

ERGEBNISSE

Auswertung von Behälterwiegedaten zur repräsentativen Ermittlung der durchschnittlichen Füllgewichte der Rest- und Biomüllgefäße

im

Landkreis Ludwigsburg

von

 **ECONUM**
Unternehmensberatung GmbH

„Vertrauen „Kompetenz „Umsetzung



Juli 2018

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Vorgehensweise	3
1.1 Geplantes Vorgehenskonzept	3
1.2 Durchgeführte Behälterverwiegung	3
2 Ergebnisse der Untersuchung	6
2.1 Behältergewichte nach Kundengruppe, Abfallart und Behältertyp	6
2.2 Gewichtung und Mittelwertbildung	7
2.3 Herleitung normierter Abfalldichten	9
2.4 Abgleich mit dem Wiegeversuch 2011/2012	11
3 Zusammenfassung	12

1 Vorgehensweise

1.1 Geplantes Vorgehenskonzept

Im Landkreis Ludwigsburg sollte durch eine repräsentative Untersuchung das Füllgewicht der Behälter für Rest- und Biomüll durch eine Behälterverwiegung bei der Abfuhr ermittelt werden.

In der Literatur wird für valide statistische Erhebungen in der Abfallwirtschaft ein Stichprobenumfang von mindestens 1 % der Grundgesamtheit genannt. Maßgeblich ist auch die Berücksichtigung jahreszeitlicher bzw. saisonaler Einflüsse. Hieran angelehnt bedeutet 1 % der Grundgesamtheit, dass 1 % der Behälterleerungen eines Jahres (jeweils für Rest- und Biomüll) als Gesamt-Stichprobenumfang vorzusehen ist. Zur Berücksichtigung saisonaler Schwankungen sollte die Untersuchung in vier Kampagnen durchgeführt werden, wobei in jeder Kampagne ein Viertel der Grundgesamtheit untersucht werden sollte.

Die Behälterverwiegung sollte mit Fahrzeugen, die mit einer sogenannten wiegenden Schüttung ausgestattet sind, durchgeführt werden. Die Fahrzeuge erfassen über das installierte Identifikationssystem sämtliche Leerungen (nach Standort, Behälterart- und Größe, Identnummer) und das zugehörige Gewicht.

Um einen repräsentativen Querschnitt des Gebiets zu beproben wurden verschiedene Gebiets-Cluster mit definiertem Stichprobenumfang gebildet. Entsprechend der unterschiedlichen Siedlungsstruktur wurden die Gemeinden im Landkreis Ludwigsburg in drei Gebietsklassen (Siedlungsstrukturtypen) eingeteilt.

- Gebietsklasse A (geringe Verdichtung, 27,0 % der Einwohner)
- Gebietsklasse B (mittlere Verdichtung, 45,0 % der Einwohner)
- Gebietsklasse C (hohe Verdichtung, 28,0 % der Einwohner)

1.2 Durchgeführte Behälterverwiegung

Von Juni 2017 bis Juni 2018 wurden mit einem Sammelfahrzeug Behälterverwiegungen im Rahmen der normalen Abfallsammlung vorgenommen. Insgesamt wurden 55.619 Behälter gewogen, davon 34.286 Restmüllbehälter, 21.333 Biomüllbehälter, das entspricht für Restmüll 1,99 % der Grundgesamtheit und für Biomüll 1,73 % der Grundgesamtheit, insgesamt wurden 1,88 % der jährlichen Behälterleerungen verwogen. Die Zielgröße hinsichtlich der Anzahl Behälterverwiegungen von mindestens 1 % der Grundgesamtheit wurde somit erreicht. Insgesamt wurden 1.977,05 Mg gewogen, davon 1.366,47 Mg Restmüll, 610,58 Mg Biomüll.

Die Stichproben wurden überwiegend aus klassifizierten Referenzgemeinden gezogen, sowie zusätzlich aus einer Reihe weiterer Gemeinden.

