926	350.489.467	-31.254.753

Tabelle 12: Prognose der künftigen Behälterzahlen

Die Daten in der Spalte „Veränder. Liter/Jahr“ beziehen sich jeweils auf den Stand 31.12.2011.

7 Anzahl der Wertstoffbehälter (Ebner Stolz Mönning Bachem)

Auf Basis der derzeitigen LVP-Erfassungsmengen im Rahmen des Depotcontainersystems von 4.600 t/a sowie einer Mengenvorlagerung aus dem Restabfall in die Wertstofftonne von 2.600 bis 5.200 t/a ergibt sich eine voraussichtliche LVP/sNVP-Gesamtmenge von 7.200 bis 9.800 t/a.

Die Ermittlung der notwendigen Anzahl der Wertstoffbehälter erfolgte auf Basis der zu erwartenden LVP/sNVP-Mengen von 7.200 bis 9.800 t/a und der derzeitigen Behälter- und Standplatzanzahl für Restabfallbehälter.

Der Berechnung lagen dabei folgende wesentliche Rahmendaten zu Grunde:

- Bereitstellung von Wertstoffbehältern an allen derzeitigen Restabfallstandplätzen
- Aufstellung von 240 l-Behältern oder 1,1 m³-Behältern
- 14täglicher Leerungsrhythmus bei beiden unterstellten Behältergrößen
- Die Dichte von LVP/sNVP in der Wertstofftonne beträgt 35 kg/m³, d.h. eine Gewichtstonne LVP/sNVP hat in der Wertstofftonne ein Volumen von rd. 28 m³
- Berücksichtigung des unterschiedlichen Sortierverhaltens für LVP/sNVP in den verschiedenen Siedlungsstrukturen
- Berechnung der Wertstoffbehälter erfolgt für drei Mengenszenarien: Minimum (7.200 t/a), Mittlerer Wert (8.500 t/a) und Maximum (9.800 t/a)

Unter Berücksichtigung der oben dargestellten Annahmen und Rahmendaten ergeben sich in Abhängigkeit der jeweiligen Mengenszenarien folgende Wertstoffbehältermengen:

Aktuelles Restabfallvolumen bei 14täglicher Leerung		Aktuelle Restabfallbehälterstatistik				Berechnete Anzahl Wertstoffbehälter					
		Anzahl der Restabfallbehälter		Anzahl der Standplätze		Minimum		Mittlere Wert		Maximum	
von in l	bis in l	Stk	in %	Stk	in %	240 l Stk	1,1 cbm Stk	240 l Stk	1,1 cbm Stk	240 l Stk	1,1 cbm Stk
0	120	29.783	60,2%	29.037	71,3%	29.036	0	29.036	0	29.036	0
121	360	5.625	11,4%	4.527	11,1%	4.676	0	9.006	0	9.006	0
361	480	4.187	8,5%	2.192	5,4%	4.384	0	6	2.189	0	2.192
481	1.100	4.685	9,5%	2.140	5,3%	4.251	0	4.280	0	3.200	540
1.101	2.200	2.801	5,7%	1.980	4,9%	2.364	798	78	1.941	72	1.944
> 2.200		2.394	4,8%	864	2,1%	504	1.230	688	1.361	587	1.701
		49.475	100,0%	40.740	100,0%	45.215	2.028	43.094	5.491	41.901	6.377

Tabelle 13: Anzahl der erforderlichen Wertstoffbehälter

8 Fazit

Die Stadt Braunschweig erwägt die Einführung einer einheitlichen Wertstoffsammlung zur gemeinsamen Erfassung von Leichtverpackungen (LVP) und stoffgleichen Nichtverpackungen (sNVP). Um die Ausgestaltung des künftigen Sammelsystems möglichst detailliert planen zu können, will die Stadt Braunschweig vorab die zu erwartenden abfallwirtschaftlichen Auswirkungen abklären lassen.

Logistische Randbedingungen

Da der Erfolg einer getrennten Wertstoffeffassung u.a. sehr stark von der Ausgestaltung der Sammlung abhängt, wurden einige logistische Randbedingungen für die Kalkulationen definiert. Diese entsprechen den derzeitigen Überlegungen der Stadtverwaltung, die jedoch noch nicht vom Rat der Stadt Braunschweig beschlossen wurden. Zum Einsatz sollen 240 I-Behälter bzw. 1,1 m³-Behälter kommen. Es wurde davon ausgegangen, dass die 240 I-Behälter im Teilservice und die 1,1 m³-Behälter im Vollservice geleert werden. Derzeit ist eine 14-tägliche Leerung vorgesehen, für die 1,1 m³-Behälter wird teilweise ein wöchentlicher Leerungsrhythmus angeboten werden. Aus unserer Sicht sind diese logistischen Eckpunkte gut geeignet, ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Sammlungsaufwand und abfallwirtschaftlichem Erfolg zu erhalten.