Im Einzelnen wurden Behälter aus folgenden Gemeinden gewogen (angegeben ist zusätzlich die Anzahl der gewogenen Behälter):

Gebietsklasse A

a) Restmüll

Besigheim	4.664
Erligheim	12
Gemrigheim	3
Hessigheim	1
Markgröningen	37
Mundelsheim	6
Schwieberdingen	5.410
Walheim	5
Vaihingen	19

b) Biomüll

Besigheim	2.998
Gemrigheim	1
Schwieberdingen	2.450

Gebietsklasse B

a) Restmüll

Asperg	5
Bietigheim-Bissingen	6.111
Ditzingen	2.963
Freiberg	66
Freudental	6
Gerlingen	1
Hemmingen	202
Kirchheim	17
Korntal-Münchingen	182
Löchgau	14
Marbach	1
Remseck	1

b) Biomüll

Asperg	6
Bietigheim-Bissingen	3.629
Ditzingen	3.247
Gerlingen	1
Remseck	1

Gebietsklasse C

a) Restmüll

Kornwestheim	6.459
Ludwigsburg	8.094
Möglingen	1
Tamm	6

b) Biomüll

Kornwestheim	4.182
Ludwigsburg	4.818

Bezogen auf die o.g. Gebietsklassen wurden folgende Behälterzahlen gewogen:

a) Restmüll	Behälter	Anteil
Gebietsklasse A	10.157	30%
Gebietsklasse B	9.569	28%
Gebietsklasse C	14.560	42%
Gesamt	34.286	100%
b) Bioabfall		
Gebietsklasse A	5.449	26%
Gebietsklasse B	6.884	32%
Gebietsklasse C	9.000	42%
Gesamt	21.333	100%
Restmüll + Bioabfall	55.619	

Der vorgesehenen Gewichtung der Gebietsklassen konnte somit im Rahmen der verschiedenen Stichprobentermine näherungsweise grob entsprochen werden.

2 Ergebnisse der Untersuchung

2.1 Behältergewichte nach Kundengruppe, Abfallart und Behältertyp

Nachfolgend sind die Auswertungsergebnisse aus den Verwiegungsdaten von Juni 2017 bis Juni 2018 zusammengestellt (Gewichtsangaben in kg).

a) Haushalte

Bezeichnung	Gebietsklasse A			Gebietsklasse B			Gebietsklasse C		
	Behälter	Gewicht	Gewicht/ Leerung	Behälter	Gewicht	Gewicht/ Leerung	Behälter	Gewicht	Gewicht/ Leerung
a) Restmüll									
Restmüll 120 l	5.608	122.250	22	4.491	92.699	21	6.535	138.186	21
Restmüll 240 l	2.926	117.829	40	2.405	94.153	39	4.760	184.895	39
Restmüll 660 l	103	9.430	92	122	10.270	84	298	24.723	83
Restmüll 1.100 l	275	40.870	149	604	85.160	141	934	140.457	150
Gesamt	8.912	290.379	--	7.622	282.282	--	12.527	488.261	--
b) Bioabfall									
Bioabfall 60 l	1.216	17.025	14	1.088	14.575	13	1.785	25.898	15
Bioabfall 120 l	3.059	72.002	24	3.416	79.812	23	4.251	105.940	25
Bioabfall 240 l	1.085	45.871	42	2.087	95.487	46	2.734	124.795	46
Gesamt	5.360	134.898	--	6.591	189.874	--	8.770	256.633	--

b) Gewerbe

Bezeichnung	Gebietsklasse A			Gebietsklasse B			Gebietsklasse C		
	Behälter	Gewicht	Gewicht/ Leerung	Behälter	Gewicht	Gewicht/ Leerung	Behälter	Gewicht	Gewicht/ Leerung
a) Restmüll									
Restmüll 120 l	157	2.512	16	212	3.333	16	204	2.802	14
Restmüll 240 l	610	20.328	33	652	20.748	32	873	27.551	32
Restmüll 660 l	52	4.000	77	114	9.100	80	146	10.577	72
Restmüll 1.100 l	343	31.355	91	474	44.940	95	803	76.960	96
Gesamt	1.162	58.195	--	1.452	78.121	--	2.026	117.890	--
b) Bioabfall									
Bioabfall 60 l	7	93	13	8	97	12	14	168	12
Bioabfall 120 l	24	623	26	113	3.209	28	68	1.697	25
Bioabfall 240 l	57	5.550	97	164	8.754	53	148	8.761	59
Gesamt	88	6.266	--	285	12.060	--	230	10.626	--

2.2 Gewichtung und Mittelwertbildung

Die Wiegeergebnisse werden entsprechend der Anteile der Gebietsklassen (Bevölkerungsanteile) sowie der Anteile der beiden Kundengruppen (Haushalte/Gewerbe) gewichtet.

- Wiegeergebnisse:

Bezeichnung	Gewerbe [kg/Leerung]			Haushalte [kg/Leerung]		
	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse A	Klasse B	Klasse C
a) Restmüll						
Restmüll 120 l	16	16	14	22	21	21
Restmüll 240 l	33	32	32	40	39	39
Restmüll 660 l	77	80	72	92	84	83
Restmüll 1.100 l	91	95	96	149	141	150
b) Bioabfall						
Bioabfall 60 l	13	12	12	14	13	15
Bioabfall 120 l	26	28	25	24	23	25
Bioabfall 240 l	97	53	59	42	46	46

- Anteile der Gebietsklassen (Bevölkerungsanteile):

	Gewerbe			Haushalte		
	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse A	Klasse B	Klasse C
Klassenanteil	27,0%	45,0%	28,0%	27,0%	45,0%	28,0%

- Kundengruppenanteile:

Bezeichnung	Gewerbeanteil in %			Haushaltsanteil in %		
	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse A	Klasse B	Klasse C
a) Restmüll						
Restmüll 120 l	3%	5%	3%	97%	95%	97%
Restmüll 240 l	17%	21%	15%	83%	79%	85%
Restmüll 660 l	34%	48%	33%	66%	52%	67%
Restmüll 1.100 l	56%	44%	46%	44%	56%	54%
b) Bioabfall						
Bioabfall 60 l	1%	1%	1%	99%	99%	99%
Bioabfall 120 l	1%	3%	2%	99%	97%	98%
Bioabfall 240 l	5%	7%	5%	95%	93%	95%

– Mittelwertbildung:

Bezeichnung	Mittelwertbildung [kg/Leerung]			
	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Gesamt
a) Restmüll				
Restmüll 120 l	6	9	6	21
Restmüll 240 l	11	17	11	38
Restmüll 660 l	23	37	22	83
Restmüll 1.100 l	32	54	35	121
b) Bioabfall				
Bioabfall 60 l	4	6	4	14
Bioabfall 120 l	6	11	7	24
Bioabfall 240 l	12	21	13	46

Bestimmung der mittleren Dichte:

	Liter	kg	kg/cbm	Mg/cbm
Restmüll 120 l	120	21	174	0,174
Restmüll 240 l	240	38	158	0,158
Restmüll 660 l	660	83	125	0,125
Restmüll 1.100 l	1100	121	110	0,110
Bioabfall 60 l	60	14	231	0,231
Bioabfall 120 l	120	24	199	0,199
Bioabfall 240 l	240	46	192	0,192

2.3 Herleitung normierter Abfalldichten

Zur Herleitung normierter Abfalldichten müssen die Ergebnisse (Ziffer 2.1 und Ziffer 2.2) aus dem Stichprobenumfang auf das gesamte Kreisgebiet hochgerechnet sowie über eine Verprobung mit der tatsächlichen Leerungsanzahl anhand der hierüber errechneten Jahresabfallmengen angeglichen werden. Basis hierfür sind die o.g. Füll-dichten, die Entleerungszahlen sowie die Abfallmengen des Jahres 2017. Die über die Verwiegung ermittelten Füll-dichten werden hierbei statistisch auf das gesamte Kreis-gebiet extrapoliert.