An den Eckpunkten der Restabfallfassung sehen wir keinen Bedarf für Änderungen; in Braunschweig wird mit Behältern der Größe von 40 l bis 4.500 l und variierenden Abfuhrhythmen (von 13 bis 104 Abfahrten jährlich) ein breites Angebot zur optimalen Bemessung des benötigten Restabfallbehältervolumens angeboten.

Zu erwartende Massenverlagerungen

Zur Ermittlung der künftigen Erfassungsmengen wurden einerseits die Erfahrungen aus anderen Kommunen herangezogen, andererseits eine differenzierte Abschätzung der Sammelmengen in den jeweiligen Siedlungsstrukturen vorgenommen. Beide Abschätzungen ergeben eine Spannweite von **29 bis 40 kg/E*a** bzw. **7.200 bis 9.800 t/a**. Wir gehen davon aus, dass der Anteil LVP zu sNVP ein Verhältnis von 85% zu 15% ausmacht. Damit ergibt sich eine Mengenverteilung im Bereich LVP von 6.120 bis 8.330 t/a und für sNVP: 1.080 bis 1.470 t/a

Zur derzeitigen LVP-Erfassungsmenge von 4.600 t/a ergibt sich somit eine Mengenverlagerung aus dem Restabfall in die LVP/sNVP-Sammlung zwischen **2.600 bis 5.200 t/a**. Wir gehen davon aus, dass die Mehrmenge ausschließlich vom Restabfall herrührt, wenngleich zu Beginn der Sammlung „Entrümpelungseffekte“ nicht auszuschließen sind.

Zu erwartende Auswirkungen auf das Restabfallbehältervolumen

Es wurde angenommen, dass die Zielfractionen für die Wertstofftonne eine Dichte von **70 kg/m³ im Restabfallbehälter** haben. Anders ausgedrückt: Eine Gewichtstonne LVP und sNVP hat im Restabfall ein Volumen von rund **14 m³**. Daraus ergibt sich bei einer Mengenverlagerung von 2.600 bis 5.200 t/a ein „Wanderungsvolumen“ von **37 bis 74 Mio. Liter/a**.

Die ermittelten „Wanderungsvolumina“ dürfen jedoch nicht mit dem zu erwarteten „Abmeldevolumen“ gleichgesetzt werden. Aufgrund der recht hohen Füllgrade der Restabfallbehälter wird es für eine Reihe von Nutzern keinen Anreiz geben, Behältervolumen zu verringern, weil ihre Restabfallbehälter trotz einer aufgestellten Wertstofftonne soweit gefüllt sind, dass es keinen Anreiz zum Umstieg auf eine kleinere Behältergröße gibt.

Um nun das tatsächliche Nutzerverhalten abschätzen zu können, wurde die bisherige Entwicklung des Restabfallbehältervolumens der Entwicklung der Restabfall- und LVP-Mengen gegenüber gestellt. Da es seit 2008 eine signifikante Zunahme der LVP-Mengen sowie eine Abnahme der Restabfallmengen gegeben hat, kann die Veränderung der Restabfallvolumina hierzu ins Verhältnis gesetzt werden.

Wenn man davon ausgeht, dass die Volumenverringerung bei den Restabfallbehältern vorrangig durch die Zunahme der LVP-Sammlung bewirkt wurde, könnte aus den obigen Daten die Schlussfolgerung gezogen werden, dass **je reduzierte Gewichtstonne LVP zwischen 3 und 14 m³ Restabfallbehältervolumen abgemeldet wird**. Gewichtet über die Jahre 2008 bis 2011 lag dieser Wert im Mittel bei rund **9 m³/t**. Da jedoch zu vermuten ist, dass auch andere Effekte sich auf das Restabfallbehältervolumen ausgewirkt haben, wird dieser Wert auf **6 m³/t** verringert.

Daraus ergäbe sich bei der oben angesetzten Verlagerung von 2.600 bis 5.200 t/a eine Volumenabmeldung von rund **16 Mio. bis 31 Mio. Liter/a**. Bezogen auf das Behältervolumen von 2011 in Höhe von 382 Mio. Liter/a wäre dies eine Abnahme von 4 bzw. 8 %. Daraus würde nach Einführung der Wertstofftonne ein Restabfallbehältervolumen von **350 bis 366 Mio. Liter/a** resultieren.

Die Abschätzung der künftigen Restabfallbehälterzahlen beruht auf einer Fortschreibung der bisherigen Entwicklung, wobei für die beiden Mengenszenarien die jeweils prognostizierten Jahresvolumina als Endwert angesetzt wurden. Dabei ist möglich, dass sich diese Behälteränderungen nicht auf einen Schlag vollziehen werden, sondern dass diese prognostizierte Entwicklung über einen Zeitraum von ein bis zwei Jahren verlaufen wird.

Im nächsten Schritt sind die mit den abgeschätzten Mengenverschiebungen und den logistischen Änderungen verbundenen Kosten für die Einführung der Wertstofftonne zu ermitteln. Soweit sich hieraus Änderungen im Gebührenbedarf ergeben, sind diese ebenfalls zu ermitteln und zu bewerten.