a) Leerungszahlen 2017

Behälterart	Anzahl Behälter	Anzahl Leerungen	L/Beh./Jahr
a) Restmüll			
Restmüll 120 l	108.662	940.577	8,66
Restmüll 240 l	44.113	585.415	13,27
Restmüll 660 l	1.412	40.548	28,72
Restmüll 1.100 l	5.115	160.169	31,31
Gesamt Restmüll	159.302	1.726.709	10,84
b) Bioabfall			
Bioabfall 60 l	24.625	259.211	10,53
Bioabfall 120 l	63.721	686.278	10,77
Bioabfall 240 l	20.845	290.323	13,93
Gesamt Bio	109.191	1.235.812	11,32
Gesamt	268.493	2.962.521	11,03

b) Abfallmengen 2017

- Restmüll: 65.187 Mg/a
- Biomüll: 30.225 Mg/a
- Rest- und Biomüll (gesamt): 95.412 Mg/a

c) Normierte Behältergewichte und Fülldichten

Abfall- und Behälterart	Anzahl Leerungen 2017	spez. Menge [kg/Leerung]	Menge [Mg/a]	Volumen [m3]	Dichte [Mg/cbm]
a) Restmüll					
Restmüll 120 l	940.577	21,07	19.820	0,120	0,176
Restmüll 240 l	585.415	38,36	22.454	0,240	0,160
Restmüll 660 l	40.548	83,31	3.378	0,660	0,126
Restmüll 1.100 l	160.169	121,97	19.535	1,100	0,111
Gesamt Restmüll	1.726.709		65.187		
b) Bioabfall					
Bioabfall 60 l	259.211	12,56	3.255	0,060	0,209
Bioabfall 120 l	686.278	21,68	14.877	0,120	0,181
Bioabfall 240 l	290.323	41,65	12.093	0,240	0,174
Gesamt Bio	1.235.812		30.225		
Gesamt	2.962.521		95.412		

2.4 Abgleich mit dem Wiegeversuch 2011/2012

Im Jahr 2012 wurde auf Basis von Wiegedaten der Jahre 2011 und 2012 bereits eine Ermittlung der Behältergewichte und der Abfalldichten vorgenommen. Die damaligen Stichproben hatten einen geringeren Umfang wie bei der aktuellen Behälterverwiegung. Die damalige Stichprobe war bereits weitestgehend repräsentativ im Hinblick auf die Einhaltung der vorgesehenen Stichprobengemeinden sowie die Gewichtung der jeweiligen Strukturklassen.

Im Ergebnis wurden die nachfolgend dargestellten Behältergewichte und Abfalldichten, als Mittelwert aus den Behälterwiegungen 2010/2011 sowie 2011/2012 ermittelt:

Abfall- und Behälterart	Anzahl Leerungen 2011	spez. Menge [kg/Leerung]	Menge [Mg/a]	Volumen [m ³]	Dichte [Mg/cbm]
a) Restmüll					
Restmüll 120 l	992.288	25,50	25.307	0,120	0,213
Restmüll 240 l	599.499	43,12	25.851	0,240	0,180
Restmüll 660 l	24.519	93,44	2.291	0,660	0,142
Restmüll 1.100 l	138.831	124,38	17.268	1,100	0,113
Gesamt Restmüll	1.755.137		70.717		
b) Bioabfall					
Bioabfall 60 l	50.729	17,96	911	0,060	0,299
Bioabfall 120 l	415.124	26,86	11.149	0,120	0,224
Bioabfall 240 l	195.133	49,58	9.674	0,240	0,207
Gesamt Bio	660.986		21.734		
Gesamt	2.416.123		92.451		

Die aktuell ermittelten Füllgewichte und Abfalldichten sind insgesamt niedriger als die Füllgewichte und Abfalldichten der vorangegangenen Untersuchung.

3 Zusammenfassung

Im Landkreis Ludwigsburg war das Füllgewicht der Rest- und Bioabfallbehälter anhand einer repräsentativen Behälterverwiegung im Rahmen der Abfuhr zu ermitteln.

Der hierfür im Voraus definierte Mindest-Stichprobenumfang wurde hinsichtlich der Anzahl Behälterverwiegungen sicher erreicht. Die ermittelten Ergebnisse (vgl. Ziff. 2.3 c) sind insoweit statistisch valide.

Abfall- und Behälterart	spez. Menge [kg/Leerung]	Dichte [Mg/cbm]
a) Restmüll		
Restmüll 120 l	21,07	0,176
Restmüll 240 l	38,36	0,160
Restmüll 660 l	83,31	0,126
Restmüll 1.100 l	121,97	0,111
b) Bioabfall		
Bioabfall 60 l	12,56	0,209
Bioabfall 120 l	21,68	0,181
Bioabfall 240 l	41,65	0,174

Wir empfehlen, die gewonnen empirischen Erkenntnisse gem. Ziff. 2.3 c) im Rahmen der künftigen Gebührekalkulationen zu verwenden.

Die Wiegeergebnisse zeigen, dass die Fülldichten sowohl bei den Restmüllbehältern als auch bei den Biomüllbehältern mit zunehmender Gefäßgröße abnehmen. Dies entspricht auch den üblichen empirischen Erfahrungen und war bereits bislang bei der Bearbeitung der Mengengerüste so berücksichtigt worden. Jedoch ist bei den ganz kleinen und ganz großen Gefäßgrößen ersichtlich, dass der Verlauf der Fülldichten entlang der Gefäßgrößen stärker degressiv ausgeprägt ist, also mit zunehmender Gefäßgröße stärker zurückgeht.

Im Vergleich zum letzten Wiegeversuch aus dem Jahr 2011/2012 ist bei den Restmüllbehältern sowie bei den Biomüllbehältern gleichermaßen ein Rückgang der Füllgewichte festzustellen. Dieser Rückgang ergibt sich unabhängig von den Wiegeversuchen auch dann, wenn lediglich die Entwicklung der Gesamtmengen (Leerungen, Abfallmengen) der betreffenden Jahre verglichen wird.

Die Veränderungen gegenüber dem vorherigen Betrachtungszeitraum lassen sich nicht eindeutig auf einzelne Ursachen zurückführen. Es lassen sich allerdings eine Reihe von Entwicklungen identifizieren, die in Summe als mögliche Gründe angeführt werden können. Hierzu zählt beispielweise der von 55 % auf 69 % erhöhte Anschlussgrad an die Bioabfallsammlung. Dies bedeutet, dass aktuell deutlich mehr Haushalte Bioabfall getrennt sammeln, dies aber je Haushalt ggf. weniger intensiv erfolgt und somit auch unvollständig befüllte Behälter zur Leerung bereit gestellt werden. Entsprechend ist die Zahl der Leerungen um 87 % angestiegen, die Biomüllmenge dagegen nur um 39 %. Hierbei können auch Gebührenentwicklungen eine Rolle spielen.

Der Zuwachs an Biomüll entstammt zu einem Anteil von rund 65 % aus dem Restmüll. Da Biomüll eine verglichen mit Restmüll deutlich höhere Dichte aufweist, führt die Reduzierung des „schweren“ Bioanteils in der Restmülltonne auch zu einer Verringerung der Dichte des Abfalls in der Restmülltonne. Darüber hinaus können auch hier Gebührenanreize, der Bevölkerungszuwachs (+ 3% von 2011 bis 2017) und insbesondere der Zuwachs an Restabfallbehältern (+ 17 %) eine Rolle spielen.

Insgesamt sind die Veränderungen bei den Abfalldichten mit den vorgenannten Begründungen im Ansatz erklärbar und insoweit plausibel.